

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA**

**Estudo de casos na promoção da argumentação sobre
questões sócio-científicas no Ensino Superior de Química**

Luciana Passos Sá*

Tese apresentada como parte dos requisitos
para obtenção do título de DOUTOR EM
CIÊNCIAS, área de concentração: QUÍMICA.

Orientadora: Profa. Dra. Salete Linhares Queiroz

*** Bolsista CNPq**

**São Carlos - SP
2010**

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária/UFSCar**

S111ec

Sá, Luciana Passos.

Estudo de casos na promoção da argumentação sobre
questões sócio-científicas no ensino superior de química /
Luciana Passos Sá. -- São Carlos : UFSCar, 2010.
278 f.

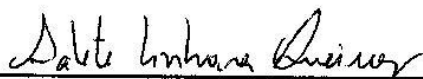
Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos,
2010.

1. Química. 2. Discurso. 3. Estudo de caso. I. Título.

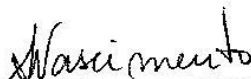
CDD: 540 (20^a)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia
Departamento de Química
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA
Curso de Doutorado

*Assinaturas dos membros da banca examinadora que avaliaram e aprovaram a defesa de tese de doutorado da candidata **Luciana Passos Sá**, realizada em 15 de março de 2010:*



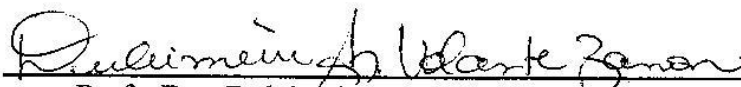
Profa. Dra. Saete Linhares Queiroz



Profa. Dra. Silvania Sousa do Nascimento



Profa. Dra. Nelma Regina Segnini Bossolan



Profa. Dra. Dulcineire Aparecida Volante Zanon



Prof. Dr. Agnaldo Arroio

*Dedico este trabalho à minha mãe **Marlene**, pelo amor e incentivo, ao meu pai **Mesquita** (in memoriam), que infelizmente não pôde acompanhar minha trajetória profissional, ao meu padrasto e amigo **Hélio**, pelo carinho e pela presença constante na minha vida, e ao meu irmão **Júnior**, pelo amor incondicional, incentivo e participação efetiva em todas as etapas de minha vida.*

AGRADECIMENTOS

Ao Departamento de Química da Universidade Federal de São Carlos, pelo apoio institucional e as facilidades oferecidas.

À minha orientadora Profa. Dra. Salete Linhares Queiroz, pela orientação competente e dedicada, e por ter me incentivado e apoiado de diversas maneiras para que eu chegasse até aqui.

À UESC pelo apoio e por ter me concedido o afastamento para a conclusão dessa etapa.

Aos professores Dulcimeire Aparecida Volante Zanon e Dácio Rodney Hartwig pelas valiosas contribuições durante a realização do trabalho.

Aos meus pais Marlene e Mesquita (*in memorian*) pelo amor e pela vida.

Ao meu padrasto e amigo Hélio, pelo apoio, incentivo e carinho durante todos esses anos de convivência.

Ao meu irmão Júnior, pelo o grande amor que nos une, pela nossa cumplicidade e companheirismo durante todos esses anos de vida.

À minha avó Valderez e meu avô Mesquita (*in memorian*), pelo amor e carinho em todas as etapas da minha vida.

Aos meus tios, Silvana e Marlindo, pelo apoio essencial no início dessa jornada e pela certeza de que sempre posso contar com eles.

Ao Rafael, por fazer parte da minha história, e pelo inestimável apoio durante boa parte desse percurso.

Aos colegas do Grupo de Pesquisa em Ensino de Química, em especial a Ana Velloso, Luciana Nobre, Jerino, Gelson, Mário, Jane e Alessandra.

Aos meus queridos amigos Edjane, Eliana Valle, Eliana Cazetta, Millena, Janete, Mara, Teco, Edson Wartha, Elminha, Nestor, Marcelo, Zina, Elisa, Juliana, Messias e Karen, sempre tão presentes na minha vida, mesmo quando distantes.

A algumas pessoas que conheci nessa etapa final e que tornaram esse período significativamente mais agradável e feliz: Nathália, Quésia e, em especial, Pedro.

Aos funcionários do Departamento de Química, especialmente a Ariane, Cristina e Luciani, pelo atendimento gentil sempre que solicitado.

Aos alunos e professores que participaram deste trabalho.

Ao CNPq, pela bolsa concedida.

Enfim, obrigada a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Viva! Bom mesmo é ir à luta com determinação, abraçar a vida com paixão, perder com classe e vencer com ousadia, porque o mundo pertence a quem se atreve e a vida é “muito” pra ser insignificante.

Charles Chaplin

LISTA DE ABREVIATURAS

AA	Atividade dos Alunos
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CSCA	Computer-Supported Collaborative Argumentation
CTI	Centro de Terapia Intensiva
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
DIT	Defining Issues Test
EDA	Estratégia Didática Argumentativa
EDUQUI	Encontro de Educação Química da Bahia
EIBE	European Initiative for Biotechnology Education
ENEQ	Encontro Nacional de Ensino de Química
ENPEC	Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências
ESALQ	Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”
EVEQ	Evento de Educação em Química
FAPESP	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
FTA	Forma de Trabalho dos Alunos
FUNDECITRUS	Fundo de Defesa da Citricultura
IES	Instituição de Ensino Superior
IPA	Interação Professor-Aluno
IQSC	Instituto de Química de São Carlos
IQWST	Investigating and Questioning Our World Through Science and Technology
MSC	Morte Súbita dos Citros
PBL	Problem Based Learning
PEAD	Polietilenos de Alta Densidade
PISA	Programa Internacional de Avaliação de Alunos
PUC/RS	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
RASBQs	Reuniões Anuais da Sociedade Brasileira de Química
RBPEC	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências
RJM	Reflective Judgment Model
RODA	Razonamiento, Discussion e Argumentación
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

SEPIA	Science Education Through Portfolio Instruction and Assessment
SESC	Serviço Social do Comércio
SSI	Socioscientific Issues
SUS	Sistema Único de Saúde
TAP	Toulmin's Argument Pattern
TBGC	Test of Basic Genetics Knowledge
UEFS	Universidade Estadual de Feira de Santana
UESC	Universidade Estadual de Santa Cruz
UFBA	Universidade Federal da Bahia
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFRPE	Universidade Federal Rural de Pernambuco
UFSCar	Universidade Federal de São Carlos
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
UNB	Universidade de Brasília
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
UNESP	Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
USP	Universidade de São Paulo

LISTA DE TABELAS

TABELA 1.1	Esquema para avaliação da qualidade da argumentação (SADLER e DONNELLY, 2006).....	31
TABELA 1.2	Níveis epistêmicos e definições estabelecidas por KELLY e TAKAO (2002) para a análise de argumentos produzidos por estudantes de um curso de Oceanografia.....	33
TABELA 1.3	Níveis epistêmicos para a análise de argumentos produzidos por estudantes de um curso de Química (subárea Corrosão) adaptado do Modelo de Análise de Argumento de KELLY e TAKAO (2002).....	34
TABELA 1.4	Categorias desenvolvidas por DRIVER e NEWTON (1997) para análise da argumentação.....	36
TABELA 1.5	Periódicos analisados, quantidade de trabalhos localizados em cada um deles e os respectivos períodos em que o levantamento foi realizado.....	38
TABELA 1.6	Artigos sobre o tema argumentação publicados em revistas brasileiras.....	38
TABELA 1.7	Trabalhos completos sobre o tema argumentação apresentados nos ENPECs.....	39
TABELA 1.8	Trabalhos sobre o tema argumentação apresentados nas RASBQs e nos ENEQs.....	41
TABELA 1.9	Classificação dos trabalhos de acordo com a área de enfoque, região brasileira e instituição de origem.....	44
TABELA 1.10	Classificação dos trabalhos de acordo com nível de escolaridade e foco temático.....	52
TABELA 4.1	Distribuição das disciplinas por períodos do curso e o número de aulas observadas em cada uma delas.....	89
TABELA 5.1	Coeficientes de confiabilidade indicadores do nível de concordância entre dois pesquisadores durante a observação de quatro aulas.....	104
TABELA 5.2	Análise da transcrição da apresentação oral sobre o caso <i>Ataque das Cigarrinhas</i> do ponto de vista das etapas do processo de resolução do caso.....	112
TABELA 5.3	<i>IDEAL Problem-Solving Model</i> e processo de resolução dos casos.....	114
TABELA 5.4	Identificação das etapas do <i>IDEAL Problem-Solving Model</i> seguidas no processo de resolução dos casos estruturados.....	117

TABELA 5.5	Identificação das etapas do <i>IDEAL Problem-Solving Model</i> seguidas no processo de resolução dos casos mal-estruturados.....	119
TABELA 5.6	Identificação das etapas do <i>IDEAL Problem-Solving Model</i> seguidas no processo de resolução dos casos de múltiplos problemas.....	122
TABELA 5.7	Análise comparativa da natureza dos critérios considerados nos argumentos empregados nas apresentações orais e debates sobre os casos estruturados.....	192
TABELA 5.8	Análise comparativa da natureza dos critérios considerados nos argumentos empregados nas apresentações orais e debates sobre os casos mal-estruturados.....	193
TABELA 5.9	Análise comparativa da natureza dos critérios considerados nos argumentos empregados nas apresentações orais e debates sobre os casos de múltiplos problemas.....	194
TABELA 5.10	Análise global das fontes de evidências empregadas nos argumentos dos grupos durante os debates promovidos nas turmas B e C.....	199
TABELA 5.11	Análise comparativa das fontes de evidências explicitadas nos argumentos empregados nas apresentações orais e debates sobre os casos estruturados.....	202
TABELA 5.12	Análise comparativa das fontes de evidências explicitadas nos argumentos empregados nas apresentações orais e debates sobre os casos mal-estruturados.....	202
TABELA 5.13	Análise comparativa das fontes de evidências explicitadas nos argumentos empregados nas apresentações orais e debates sobre os casos de múltiplos problemas.....	202
TABELA 5.14	Análise global das estratégias cognitivas empregadas nos argumentos dos grupos durante os debates promovidos nas turmas B e C.....	213
TABELA 5.15	Análise global das estratégias metacognitivas empregadas nos argumentos dos grupos durante os debates promovidos nas turmas B e C.....	216
TABELA 5.16	Análise global das estratégias afetivas empregadas nos argumentos dos grupos durante os debates promovidos nas turmas B e C.....	217
TABELA 5.17	Análise global das estratégias sociais empregadas nos argumentos dos grupos durante os debates promovidos nas turmas B e C.....	218

TABELA 5.18	Análise comparativa das estratégias cognitivas identificadas nos argumentos empregados nas apresentações orais e debates sobre os casos estruturados.....	220
TABELA 5.19	Análise comparativa das estratégias cognitivas identificadas nos argumentos empregados nas apresentações orais e debates sobre os casos mal-estruturados.....	220
TABELA 5.20	Análise comparativa das estratégias cognitivas identificadas nos argumentos empregados nas apresentações orais e debates sobre os casos de múltiplos problemas.....	220
TABELA 5.21	Análise comparativa das estratégias metacognitivas identificadas nos argumentos empregados nas apresentações orais e debates sobre os casos estruturados.....	222
TABELA 5.22	Análise comparativa das estratégias metacognitivas identificadas nos argumentos empregados nas apresentações orais e debates sobre os casos mal-estruturados.....	222
TABELA 5.23	Análise comparativa das estratégias metacognitivas identificadas nos argumentos empregados nas apresentações orais e debates sobre os casos de múltiplos problemas.....	222
TABELA 5.24	Análise comparativa das estratégias afetivas identificadas nos argumentos empregados nas apresentações orais e debates sobre os casos estruturados.....	223
TABELA 5.25	Análise comparativa das estratégias afetivas identificadas nos argumentos empregados nas apresentações orais e debates sobre os casos mal-estruturados.....	223
TABELA 5.26	Análise comparativa das estratégias afetivas identificadas nos argumentos empregados nas apresentações orais e debates sobre os casos de múltiplos problemas.....	224

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.1	Quantidade de trabalhos localizados nas revistas e apresentados nos ENPECs, RASBQs e ENEQs.....	42
FIGURA 1.2	Trabalhos localizados nas revistas e apresentados nos ENPECs de 2001 a 2009.....	46
FIGURA 1.3	Distribuição dos trabalhos de acordo com as regiões brasileiras.....	47
FIGURA 1.4	Distribuição dos trabalhos de acordo com as IES.....	50
FIGURA 1.5	Distribuição dos trabalhos de acordo com o nível de escolaridade.....	54
FIGURA 1.6	Distribuição dos trabalhos de acordo com o foco temático.....	56
FIGURA 3.1	Modelo Normativo de Tomada de Decisão de KORTLAND (1996).....	76
FIGURA 3.2	Etapas do IDEAL <i>Problem-Solving Model</i>	77
FIGURA 3.3	Modelo de Argumentação proposto por TOULMIN (2001).....	78
FIGURA 3.4	Ordem crescente de complexidade de acordo com a metodologia proposta por ERDURAN et al., (2004).....	80
FIGURA 3.5	Modelo de Análise de Argumentação Aplicável a Processos de Resolução de Questões Sócio-científicas.....	83
FIGURA 3.6	Descrição do Modelo de Análise de Argumentação Aplicável a Processos de Resolução de Questões Sócio-científicas.....	84
FIGURA 4.1	Esquema de classificação utilizado na observação das aulas....	90
FIGURA 4.2	Esquema em branco do Modelo de TOULMIN (2001).....	98
FIGURA 4.3	Síntese das atividades realizadas nas turmas A, B e C.....	100
FIGURA 5.1	Tipos de atividades ocorridas nas aulas experimentais observadas.....	105
FIGURA 5.2	Tipos de atividades ocorridas nas aulas teóricas observadas....	106
FIGURA 5.3	Frequência das interações professor-aluno ocorridas nas aulas teóricas observadas.....	108
FIGURA 5.4	Classificação dos casos elaborados para as turmas A, B e C....	116
FIGURA 5.5	Argumentos apresentados por G1 para a resolução do Caso <i>Ameaça nos Laranjais</i>	128
FIGURA 5.6	Argumentos apresentados por G2 para a resolução do Caso <i>Ameaça nos Laranjais</i>	129

FIGURA 5.7	Argumentos apresentados pelo grupo G3 para a resolução do Caso <i>Ameaça nos Laranjais</i>	130
FIGURA 5.8	Argumentos apresentados pelo G1 para a resolução do Caso <i>Ameaça aos Cítricos</i>	131
FIGURA 5.9	Argumentos apresentados pelo G2 para a resolução do Caso <i>Ameaça aos Cítricos</i>	132
FIGURA 5.10	Argumentos apresentados pelo G3 para a resolução do Caso <i>Ameaça aos Cítricos</i>	133
FIGURA 5.11	Análise da frequência de combinações do TAP empregada nas apresentações orais sobre casos estruturados nas Turmas A e C.....	135
FIGURA 5.12	Análise da frequência de Justificativas e <i>Backings</i> empregados nas apresentações orais sobre casos estruturados nas Turmas A.....	138
FIGURA 5.13	Análise da frequência de Justificativas e <i>Backings</i> empregados nas apresentações orais sobre casos estruturados nas Turmas C.....	138
FIGURA 5.14	Análise da frequência de combinações do TAP empregada nas apresentações orais sobre casos mal-estruturados nas Turmas A e C.....	140
FIGURA 5.15	Análise da frequência de Justificativas e <i>Backings</i> empregados nas apresentações orais sobre casos estruturados nas Turmas A e C.....	142
FIGURA 5.16	Análise dos argumentos de acordo com a natureza dos critérios considerados por G1, G2 e G3 ao solucionarem o caso estruturado <i>Caso das Próteses</i>	152
FIGURA 5.17	Análise dos argumentos de acordo com a natureza dos critérios considerados por G1, G2 e G3 ao solucionarem o caso mal-estruturado <i>Ameaça aos Cítricos</i>	154
FIGURA 5.18	Análise dos argumentos de acordo com a natureza dos critérios considerados por G1, G2 e G3 ao solucionarem o caso de múltiplos problemas <i>Reciclagem de Materiais</i>	156
FIGURA 5.19	Análise global dos argumentos de acordo com a natureza dos critérios considerados na análise do caso estruturado, mal estruturado e de múltiplos problemas.....	159
FIGURA 5.20	Análise das fontes de evidências empregadas por G1, G2 e G3 ao solucionaram o caso estruturado <i>Caso das Próteses</i>	161

FIGURA 5.21	Análise das fontes de evidências empregadas por G1, G2 e G3 ao solucionaram o caso mal-estruturado <i>Ameaça aos Cítricos</i>	162
FIGURA 5.22	Análise das fontes de evidências empregadas por G1, G2 e G3 ao solucionaram o caso de múltiplos problemas <i>Reciclagem de Materiais</i>	163
FIGURA 5.23	Análise dos argumentos de acordo com as fontes de evidências empregadas na análise do caso estruturado, mal estruturado e de múltiplos problemas.....	165
FIGURA 5.24	Análise dos argumentos de acordo com as estratégias de aprendizagem empregadas pelo G1, G2 e G3 ao solucionaram o caso estruturado <i>Caso das Próteses</i>	167
FIGURA 5.25	Análise dos argumentos de acordo com as estratégias de aprendizagem empregadas pelo G1, G2 e G3 ao solucionaram o caso mal-estruturado <i>Ameaça aos Cítricos</i>	169
FIGURA 5.26	Análise dos argumentos de acordo com as estratégias de aprendizagem empregadas pelo G1, G2 e G3 ao solucionaram o caso de múltiplos problemas <i>Reciclagem de Materiais</i>	171
FIGURA 5.27	Frequência do emprego de estratégias cognitivas durante o processo de resolução do caso estruturado, mal-estruturado e de múltiplos problemas.....	174
FIGURA 5.28	Frequência do emprego de estratégias metacognitivas durante o processo de resolução do caso estruturado, mal-estruturado e de múltiplos problemas.....	177
FIGURA 5.29	Quantidade de turnos de conversação ocorridos nos debates promovidos nas turmas B e C.....	180
FIGURA 5.30	Análise dos argumentos de acordo com a natureza dos critérios considerados por G1, G2 e G3 no debate sobre o caso estruturado <i>O Ataque das Cigarrinhas</i>	185
FIGURA 5.31	Análise dos argumentos de acordo com a natureza dos critérios considerados por G1, G2 e G3 no debate sobre o caso mal-estruturado <i>Ameaça aos Cítricos</i>	187
FIGURA 5.32	Análise dos argumentos de acordo com a natureza dos critérios considerados por G1, G2 e G3 no debate sobre o caso de múltiplos problemas <i>Reciclagem de Materiais</i>	188
FIGURA 5.33	Análise global da natureza dos critérios considerados nos argumentos dos grupos durante os debates promovidos nas turmas B e C.....	190

FIGURA 5.34	Análise dos argumentos de acordo com as fontes de evidências explicitadas nos argumentos de G1, G2 e G3 no debate sobre o caso estruturado <i>Ataque das Cigarrinhas</i>	195
FIGURA 5.35	Análise dos argumentos de acordo com as fontes de evidências explicitadas nos argumentos de G1, G2 e G3 no debate sobre o caso mal-estruturado <i>Ameaça aos Cítricos</i>	196
FIGURA 5.36	Análise dos argumentos de acordo com as fontes de evidências explicitadas nos argumentos de G1, G2 e G3 no debate sobre o caso de múltiplos problemas <i>Reciclagem de Materiais</i>	198
FIGURA 5.37	Análise dos argumentos de acordo com as estratégias de aprendizagem empregadas durante o debate sobre a resolução do caso estruturado <i>O Ataque das Cigarrinhas</i>	203
FIGURA 5.38	Análise dos argumentos de acordo com as estratégias de aprendizagem empregadas durante o debate sobre a resolução do caso estruturado <i>Ameaça aos Cítricos</i>	206
FIGURA 5.39	Análise dos argumentos de acordo com as estratégias de aprendizagem empregadas durante o debate sobre a resolução do caso de múltiplos problemas <i>Reciclagem de Materiais</i>	210
FIGURA 5.40	Questionário de avaliação das propostas aplicado nas turmas A e C.....	230

RESUMO

ESTUDO DE CASOS NA PROMOÇÃO DA ARGUMENTAÇÃO SOBRE QUESTÕES SÓCIO-CIENTÍFICAS NO ENSINO SUPERIOR DE QUÍMICA. No presente estudo, pautado principalmente na aplicação do método de Estudo de Caso, analisamos aspectos relacionados à argumentação de estudantes de um curso de Bacharelado em Química de uma universidade estadual paulista, em contextos que envolvem questões sócio-científicas. Desse modo, na etapa inicial da pesquisa investigamos o espaço ocupado pela argumentação no Ensino Superior de Química e elaboramos catorze casos, caracterizando-os como estruturados, mal-estruturados e de múltiplos problemas, a partir de considerações originárias do *IDEAL Problem-Solving Model*. Em etapas posteriores os alunos apresentaram oralmente a resolução dos casos e participaram de debates sobre as soluções encontradas por cada um dos grupos. Os casos foram aplicados em dois diferentes contextos: no primeiro, a argumentação ocorreu de forma totalmente espontânea; no segundo, os alunos foram instruídos sobre as características presentes em uma adequada argumentação. Considerando os diferentes contextos, investigamos se ensinar os alunos a argumentar, na perspectiva do Modelo de Toulmin, favoreceu o desenvolvimento de habilidades argumentativas. Ademais, elaboramos um modelo de análise de argumentação apropriado para avaliar aspectos relevantes relacionados a argumentos produzidos pelos estudantes em discussões sobre questões sócio-científicas, denominado Modelo de Análise de Argumentação Aplicável a Processos de Resolução de Questões Sócio-científicas, e o aplicamos com o intuito de compreendermos a natureza dos argumentos e os tipos de estratégias argumentativas usualmente empregadas pelos alunos para solucionar os casos, assim como as fontes de evidências usadas. Nessa perspectiva, procuramos avaliar a qualidade da argumentação dos alunos em discussões sobre questões sócio-científicas e verificar em que medida o método de Estudo de Caso favoreceu a elaboração de argumentos. As percepções dos alunos sobre as propostas de ensino aplicadas foram também investigadas através da aplicação de questionários. As conclusões do trabalho indicam que o discurso observado no Ensino Superior de Química é dominado pela fala do professor e não tende a fomentar discussões reflexivas sobre questões científicas/sócio-científicas. A partir da análise estrutural dos argumentos constatamos que instruir os estudantes sobre as características de uma adequada argumentação favoreceu a elaboração de argumentos mais complexos, do ponto de

vista estrutural. A aplicação do Modelo de Análise de Argumentação Aplicável a Processos de Resolução de Questões Sócio-científicas mostrou que a natureza dos casos influencia nos tipos de estratégias de aprendizagem empregadas nas suas resoluções, assim como na natureza dos critérios considerados na análise dos problemas e nas fontes de evidências utilizadas. Além disso, verificamos que determinadas estratégias são fortemente estimuladas em situações de apresentações orais, enquanto outras são privilegiadas em situações de debates. O referido Modelo se mostrou adequado às nossas análises, podendo ainda ser útil em outras situações que envolvam a solução de problemas com abordagem em aspectos sócio-científicos. As estratégias de ensino empregadas no estudo tiveram boa receptividade pelos alunos. Acreditamos que os resultados obtidos poderão servir de subsídio para o direcionamento de futuras pesquisas na área de Ensino de Ciências, relacionadas ao desenvolvimento e implementação de propostas didáticas favoráveis à prática da argumentação em ambientes de ensino-aprendizagem de Ciências.

ABSTRACT

CASE STUDIES IN THE PROMOTION OF ARGUMENTATION ON SOCIO-SCIENTIFIC ISSUES IN UNDERGRADUATE CHEMISTRY TEACHING. This study was guided mainly in the application of the case study method of instruction. We analyzed the students' argumentation on socio-scientific issues in an undergraduate chemistry course in Brazil. Firstly, we investigated the place of argumentation in undergraduate chemistry teaching, created fourteen cases, and characterized them as structured, ill-structured, and multiple problems based on the Ideal Problem-Solving Model. Next, groups of students presented their solutions to the cases orally and participated in debates on the subject. The cases were applied in two different contexts: first, the argumentation occurred spontaneously; second, the students were instructed about the characteristics of a good argument. Considering the different contexts, we investigated if the students that were taught to argue, based on Toulmin Model, would developed this skill better. Furthermore, we developed an argumentation model of analysis appropriated to assess other relevant aspects related to the arguments elaborated by the students in discussions of socio-scientific issues. This model, called Argumentation Model of Analysis Applicable to Processes of Resolution of Socio-Scientific Issues, was applied aiming at understanding the nature of the arguments, argumentative strategies, and the sources of evidence usually employed by the students to solve the cases. From this perspective, we evaluated the quality of argumentation in discussions on socio-scientific issues and observed to what extent the method of case study favored the development of arguments. The perceptions of the students on the teaching proposals were also investigated through questionnaires. The conclusions of the study indicated that the discourse observed in undergraduate chemistry teaching was teacher dominated and tended not to foster the reflective discussion of scientific and/or socio-scientific issues. Structural analysis of the arguments indicated that to teach students about the characteristics of a good argument favored the development of more elaborated arguments. The Argumentation Model of Analysis Applicable to Processes of Resolution of Socio-Scientific Issues showed that the type of cases influences the types of learning strategies, the nature of the criteria considered in the analysis of the problem, and the sources of evidence employed to their solution. Moreover, we found that certain strategies are strongly encouraged in situations of oral presentations, whereas others are encouraged in situations of debates. The

proposed model was adequate to our purposes, and it may also be useful in other situations involving problem solving on socio-scientific issues. The teaching strategies were well received by the students. We believe that the results can provide guidance for directing future research in Science Education related to the development of teaching strategies favorable to the practice of argumentation.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	1
1. INTRODUÇÃO.....	7
1.1. Argumentação no Ensino de Ciências.....	9
1.1.1. Estratégias desenvolvidas com o intuito de estimular habilidades argumentativas no Ensino de Ciências.....	12
1.1.1.1. Argumentação com abordagem em questões científicas	15
1.1.1.2. Argumentação com abordagem em questões sócio-científicas.....	17
1.1.2. A formação de professores visando o desenvolvimento de práticas pedagógicas fomentadoras da argumentação.....	23
1.1.3. Mecanismos empregados para ensinar o aluno a argumentar	27
1.1.4. Modelos de análise da qualidade da argumentação.....	29
1.2. Pesquisas sobre a argumentação no contexto nacional	36
2. OBJETIVOS.....	71
3. REFERENCIAIS TEÓRICOS.....	73
3.1. Referenciais teóricos para a elaboração das atividades	74
3.1.1. Produção dos Casos (HERREID, 1998)	74
3.1.2. Elaboração de questões favoráveis à tomada de decisão: Modelo Normativo de Tomada de Decisão de Kortland (1996).....	75
3.2. Referencial teórico para a classificação dos casos.....	77
3.2.1 IDEAL Problem-Solving Model.....	77
3.3. Referenciais teóricos para a análise dos argumentos.....	78
3.3.1. Os Usos do Argumento (Toulmin, 2001).....	78
3.3.2. Metodologia de análise dos argumentos, segundo Erduran et al., (2004).....	79
3.3.3. Modelo de Análise de Argumentação Aplicável a Processos de Resolução de Questões Sócio-científicas.....	81
4. METODOLOGIA.....	87
4.1. Observação sistemática de aulas de química.....	88
4.2. Elaboração e aplicação das propostas de ensino.....	91
4.2.1. Caracterização da disciplina.....	91

4.2.2.	Produção e classificação dos casos.....	92
4.2.3.	Aspectos comuns durante a aplicação das propostas nas turmas A, B e C.....	93
4.2.4.	Aspectos diferenciados durante a aplicação das propostas nas turmas A, B e C.....	95
4.3.	Métodos de registro dos dados.....	101
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	103
5.1.	O espaço destinado à argumentação no Ensino Superior de Química	103
5.1.1.	Observação das aulas.....	103
5.1.2.	Entrevistas com os professores responsáveis pelas aulas observadas.....	109
5.2.	Caracterização dos casos.....	111
5.3.	Análise estrutural dos argumentos empregados na resolução dos casos durante as apresentações orais (monólogos) nas turmas A e C.	124
5.3.1.	Componentes do argumento identificados nas apresentações orais sobre a resolução do caso <i>Ameaça nos Laranjais</i>	127
5.3.2.	Componentes do argumento identificados nas apresentações orais sobre a resolução do caso <i>Ameaça aos Cítricos</i>	130
5.3.3.	Análise comparativa da estrutura dos argumentos identificados nas apresentações orais dos grupos que solucionarem casos estruturados.....	134
5.3.4.	Análise comparativa da estrutura dos argumentos identificados nas apresentações orais dos grupos que solucionarem casos mal-estruturados.....	140
5.4.	Análise das apresentações orais utilizando o Modelo de Análise de Argumentação Aplicável a Processos de Resolução de Questões Sócio-científicas.....	150
5.5.	Análise dos argumentos empregados nos debates sobre a resolução dos casos nas Turmas B e C.....	178
5.5.1.	Análise da frequência dos turnos de conversação durante os debates entre os grupos pertencentes às turmas B e C.....	179
5.5.2.	Análise dos argumentos identificados nos debates entre grupos pertencentes às turmas B e C utilizando o Modelo de Argumentação Aplicável a Processos de Resolução de Questões Sócio-Científicas.....	183
5.6.	Impressões dos estudantes a respeito das propostas de ensino.....	228

5.7. Impressões dos estudantes sobre o Modelo de Toulmin (2001).....	237
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	241
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	249
ANEXOS.....	260

Apresentação

A minha concepção de argumentação sempre esteve relacionada à capacidade de persuadir, pois desde a mais tenra idade sentimos a necessidade de argumentar, seja para conseguir algo que desejamos, seja para convencer os demais a respeito de nossas ideias. Somente durante a realização do trabalho de mestrado tive o primeiro contato com teorias sobre a argumentação, sendo a minha primeira leitura, nesse sentido, o livro *Os Usos do Argumento* de Stephen Toulmin, pesquisador de referência nesse campo. Aliada ao estudo do livro, a leitura de artigos sobre a prática da argumentação na sala de aula, especialmente no Ensino de Ciências, despertaram a minha motivação para trabalhar com o tema no Ensino Superior de Química, principalmente por perceber que a maioria das pesquisas às quais tive acesso se direcionava à Educação Básica.

Após definir que a prática da argumentação seria privilegiada no trabalho de mestrado, surgiram as primeiras questões: *onde, sobre o que e como* se daria a produção de argumentos pelos alunos. No que diz respeito à primeira questão *onde*, a disciplina Comunicação e Expressão em Linguagem Científica II, oferecida no primeiro ano do curso de Bacharelado em Química do Instituto de Química de São Carlos/Universidade de São Paulo (IQSC/USP), se mostrou adequada aos objetivos almejados, pelo fato de visar o aperfeiçoamento de um aspecto estreitamente vinculado à argumentação, a comunicação oral. Em relação à segunda questão *sobre o que* argumentar, optei pela abordagem de questões sócio-científicas, uma vez que a referida disciplina não trata de conteúdos específicos de Química, e especialmente pelo fato de tais questões serem apontadas na literatura como potencialmente capazes de estimular a capacidade argumentativa dos estudantes. Quanto à questão de *como* se daria a produção de argumentos, optei

pelo emprego do método de Estudo de Caso. Este consiste em uma variante do método *Problem Based Learning* (PBL), que teve origem na Escola de Medicina da Universidade de McMaster, Ontário, Canadá, no final dos anos 60 e logo se difundiu por Faculdades de Medicina de diversos países. O método foi desenvolvido com o intuito de colocar os alunos em contato com problemas reais, com o propósito de estimular o pensamento crítico, a habilidade de resolução de problemas e a aprendizagem de conceitos da área em questão.

O Estudo de Caso é um método que oferece aos estudantes a oportunidade de direcionar sua própria aprendizagem e investigar aspectos científicos e sócio-científicos, presentes em situações reais ou simuladas, de complexidade variável. O método consiste na utilização de narrativas (casos) sobre dilemas vivenciados por pessoas que precisam tomar decisões importantes a respeito de determinadas questões. A familiarização com o contexto do caso e com seus personagens impulsiona os estudantes na busca de escolhas para solucioná-lo e a posterior tomada de decisão. Dessa maneira, utilizei o método e busquei verificar em que medida ele seria capaz de estimular a elaboração de argumentos pelos alunos, assim como avaliar a qualidade dos argumentos empregados na resolução de casos com abordagem em aspectos sócio-científicos.

Nessa perspectiva, procurei subsídios na literatura e parti para a elaboração dos casos. O trabalho de HERREID (1998) intitulado *What Makes a Good Case?* foi útil no cumprimento dessa tarefa. Assim, cinco casos distintos foram elaborados: *Praga do Coqueiro*, *Caso das Próteses*, *Poluição em Rondônia*, *Ameaça nos Laranjais* e *Doença de Granja*. Os casos foram solucionados pelos estudantes, que trabalharam em pequenos grupos, e após uma sequência de atividades apresentaram oralmente a resolução dos casos. A análise dos argumentos empregados nas apresentações foi realizada do ponto de vista estrutural com base no Padrão de Argumento proposto por TOULMIN (2001). Foi possível concluir que a introdução de questões sócio-científicas, por meio de Estudo de Caso, é uma alternativa promissora para estimular a argumentação em sala de aula e outras habilidades de caráter formativo, como o trabalho em grupo, a resolução de problemas, o pensamento crítico e a tomada de decisão.

Cabe destacar que a pesquisa realizada no mestrado subsidiou outra investigação, que resultou no trabalho desenvolvido por VELLOSO (2009), também

integrante do Grupo de Pesquisa em Ensino de Química do IQSC/USP. Na dissertação defendida pela autora, o método de Estudo de Caso foi empregado, porém com abordagem voltada a questões científicas inerentes à disciplina na qual a proposta foi aplicada, denominada Corrosão e Eletrodeposição. Artigos concernentes à temática, publicados em revistas científicas, pautaram a elaboração de três casos: *Corrosão em Pontes*, *Corrosão em Aviões* e *Corrosão em Materiais Empregados no Meio Bucal*.

A experiência por nós obtida com a aplicação do método de Estudo de Caso deu origem ao livro *Estudo de Casos no Ensino de Química*, publicado pela Editora Átomo (SÁ e QUEIROZ, 2009a). A obra, dirigida a professores e alunos de Licenciatura em Química, relata algumas características e possibilidades da aplicação do método no ensino dessa Ciência. O livro se originou de nossa crença na sua potencialidade em favorecer o trabalho de professores, por meio do estabelecimento de práticas pedagógicas voltadas ao desenvolvimento de conteúdos não somente informativos, mas também formativos em cursos de Química. O trabalho de mestrado resultou ainda na publicação de dois artigos na Revista *Química Nova: Estudos de Caso em Química* (SÁ et al., 2007) e *Promovendo a Argumentação no Ensino Superior de Química* (SÁ e QUEIROZ, 2007a); de um artigo na Revista *Enseñanza de las Ciencias: Argumentação no Ensino Superior de Química: Investigando uma Atividade Fundamentada em Estudos de Casos* (QUEIROZ e SÁ, 2005); além de publicações em atas de eventos realizados no Brasil e no exterior.

O trabalho foi também divulgado por meio de seminários e mini-cursos sobre a aplicação do referido método e sobre os resultados obtidos a respeito da qualidade da argumentação dos alunos. No que diz respeito à aplicação do método, em 2007, o seminário *Casos Investigativos no Ensino de Química* foi proferido no V Ciclo de Palestras e Filmes Científicos, oferecido pelo Departamento de Química da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, da USP, em Ribeirão Preto - SP; e no V Evento de Educação em Química (EVEQ), ocorrido no Instituto de Química da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), em Araraquara – SP. Também foram oferecidos dois mini-cursos: *Estudos de Casos no Ensino e na Aprendizagem de Ciências*, ministrado no XIII Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), realizado em 2006, na Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), em Campinas - SP; e *Estudo de Casos no Ensino de*

Química, ministrado em 2009, no IX Encontro de Educação Química da Bahia (EDUQUI), realizado na Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), em Ilhéus – BA. Os mini-cursos foram direcionados a professores do Ensino Médio, interessados em aplicar o método em suas aulas de Química.

No que diz respeito ao tema argumentação, a palestra *Argumentação no Ensino de Ciências* foi proferida no XIII ENEQ e no IX EDUQUI, em 2006 e 2009, respectivamente. No âmbito internacional a palestra intitulada *Argumentação no Ensino de Química* foi apresentada na *XIII Reunión de Educadores en Química y Primeras Jornadas Internacionales*, evento realizado em 2006, em Rosário, Argentina. Além disso, palestras sobre o tema foram ainda proferidas como parte das atividades oferecidas pelos Programas de Pós-Graduação do Instituto de Física da USP, do Instituto de Geociências da UNICAMP e da Faculdade de Educação da UNICAMP.

Diante da breve descrição do percurso percorrido no desenvolvimento do trabalho de mestrado, acredito na boa receptividade da proposta junto a profissionais da área de Ensino de Química, assim como entre os estudantes submetidos à sua aplicação. Porém, muito embora o trabalho realizado tenha apontado para a importância do desenvolvimento de estratégias de ensino capazes de estimular a argumentação no Ensino de Ciências, algumas questões foram suscitadas a partir dos resultados obtidos, lacunas que procuro preencher no trabalho de doutorado. Algumas delas, que motivaram a realização do presente trabalho são:

- *Qual o espaço destinado à prática da argumentação nas disciplinas teóricas e experimentais no Ensino Superior de Química?*
- *Que tipos de casos podem favorecer determinadas estratégias argumentativas?*
- *Ensinar o aluno a argumentar pode promover melhorias na qualidade da argumentação?*
- *Se a análise estrutural apresenta limitações que impedem melhor avaliar a qualidade de um argumento, que outros aspectos podem ser considerados nessa avaliação?*

Diante de tais colocações o projeto de doutorado foi fundamentado e tem como principal objetivo compreender como se dá a argumentação dos estudantes quando submetidos a distintas situações de ensino. Desse modo, fez-se necessário um abrangente estudo a respeito das iniciativas relacionadas à prática da argumentação no Ensino de Ciências. Resultados desse estudo são discutidos no primeiro capítulo desta tese, no qual apresento os principais enfoques das pesquisas, no cenário nacional e internacional, sobre a argumentação no Ensino de Ciências. No segundo capítulo estão explicitados os objetivos que nortearam a realização do trabalho, assim como as questões de pesquisa que busco responder a partir dos resultados obtidos.

O terceiro capítulo versa sobre os referenciais teóricos empregados na elaboração das atividades e na avaliação da qualidade dos argumentos. Nesse capítulo, destaque especial é dado ao Modelo de Análise de Argumentação Aplicável a Processos de Resolução de Questões Sócio-científicas, elaborado a partir dos dados obtidos na presente pesquisa e que busca contemplar aspectos frequentemente observados no processo de resolução de casos. O Modelo foi produzido com o intuito de suprir limitações apontadas àqueles referenciais teóricos que desconsideram o contexto em que o argumento foi produzido, limitando-se à sua estrutura, como o Modelo de TOULMIN (2001).

Estabelecidos os referenciais teóricos a serem adotados, no quarto capítulo apresento o percurso metodológico da pesquisa, com a descrição de todas as etapas de aplicação das atividades. No quinto capítulo apresento os resultados obtidos, seguidos de discussões acerca das questões de pesquisa colocadas inicialmente. E finalmente, no sexto capítulo, apresento as considerações finais e possibilidades de encaminhamentos de futuros trabalhos oriundos desta tese.

1. Introdução

O homem como ser social e racional, em contato permanente com seus semelhantes, para se defender, para defender seus pontos de vista e até mesmo para sobreviver, sempre teve a necessidade de argumentar. O interesse pela argumentação é evidenciado desde a Grécia antiga, e não é diferente nos dias atuais (BARBISAN, 2007). A linguística tem se debruçado sobre o tema, e nas últimas décadas, pesquisas teóricas e empíricas da área de Ensino de Ciências, que destacam o papel da argumentação no processo educacional se intensificaram consideravelmente. Dentre outros aspectos, tais pesquisas apontam para a sua importância nesse ensino, e para a necessidade do desenvolvimento de estratégias pedagógicas que estimulem a capacidade argumentativa dos estudantes sobre questões científicas e sócio-científicas, em todos os níveis de escolaridade (WATSON et al., 2004; SADLER e DONNELLY, 2006).

No que diz respeito à abordagem de aspectos sócio-científicos, especial importância tem sido atribuída, e sua introdução no currículo tem sido amplamente recomendada, principalmente com o intuito de encorajar os alunos a desenvolver uma ação social responsável a partir de questões vinculadas à sua realidade (RATCLIFFE, 1998). Esse objetivo relaciona-se ao desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão, a qual pode ser compreendida como a maneira racional de escolha entre meios alternativos de ação (relativas às questões sociais ou públicas), que requerem um julgamento em termos de seus valores (KORTLAND, 1996).

Nesse sentido, DRIVER et al., (2000) afirmam que a escolha entre diversas alternativas de ação envolve um processo argumentativo que requer que sejam analisadas as diferentes fontes de informação, comparando as razões que

conferem confiabilidade a cada uma das alternativas. Assim, ajudar o aluno a melhorar a sua argumentação possibilita desenvolver a sua capacidade de análise na escolha confiante entre as diferentes alternativas, a partir das várias fontes de informações e dos vários modelos explicativos para o processo envolvido.

De acordo com SADLER (2006), a ocorrência de uma efetiva educação em Ciências requer, além do envolvimento ativo do estudante em investigações científicas, o desenvolvimento de práticas discursivas que possibilitem ao aluno aplicar o seu conhecimento científico na tomada de decisões pessoais e/ou públicas sobre questões relacionadas à Ciência. Essas práticas discursivas, que incluem, dentre outros aspectos, a avaliação de evidências e alternativas, o estabelecimento da validade de alegações científicas e contra-evidências, constituem a denominada argumentação científica (DRIVER et al., 2000).

Nessa perspectiva, o presente estudo foi desenvolvido e visa dar continuidade à pesquisa anteriormente realizada, durante o nosso trabalho de mestrado (SÁ, 2006). Sua abordagem diz respeito à importância da argumentação no Ensino de Ciências, em situações que envolvem, especialmente, questões sócio-científicas. Considerando a colocação, a seguir, presente nas Diretrizes Curriculares para os Cursos de Química, a introdução de questões sócio-científicas no Ensino Superior, proposta neste trabalho, é extremamente pertinente. De fato, nas Diretrizes afirma-se que aos profissionais de Química:

Deve ser possibilitado, durante o curso de graduação, (i) buscar uma formação ampla e multidisciplinar fundamentada em sólidos conhecimentos de Química, que lhe possibilite atuar em vários setores; (ii) desenvolver metodologia e senso de responsabilidade que lhe permita uma atuação consciente; (iii) exercitar sua criatividade na resolução de problemas; (iv) trabalhar com independência; (v) desenvolver iniciativas e agilidade no aprofundamento constante de seus conhecimentos científicos para que possa acompanhar as rápidas mudanças da área em termos de tecnologia e mercado globalizado e deve, ainda, (vi) aprender a tomar decisões, levando em conta os possíveis impactos ambientais ou de saúde pública, quando atuar na implantação de novos processos industriais para a produção de substâncias de uso em larga escala (ZUCCO et al., 1999).

Com base nas colocações presentes nas Diretrizes, que destacam a necessidade do desenvolvimento de uma série de habilidades indispensáveis ao exercício da cidadania, e considerando que a inserção de questões sócio-científicas no Ensino de Ciências tem sido empregada com esse objetivo, o presente trabalho

foi fundamentado. Considerando ainda que o desenvolvimento de habilidades argumentativas, objetivo principal do presente trabalho, está intrinsecamente presente nas propostas que empregam questões sócio-científicas no Ensino de Ciências (KOLSTO, 2006; SADLER e DONNELLY, 2006; SIMONNEAUX, 2008), a pesquisa encontra respaldo. Desse modo, neste capítulo serão discutidos aspectos fundamentais relacionados à argumentação no Ensino de Ciências.

1.1. A argumentação no Ensino de Ciências

Na literatura encontramos diferentes definições para a argumentação. EEMEREN et al., (1987), por exemplo, descrevem a argumentação como uma atividade social e de natureza discursiva, na qual indivíduos que expressam pontos de vista divergentes sobre um tema defendem seus posicionamentos com vistas ao convencimento de seus interlocutores. Nessa perspectiva, LEITÃO e ALMEIDA (2000) definem a argumentação como uma atividade de natureza eminentemente dialógica (envolve multiplicidade de perspectivas) e dialética (pressupõe oposição). Assim, a ênfase na dimensão dialógica da argumentação, implicaria sempre na presença mínima de dois interlocutores. No entanto, segundo os autores, mesmo em situações de monólogo, como na apresentação de palestras ou na produção de textos escritos, também há a ocorrência de argumentação. Em tais situações, o diálogo se realiza pela presença de um interlocutor imaginário a quem a argumentação se dirige. Sendo, portanto, o confronto entre pontos de vista, e não entre indivíduos que confere à argumentação sua dimensão dialógica/dialética. Entendida dessa maneira, a argumentação se define como um espaço de negociação (ROUSSEY e GOMBERT, 1996), no qual argumentos apresentados estão sujeitos à contestação e podem, em consequência disso, ser expandidos, retirados pelos seus proponentes ou ainda transformados em aspectos cruciais (LEITÃO, 2000).

Segundo BARBISAN (2007), o estudo da argumentação se apresenta sob duas formas: uma relacionada à retórica e outra ligada à Ciência. Na primeira, o discurso é visto como um conjunto de atos de linguagem planejados e dirigidos a um público em determinado contexto. Diferentes etapas do processo conduzem ao discurso argumentado: a etapa propriamente argumentativa (procura de argumentos); a textual (organização de argumentos); a linguística (colocação de

argumentos em palavras e frases); a memorização (trabalho do orador para o público). Para a argumentação científica, que se desenvolveu no contexto da lógica, os textos são instrumentos da expressão lógica. Assim, a demonstração, que exige exatidão, rigor, opõe-se a argumentação que expressa incerteza e dúvida. Isso porque se entende que a Ciência deve apresentar fatos comprovados e normas de encadeamento dos enunciados de modo a colocar à prova o discurso argumentativo.

No contexto da sala de aula, CUENCA (1995) define argumentação como uma forma de interação comunicativa particular em que docentes e alunos confrontam seus saberes e opiniões sobre um tema com o propósito de convencer ao outro, utilizando um tipo de texto determinado. Em contraponto, para DUSCHL e OSBORNE (2002) a argumentação é entendida como um processo colaborativo e social, necessário para a resolução de problemas e para o progresso do conhecimento, ao invés de uma competição entre indivíduos, na busca de um vencedor. KRUMMHEUER (1995) apresenta a seguinte definição para argumento: “explicação intencional do raciocínio a respeito de uma dada solução durante ou após o seu desenvolvimento”. Em alguns casos, esta explicação do raciocínio ocorre em termos de uma única linha de pensamento, sendo referenciada como um “argumento monológico”. Em outras situações, particularmente quando mais pessoas estão envolvidas no processo de raciocínio, haverá o desenvolvimento de linhas divergentes, ao que é chamado de “argumento dialógico”.

SIMON et al. (2006) fazem distinção entre “argumento” e “argumentação”. Segundo os autores, “argumento” se refere à essência das conclusões, dados, justificativas e conhecimentos básicos que contribuem para o conteúdo de um argumento; por outro lado, “argumentação” se refere ao processo de agregação desses componentes, quando se proporciona aos estudantes atividades que requerem discussão e debate. SADLER (2006) apresenta a distinção existente entre “argumentação” e “discurso”. Segundo o autor, o termo “discurso” geralmente refere-se a expressões verbais ou conversação, enquanto a “argumentação” é conceituada como uma articulação do raciocínio informal. Ou seja, é a expressão do raciocínio em um contexto desestruturado, controverso, cujo problema seja discutível e possa apresentar múltiplas soluções e ser visto sob diferentes perspectivas. NUSSBAUM (2002) apresenta ainda a distinção entre a argumentação formal e a informal. De acordo com o autor, a “argumentação informal” ocorre em pequenos grupos e as premissas tendem a ser implícitas. Se o

raciocínio do indivíduo não é compreendido, alguém pode solicitar algum tipo de esclarecimento. Por outro lado, a “argumentação formal” é direcionada pra uma audiência numerosa, fato que torna mais difícil a solicitação de esclarecimentos por parte dos ouvintes e, portanto, há uma maior necessidade que o raciocínio seja explícito.

Pesquisas oriundas de diferentes países, que discutem questões relacionadas à argumentação no Ensino de Ciências têm sido frequentes na literatura internacional e nacional. No que diz respeito ao contexto internacional merece destaque a publicação do livro *Argumentation in Science Education* (ERDURAN e JIMENEZ ALEIXANDRE, 2008), que reúne trabalhos de renomados especialistas no tema argumentação no Ensino de Ciências. O livro apresenta pesquisas que combinam perspectivas teóricas e empíricas relevantes para o Ensino de Ciências. Também é digna de nota a publicação do número especial *Argumentación en el Salón de Clase*, na seção *De aniversario* da revista mexicana *Educación Química*, em 2009. A seção conta com seis contribuições de pesquisas provenientes de diferentes países, duas delas desenvolvidas no Brasil: *O Espaço para a Argumentação no Ensino Superior de Química*, de QUEIROZ e SÁ (2009), do Grupo de Pesquisa em Ensino de Química do IQSC/USP; e *Argumentación en Textos de una Revista de Educación de Profesores. Un Ejercicio de Análisis Basado en Conceptos Bakhtinianos de Género y Lenguaje Social*, de MARTINS (2009), do Laboratório de Linguagens e Mediações, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Tais pesquisas sinalizam que os modos dialógicos de interação serão elementos essenciais do processo de ensino-aprendizagem no século XXI e que os professores necessitam estar preparados para fomentá-los na sala de aula.

No contexto nacional merece destaque a publicação do livro *Argumentação e Ensino de Ciências*, organizado por NASCIMENTO e PLANTIN (2009), cujo lançamento ocorreu no VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), realizado em Florianópolis – SC, em novembro de 2009. Segundo os organizadores, “a contribuição dessa obra é a discussão central da natureza do discurso científico, não somente argumentativo em seu processo de embate entre as evidências empíricas e a comunidade dos especialistas, mas uma retórica particular que entra em sala de aula através da orquestração do professor”.

Com base na análise das produções supracitadas, que englobam contribuições relevantes para o desenvolvimento das discussões sobre a argumentação no Ensino de Ciências, constatamos que as pesquisas nelas reportadas se relacionam, principalmente, a:

- **Estratégias desenvolvidas com o propósito de estimular a argumentação a respeito de questões científicas e sócio-científicas em ambientes de ensino-aprendizagem de Ciências;**
- **Capacitação de professores no que diz respeito às habilidades dos mesmos em promover a argumentação em ambientes de ensino-aprendizagem de Ciências;**
- **Mecanismos empregados para ensinar os estudantes a argumentar a respeito de questões científicas e sócio-científicas;**
- **Modelos construídos com o intuito de avaliar argumentos produzidos pelos alunos mediante distintas situações apresentadas em ambientes de ensino-aprendizagem de Ciências.**

A seguir, discutiremos cada um dos focos temáticos destacados acima e, posteriormente, apresentaremos um levantamento bibliográfico com o intuito de compreender como os estudos sobre argumentação no Ensino de Ciências vêm sendo desenvolvidos no âmbito nacional. Julgamos de grande importância para o satisfatório alcance dos nossos objetivos, o conhecimento dos trabalhos já realizados e as perspectivas adotadas por diferentes autores, especialmente no nosso país.

1.1.1. Estratégias desenvolvidas com o intuito de estimular habilidades argumentativas no Ensino de Ciências

De acordo com TEIXEIRA (2007), se por um lado ainda existe a necessidade de investigação de diversos aspectos para que possamos entender como se dá a inserção do discurso argumentativo no contexto das aulas de Ciências, temos também de reconhecer que, efetivamente, já há uma considerável produção apontando modos pelos quais se podem promover situações propícias ao desenvolvimento do discurso argumentativo no ensino-aprendizagem das Ciências Naturais.

Têm sido denominadas de argumentativas as situações de comunicação orais ou escritas em que se expressam pontos de vista e se assumem

posicionamentos no intuito de convencer, assegurar a concordância de visões, tais como: situações de debates, editoriais, resenhas críticas, textos de opinião, cartas de solicitação, cartas de reclamação, cartas ao leitor, requerimentos, ensaios, monografias e dissertações. O discurso argumentativo pode acontecer entre sujeitos, face a face, ou não (por exemplo, nas situações de comunicação escrita), entre indivíduos ou do indivíduo consigo mesmo ou, melhor dizendo, com as diferentes vozes da mente (WERTSCH, 1991).

Segundo BRAUND et al., (2007), atividades desenvolvidas com a finalidade de promover a argumentação podem ser organizadas com a utilização de diferentes formatos. Ou seja, as atividades podem ser realizadas em pequenos grupos, que assumirão diferentes posições ou serão contrários a uma dada alegação, ou podem ser conduzidas na forma de debate com a sala inteira. As tarefas poderão envolver aspectos científicos ou sócio-científicos (com possíveis dimensões políticas e éticas). Poderão ainda ser abertas, com questionamentos do tipo “o que você pensa a respeito das razões para esse fenômeno?”, ou fechadas, com questionamentos do tipo “selecione a partir dos dados explicações para o fenômeno e argumente a respeito”.

No trabalho *Comparing the Effect of Scientific and Socio-scientific Argumentation Tasks: Lessons from South Africa*, BRAUND et al. (2007) apresentam uma comparação a respeito de duas atividades promotoras da argumentação, uma com enfoque em aspectos científicos, e a outra, sócio-científicos, ambas realizadas em aulas de Biologia, com estudantes da África do Sul. A primeira atividade (aspectos científicos) estimulava os alunos, divididos em pequenos grupos, a argumentar a respeito da classificação de um organismo unicelular. Cada grupo, que teve acesso a cartões com evidências sobre características aplicáveis ao organismo estudado, tinha a tarefa de decidir se o organismo era animal, planta, ou nenhum dos dois, colocando as evidências contidas nos cartões nas categorias apropriadas. Posteriormente, os grupos defendiam suas posições durante uma discussão com a sala inteira. Na segunda atividade (aspectos sócio-científicos), os alunos, também em pequenos grupos, foram incentivados a argumentar a respeito do tema Tráfico de Órgãos. Textos, contendo Estudo de Casos a respeito do tema foram distribuídos e também foram atribuídos papéis aos alunos, que tinham a tarefa de listar os prós e contras relacionados ao tema. Os estudantes deveriam buscar consenso dentro de seus respectivos grupos, sobre a questão discutida, para que então uma discussão

com a classe inteira fosse realizada, com a defesa das posições de cada um dos grupos.

De modo geral, os resultados obtidos na pesquisa sugerem que a argumentação em contextos de Ciência pura pode ser vista pelos professores como mais fácil e mais bem sucedida, em relação à argumentação sobre questões morais e éticas. Segundo os autores, para o professor, argumentar sobre questões controversas requer consciência da Ciência fundamental e diversas posições éticas e morais precisam ser tomadas por alunos de distintas origens culturais. Os autores alertam para a existência de cursos que promovem uma visão de Ciência desvinculada das origens sociais e culturais dos indivíduos. Concluíram ainda que o valor da argumentação em contextos sócio-científicos está muito mais em sintonia com os objetivos democráticos da África do Sul.

Nessa perspectiva, a organização de espaços para discussões a respeito de problemas autênticos, como o proposto no trabalho anteriormente citado, tem sido recomendada como forma de estimular a argumentação no Ensino de Ciências (DUSCHL, 1998; JIMENEZ ALEIXANDRE, 1998). DUSCHL e OSBORNE (2002) definem problemas autênticos como aqueles que apresentam uma situação (real ou simulada), contextualizada na vida cotidiana, com a complexidade adequada aos propósitos de ensino, e que requerem o uso do pensamento lógico e crítico e a consideração de explicações alternativas. Tais problemas podem assumir um caráter científico ou sócio-científico e encontram aplicação em diversas disciplinas.

No trabalho de JIMÉNEZ ALEIXANDRE (1998), a autora apresenta dados relacionados ao projeto SEPIA (*Science Education Through Portfolio Instruction and Assessment*), desenvolvido na Universidade de Michigan, nos Estados Unidos, e que tem como um de seus princípios a identificação de problemas autênticos, diretamente conectados à vida real. Além disso, é apresentada uma tabela com uma série de problemas dessa natureza e o nível de escolaridade ao qual a investigação do problema se adéqua. A autora também apresenta informações acerca do Projeto RODA (*Razonamiento, Discussion e Argumentación*), levado a cabo na Universidade de Santiago de Compostela, na Espanha. O referido projeto analisa o desenvolvimento da capacidade de argumentação de estudantes do Ensino Médio. A análise é realizada com base nas discussões ocorridas, em pequenos grupos, ao resolverem problemas ou realizarem atividades no laboratório.

Nos tópicos apresentados a seguir discutiremos separadamente aspectos e exemplos relacionados a estratégias promotoras da argumentação no Ensino de Ciências com abordagem em questões científicas e sócio-científicas. Vale destacar que enfoque especial será dado às questões sócio-científicas, uma vez que as mesmas são, para o presente trabalho, de particular interesse.

1.1.1.1. Argumentação com abordagem em questões científicas

Segundo CHIARO e LEITÃO (2005), adeptos de variadas perspectivas teóricas concordam que a existência de polêmica, de incerteza, em torno de um tema, é requisito essencial para que o discurso seja argumentativo. Ou seja, a percepção de uma ideia como discutível é a primeira condição para que se gere a argumentação em torno dela. Nesse sentido, as autoras classificam ainda o discurso em duas categorias principais: o “discurso natural”, que trata de questões do cotidiano (discurso de opinião), e o discurso científico. Este último, por ser relativamente “cristalizado” e por não aceitar remodelações em função da argumentação de leigos, não seria facilmente percebido, por estes, como discutível.

Ainda segundo as autoras, a implicação dessa última afirmação parece ser a redução da possibilidade de se gerar a argumentação em situações instrucionais, uma vez que os temas abordados, nesse contexto, fazem parte de conhecimento “consolidado”. Ideia essa não sustentável à luz de pesquisas que abordam a argumentação em situações instrucionais com abordagem em questões científicas, como é possível constatar nos trabalhos apresentados a seguir.

O trabalho de NIAZ et al. (2002), por exemplo, foi desenvolvido com 160 estudantes calouros matriculados em disciplina de Química Geral na Universidade de Oriente, na Venezuela, com o intuito de facilitar a compreensão de estudantes universitários sobre o tema Estrutura Atômica, baseada nos modelos de Thomson, Rutherford e Bohr. A hipótese dos autores era que discussões promovidas na sala de aula, baseadas em argumentos e contra-argumentos a respeito dos princípios nos quais os cientistas basearam seus modelos atômicos, poderia facilitar a compreensão dos estudantes a respeito de Estrutura Atômica. Os resultados mostraram que quando são oferecidas oportunidades para argumentar e discutir, a compreensão dos estudantes vai além da mera repetição de detalhes experimentais. Os autores ressaltam que, se queremos que nossos estudantes compreendam como se dá o desenvolvimento científico, faz-se necessário que

detalhes experimentais sejam inseridos, não como uma retórica de conclusões, mas como princípios heurísticos baseados em argumentos, controvérsias e interpretações dos cientistas.

O estudo de DUMRAUF e CORDEIRO (2005) foi realizado numa escola pública argentina, com 20 estudantes na faixa etária de 16 a 18 anos. O objetivo dos autores consistiu em mostrar como um professor ensinava o tema Termodinâmica utilizando processos argumentativos. Para tanto, foram identificadas as estratégias utilizadas por um docente para promover a argumentação com pequenos grupos de estudantes. No caso, a argumentação era desenvolvida num contexto natural, com a participação ativa do professor como argumentador (e não somente como facilitador do debate). Os autores ressaltam que a atividade não foi planejada com o intuito de ensinar os alunos a argumentar, mas sim de ensinar Termodinâmica. A atividade foi conduzida em seis aulas que envolveram o levantamento das noções prévias dos alunos a respeito do tema, aulas expositivas, resolução de exercícios escritos, pesquisas em livros e discussões em grupos sobre situações problemáticas que envolviam os conceitos estudados. Os autores concluem que a diversidade de ações propostas pelo professor e a maneira como as mesmas foram conduzidas favoreceram a compreensão do conhecimento científico por parte dos estudantes.

KELLY e TAKAO (2002) conduziram uma investigação em um curso introdutório de Oceanografia, na Universidade da Califórnia, nos Estados Unidos, com o propósito de desenvolver uma metodologia para a análise de argumentos escritos dos estudantes e aplicá-la para avaliar o uso de evidências na produção dos textos. Para tanto, foi utilizado o CD-ROM interativo *Our Dynamic Planet* que fornecia um conjunto de dados para que os estudantes pudessem explorar as questões científicas em foco. Ou seja, no CD-ROM eram fornecidos dados relacionados ao planeta terra que deveriam ser usados pelos estudantes para solucionar problemas associados às placas tectônicas. Representações de dados foram usadas pelos alunos na elaboração de um artigo científico. Os argumentos produzidos foram classificados em níveis epistêmicos, de acordo com a metodologia proposta pelos autores, buscando-se identificar as conexões entre os diferentes níveis. Os resultados são apontados como promissores, no que diz respeito ao emprego da metodologia desenvolvida.

1.1.1.2. Argumentação com abordagem em questões sócio-científicas

A abordagem de questões sócio-científicas, normalmente referenciadas pela sigla SSI (oriunda do inglês *Socioscientific Issues*), em situações de ensino-aprendizagem de Ciências, tem sido recomendada em pesquisas realizadas na área de Ensino de Ciências (PATRONIS et al., 1999; SADLER, 2004; KOLSTO, 2006; SADLER e DONNELLY, 2006; BRAUND et al., 2007; ZEIDLER et al., 2009).

De acordo com SIMONNEAUX (2008), SSI são definidas como questões controversas em que competem diferentes visões e que têm implicações em um ou mais dos seguintes campos: Biologia, Sociologia, Ética, Política, Economia e Ambiente. A natureza controversa das questões sócio-científicas está relacionada com o grau de incerteza nelas envolvido. Nesse sentido, SADLER e DONNELLY (2006) apontam que os problemas atuais mais frequentemente empregados em trabalhos sobre SSI estão relacionados ao meio ambiente e à biotecnologia, como por exemplo, temas que discutem questões relacionadas à engenharia genética, clonagem, poluição, mudanças climáticas etc. De fato, tais temas apresentam características que se aproximam daquelas apontadas por HMELO-SILVER (2004) como necessárias para o ensino em uma abordagem SSI. De acordo com o autor, o ensino com SSI deve envolver o contato com problemas que são complexos, abertos, mal-estruturados e discutíveis. Problemas abertos são aqueles que podem apresentar múltiplas perspectivas e alternativas de solução. Problemas mal-estruturados são definidos como aqueles que não apresentam uma solução evidente, havendo múltiplas possibilidades de solução. Ou seja, os estudantes necessitam definir o problema, gerar questões de aprendizagem e desenvolver possíveis alternativas e/ou critérios para solucionar a questão.

É ainda importante considerar a colocação feita por ZEIDLER et al., (2009), que chamam a atenção para a distinção existente entre a abordagem SSI e a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) de ensino. Segundo os autores, esta última tende a enfatizar a compreensão dos estudantes a respeito das interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, mas pouca atenção é dada, se é dada, à qualidade das interações sociais e do discurso reflexivo estreitamente relacionado com a formação de consciência e princípios de justiça. Por outro lado, dentro da estrutura SSI, os estudantes são submetidos a problemas que envolvem pontos de vista sociais, morais ou científicos discrepantes, que entram em conflito,

muitas vezes, com as suas próprias crenças. Ou seja, tais problemas os introduzem em um contexto que estimula a reflexão ativa e a análise de conexões relevantes entre a Ciência, suas próprias vidas e a qualidade de vida da comunidade (KOLSTO, 2006). De acordo com SADLER (2004), as SSI visam o engajamento dos estudantes na tomada de decisão a respeito de questões sociais contemporâneas, com implicações morais, inseridas em algum contexto científico.

Segundo SIMONNEAUX (2008) há uma diversidade de objetivos inerentes a propostas com abordagem SSI, dentre eles destacam-se: aprendizagem de conteúdo científico; educação para a cidadania; tomada de decisão; capacidade de argumentação; capacidade de lidar com a complexidade; e melhor compreensão a respeito da natureza da Ciência. De acordo com o autor, professores e pesquisadores priorizam um ou vários desses objetivos e com base nisso determinam a fundamentação teórica e a metodologia a ser empregada para tal fim.

Um objetivo frequentemente apontado nos trabalhos analisados se relaciona à capacidade de tomada de decisão dos estudantes diante de problemas reais. O trabalho de ZEIDLER et al. (2009), por exemplo, realizado com adolescentes de uma escola situada na Flórida, nos Estados Unidos, explora as possíveis relações existentes entre a abordagem SSI e o desenvolvimento de julgamento reflexivo por parte dos estudantes. Na pesquisa os autores utilizam a estratégia denominada *Reflective Judgment Model* (RJM), desenvolvida e aperfeiçoada durante vinte anos por KING e KITCHENER (2004). A RJM tem como principal objetivo oferecer aos estudantes a oportunidade de reflexão sobre problemas mal-estruturados que requerem a avaliação de afirmações, a análise de evidências, a avaliação de pontos de vista distintos a respeito de questões éticas relacionadas a tópicos científicos e o reconhecimento do papel da construção do conhecimento científico.

Diversos trabalhos na literatura apontam a abordagem SSI na sala de aula como capaz de promover o desenvolvimento da capacidade argumentativa dos estudantes. No trabalho desenvolvido por KOLSTO (2006), *Patterns in Student's Argumentation Confronted with a Risk-focused Socio-scientific Issue*, são apresentados resultados de um estudo em que 22 estudantes, de quatro diferentes escolas situadas na Noruega, foram entrevistados sobre as suas impressões a respeito de uma situação problema: o local de construção de novas linhas elétricas e

o possível aumento do risco de ocorrência de leucemia infantil. O objetivo principal do estudo foi especular sobre como os estudantes argumentam quanto incentivados a tomar decisões a respeito de questões que relacionam o conhecimento científico com valores pessoais. Os resultados da pesquisa apontaram que a proposta foi promissora, favorecendo a argumentação. O autor destaca ainda que a pesquisa não buscou especular se o conhecimento científico é relevante para a ocorrência de argumentação, mas sim que tipo de conhecimento é considerado relevante por diferentes pessoas que apresentam diferentes valores. O tipo de conhecimento, segundo o autor, foi crucial na tomada de decisão pelos participantes da pesquisa.

SADLER e DONNELLY (2006) no artigo *Socioscientific Argumentation: the Effects of Content Knowledge and Morality*, como o próprio título sugere, exploram a argumentação de estudantes do Ensino Médio durante as suas tentativas de solucionar questões que tratavam de aspectos sócio-científicos. Mais especificadamente foi investigado como o conteúdo científico e aspectos ligados à moral contribuem para a qualidade da argumentação dos alunos sobre questões envolvendo SSI, cujos temas tratavam de questões concernentes à Engenharia Genética, mais precisamente, Terapia Genética e Clonagem. Em outras palavras, o objetivo do estudo consistiu em especular a respeito de três aspectos: o conhecimento científico, o raciocínio diante de questões morais e a qualidade da argumentação, além da relação existente entre esses aspectos. Uma importante conclusão apontada na pesquisa é que não se pode assumir que o conhecimento do conteúdo envolvido na questão, necessariamente, irá promover a melhora da qualidade da argumentação dos estudantes. Os resultados sugerem que, além de uma compreensão básica sobre hereditariedade, os alunos necessitariam adquirir um corpo substancial de conhecimento, para que este pudesse chegar a influenciar significativamente a qualidade da argumentação.

PATRONIS et al., (1999) exploraram os argumentos empregados por estudantes adolescentes, de uma escola situada em Patras, na Grécia, ao tomarem decisões relacionadas a um projeto de construção de uma estrada numa determinada área. Os estudantes tiveram a tarefa de fazer uma proposta de construção de uma ponte, cujo planejamento deveria estar envolvido. O estudo teve como objetivo analisar as diferentes maneiras utilizadas pelos estudantes ao tomarem decisões relacionadas a problemas da vida real, com abordagem SSI, e investigar sobre as seguintes questões: Como os estudantes desenvolvem seus

argumentos quando necessitam justificar suas opiniões? Que tipos de argumentos os alunos usam ao tomar decisões? Como os estudantes lidam com as decisões tomadas e quais valores são considerados? Os resultados da pesquisa apontaram que os estudantes são capazes de desenvolver argumentos e tomar decisões quando se deparam com situações em que eles estão realmente envolvidos. Segundo os autores, a variedade e a natureza dos argumentos que emergiram durante a atividade, a sua interação no processo de argumentação e no processo de tomada de decisão, são habilidades que normalmente não são aparentes em aulas de Ciências ou Matemática. Nesse ambiente, o tipo de pensamento usualmente desenvolvido prioriza os problemas científicos, sem considerar aspectos da vida real do indivíduo.

MASON e SCIRICA (2006) introduziram, por meio da leitura de textos, dois temas controversos: Aquecimento Global e Alimentos Geneticamente Modificados. Uma série de questões, abertas e de múltipla-escolha, também foram propostas com a intenção de avaliar o conhecimento dos estudantes sobre os temas. O objetivo da atividade consistiu em estimular a elaboração de argumentos, contra-argumentos e refutações para cada um dos temas. O estudo foi desenvolvido com 62 estudantes italianos, em duas escolas públicas de Ensino Médio. A partir dos resultados obtidos, os autores chamam a atenção para a importância da necessidade de se fomentar habilidades de pensamento nos estudantes, ao propiciar oportunidades de resolução de problemas mal-estruturados, que não requeiram uma única resposta como solução. Assim, os estudantes praticaram a busca, a análise e a ponderação de elementos oriundos de distintas fontes, e com base nisso argumentaram a favor de suas ideias.

Dentre as estratégias comumente empregadas em propostas com abordagem SSI, duas se destacam nos trabalhos reportados na literatura: o debate e o *role-play*. O *role-play* consiste numa atividade que inclui a atribuição de papéis a um ou mais membros de um pequeno grupo, de modo que uma determinada questão seja analisada sob diferentes pontos de vista. No que diz respeito às duas estratégias, apresentaremos, a seguir, exemplos que ilustram a sua aplicação.

O trabalho reportado por SIMONNEAUX (2001), realizado com estudantes de um curso profissionalizante situado em Auch, na França, *Role-play or Debate to Promote Student's Argumentation and Justification on an Issue in Animal*

Transgenesis, é uma das iniciativas do grupo *European Initiative for Biotechnology Education* (EIBE). Fundado em 1991, o EIBE é uma rede europeia multidisciplinar de especialistas em Educação em Biotecnologia constituída por dezessete países europeus. A principal atividade do grupo consiste em gerar material didático para estudantes com faixa etária entre dezesseis e dezenove anos. As unidades EIBE são conjuntos de atividades sobre diversos tópicos relacionados à Biotecnologia, incluindo uma variedade de atividades experimentais, *role-plays*, dramatizações, informações e debates. Além da produção de material didático, o grupo tem ainda como objetivos: promover a formação continuada em Biotecnologia de professores de disciplinas científicas e não científicas; explorar as diferentes culturas (práticas, crenças e valores) de professores e estudantes e analisar como esses fatores podem influenciar nas suas percepções sobre a Biotecnologia; e fomentar um debate na sociedade que incorpore as implicações pessoais, sociais, éticas, econômicas e ambientais relacionadas à Biotecnologia.

SIMONNEAUX (2001) discute a utilização do debate e do *role-play* numa proposta de ensino envolvendo SSI. Mais especificadamente, os estudantes deveriam decidir sobre a aprovação, ou não, do cultivo de salmão transgênico. A atividade foi conduzida do seguinte modo: antes de introduzir o *role-play*, os estudantes responderam a um questionário sobre diferentes pesquisas relacionadas à criação de animais transgênicos. Em seguida o tema Transgenia foi introduzido com a apresentação da história da domesticação e da transferência de genes de hormônio do crescimento, e finalmente o *role-play* foi apresentado. Após isso, os estudantes expressaram e justificaram suas opiniões a respeito da questão. Uma vez que os papéis foram determinados, os estudantes elaboraram uma lista de questões na qual expressavam seus argumentos em relação aos seus pontos de vista de acordo com a função que lhe cabia desempenhar. O professor, então, distribuiu cartões de identificação nos quais eram escritos os nomes e a função específica de cada um dos participantes. O professor assumiu a função principal, pois cabia a ele introduzir o *role-play* e ser responsável pela equipe. Após isso, o professor solicitou que os estudantes votassem. Nessa etapa, cada indivíduo participante expressou sua opinião sobre a proposta e especificou as circunstâncias em que mudariam de ideia. Após o *role-play* os estudantes novamente preencheram um questionário. Por fim, o método e as percepções individuais dos alunos foram discutidos e o processo de tomada de decisão analisado. Atividade semelhante,

constituída praticamente pelas mesmas etapas, foi realizada posteriormente, exceto as etapas em que os estudantes apresentaram os seus argumentos de acordo com o seu papel. Nessas etapas, o *role-play* foi substituído por um debate convencional. O objetivo consistiu em comparar a argumentação dos alunos a respeito de seu posicionamento diante da questão, antes e após serem submetidos ao *role-play* e ao debate.

Na pesquisa desenvolvida por CHALGHOUMI e SIMONNEAUX (2006), os estudantes foram confrontados com um dilema relacionado à ocorrência da doença hereditária Anemia Falciforme. A proposta teve como objetivo avaliar o impacto que o debate concernente a questões ético-científicas poderia exercer sobre a compreensão dos estudantes, a argumentação e a tomada de decisão. Argumentos sobre Seleção Genética e Aborto foram elaborados durante o debate e, para tanto, os estudantes usaram seus conhecimentos sobre Genética e Engenharia Genética. Resultados de pré-teste e pós-teste constataram a aprendizagem de conceitos relacionados a essas áreas. Porém, surpreendentemente, constataram também a melhor aprendizagem de conceitos sobre Genética que não haviam sido explorados na proposta. Segundo os autores, aparentemente, a situação real colocada favoreceu a reorganização dos conhecimentos prévios dos estudantes.

CAMPANER e DE LONGHI (2007) apresentam resultados de uma estratégia de ensino, por eles chamada de Estratégia Didática Argumentativa (EDA). A EDA consistiu na atribuição de papéis (*role-play*) a alunos do Ensino Médio e foi desenvolvida com o intuito de estimular a formulação de argumentos válidos e coerentes, pelos estudantes, sobre questões ambientais. Para a seleção dos temas o professor propôs uma série de problemáticas com fortes implicações sócio-ambientais. Os alunos elegeram um dos temas sugeridos, que deveria ser potencialmente polêmico, atrativo e significativo para eles. A atividade se realizou em várias etapas, durante o período de um mês e meio, e consistiu na realização de um júri, em que os alunos assumiam papéis como juízes, fiscais, defensores, testemunhas, jurados etc. Busca de informações em fontes bibliográficas, entrevistas com especialistas e o preparo de argumentos de acusação e defesa, com suas respectivas provas, foram ações também desenvolvidas pelos alunos durante a atividade.

Como é possível perceber nas pesquisas anteriormente mencionadas, estratégias com enfoque em SSI têm sido abundantemente utilizadas no Ensino de Ciências. Nesse sentido, CAMPANER e DE LONGHI (2007) reconhecem o caráter transversal e interdisciplinar envolvido em tais questões e destacam que o propósito fundamental de se trabalhar esse tipo de abordagem está relacionado com a formação de cidadãos comprometidos sócio-ambientalmente, com capacidade crítica e reflexiva, que lhes permitam analisar o mundo, avaliar as informações recebidas, ser consciente do impacto das atuações próprias e alheias, e hábeis para argumentar adequadamente diante das decisões a serem tomadas.

1.1.2. A formação de professores visando o desenvolvimento de práticas pedagógicas fomentadoras da argumentação

No que diz respeito às iniciativas relacionadas à capacitação de professores visando o fomento da argumentação na sala de aula, CARVALHO (2001) nos chama a atenção:

Precisamos investir mais em termos de pesquisa na formação de professores para o Ensino de Ciências na Escola Fundamental. Precisamos ter mais elementos para saber preparar um professor que faça as perguntas certas, que argumente com novas idéias e com novos exemplos, a fim de proporcionar um ambiente criativo intelectualmente, isto é, uma sala de aula em que os alunos se sintam à vontade para argumentar, para expor o que pensam e assim terem a oportunidade de modificar os seus conceitos espontâneos sobre os fenômenos apresentados evoluindo para os conceitos científicos (CARVALHO, 2001, p. 167).

Assim como CARVALHO (2001) vários autores têm chamado a atenção para a importância da argumentação para o Ensino de Ciências, especialmente no Ensino Fundamental (CAPECCHI e CARVALHO, 2000; MASSA et al., 2004). No entanto, de acordo com MUNFORD et al. (2005), muito embora existam estudos que examinam a questão no contexto da formação de professores continuada e inicial, nesses casos, salvo algumas exceções, a ênfase tem sido dada à caracterização do processo de incorporação de estratégias argumentativas em seu ensino, suas habilidades em se apropriarem do discurso argumentativo durante o processo de formação, ou suas percepções acerca da vivência da argumentação na aprendizagem de Ciências. Em suma, o foco permanece nos professores em formação, mas não se amplia para o formador de professores.

Na literatura internacional, destacamos dois trabalhos relacionados à capacitação de professores no que diz respeito à promoção de habilidades argumentativas na sala de aula. No trabalho de SIMON et al., (2006) *Learning to Teach Argumentation: Research and Development in the Science Classroom*, é apresentada uma série de estratégias pedagógicas adotadas por professores em aulas que tinham como objetivo principal estimular a argumentação. O estudo foi desenvolvido com um grupo de doze professores do Ensino Médio de escolas inglesas, durante o período de um ano. Durante esse período o grupo participou de *workshops*, que tinham como objetivo desenvolver materiais e estratégias que apoiassem a prática da argumentação em contextos científicos e sócio-científicos. O trabalho aconteceu por meio de parceria entre pesquisadores da Universidade de Londres e da Universidade de Bristol, na Inglaterra, e os professores do Ensino Médio envolvidos. Os pesquisadores forneciam embasamento teórico e recursos para estimular mudanças na prática dos professores, enquanto que os professores contribuíam com suas ideias e experiências. Atividades em pequenos grupos, debates com a sala inteira e apresentações orais foram algumas das estratégias destacadas pelos autores.

No trabalho *Promoting Discourse and Argumentation in Science Teacher Education* (SADLER, 2006), o autor aborda, dentre outros aspectos, as atitudes dos professores em relação a métodos que promovam o discurso e a argumentação no Ensino de Ciências. Dessa forma, discute como a argumentação e o discurso foram incorporados como temas essenciais, em um curso de formação de professores, que teve duração de seis semanas. Na etapa que o autor denomina de Instrução Explícita, realizada durante a terceira semana do curso, dois períodos inteiros de aula foram destinados à argumentação e ao discurso. Essa etapa se iniciou com uma discussão sobre partes de um artigo relacionado a estratégias para aperfeiçoar a argumentação em aulas de Ciências. A estrutura de argumento proposta por TOULMIN (2001) também foi discutida nessa etapa. Os alunos analisaram partes de livros de Ciências do Ensino Médio, buscando identificar padrões de argumentos nesses materiais e trabalharam uma série de exercícios, baseados em exemplos fornecidos por OSBORNE et al. (2001), para a prática da argumentação. Além disso, os professores foram incentivados a construir argumentos sobre uma variedade de questões científicas. Discussões sobre estratégias para encorajar o discurso na sala de aula também foram realizadas,

incluindo tópicos como: discussões de classe dirigidas (evitando-se a predominância da fala do professor); atividades com desempenho de papéis; organização de debates e; como o discurso e a argumentação podem ser explorados num contexto de CTS ou de questões sócio-científicas. Durante a etapa de Instrução Explícita sobre a argumentação, as seguintes sugestões, baseadas na própria experiência do autor como educador em Ciências, foram colocadas: criar um ambiente em que os comentários e opiniões dos alunos sejam avaliados; criar um ambiente em que o aluno se sinta confortável para expressar suas ideias; estabelecer regras na sala de aula, incluindo o respeito pela opinião do outro; estimular a contribuição dos alunos no discurso da sala de aula; fornecer diversas oportunidades para a prática de argumentação; fornecer oportunidades para o estudante avaliar argumentos e; explicitar discussões sobre a natureza de argumentos de boa qualidade.

Em etapa posterior, períodos foram destinados especificadamente à argumentação: discussões em pequenos grupos, debates com a classe inteira e exercícios escritos que estimulassem a capacidade de persuasão. Alguns dos tópicos explorados foram: Viagem do Homem a Marte; Biologia Evolucionária; Questões Ambientais Locais; e Alimentos Geneticamente Modificados. Além das atividades citadas, os tópicos também foram trabalhados de formas menos formais no decorrer do curso. Para tanto, os professores prepararam uma série de planos de aula, propostas de avaliação, e um plano de unidade completo que tivesse a argumentação como foco.

REIS e GALVÃO (2005) destacam as dificuldades que atividades, como a descrita por SADLER (2006), podem causar na prática pedagógica de alguns professores. No trabalho *Controvérsias Sócio-científicas e Prática Pedagógica de Jovens Professores*, os autores investigaram: o eventual impacto das controvérsias científicas nas concepções de jovens professores sobre a natureza, o ensino e a aprendizagem das Ciências; a relação entre estas concepções e a prática pedagógica dos professores; e os possíveis efeitos da formação inicial na forma como os professores integram as questões sócio-científicas nas suas práticas docentes. Os resultados obtidos a partir da pesquisa apontam para a relevância da formação inicial no desenvolvimento de competências profissionais necessárias à realização de um Ensino de Ciências que proporcione uma imagem mais esclarecedora e real do empreendimento científico, capacitando os cidadãos para a análise crítica de questões sócio-científicas controversas. Sinalizam ainda a

necessidade da realização de iniciativas de formação continuada que favoreçam o desenvolvimento dessas competências nos atuais professores. Os autores finalizam chamando a atenção para a responsabilidade das instituições formadoras de profissionais de promover nos atuais e futuros docentes as competências necessárias à concretização desse objetivo, por meio de experiências de desenvolvimento pessoal e profissional que proporcionem: conhecimentos substantivos, processuais e epistemológicos da Ciência; conhecimentos didáticos sobre as abordagens, metodologias e atividades mais adequadas ao ensino na sala de aula; e a reflexão sobre as finalidades do Ensino de Ciências e as estratégias mais adequadas à sua concretização.

Outra iniciativa digna de nota é a criação do material didático *Actividades para Trabajar el Uso de Pruebas y la Argumentación en Ciencias* (JIMÉNEZ ALEIXANDRE et al., 2009) por docentes da Universidade de Santiago de Compostela. Parte das atividades propostas no material tem sido desenvolvida na referida universidade como parte do projeto *Mind the Gap: Learning, Teaching, Research and Policy in Inquiry-Based Science Education*. O objetivo do projeto é favorecer a interação entre pesquisadores da área de Didática das Ciências, na Europa. A produção do material tem o intuito de proporcionar recursos para professores de Ciências, do Ensino Médio, interessados em promover um ensino em que o aluno exerça um papel ativo no processo de ensino-aprendizagem. A intenção dos autores é auxiliar aqueles professores que desejam trabalhar na sala de aula competências como o uso de evidências e habilidade de argumentação. O material é constituído de sete capítulos, e com exceção do último, todos seguem um esquema comum: introdução para o professor, atividade para aula e comentários sobre a atividade.

A realização de investigações sobre os aspectos mencionados anteriormente - estratégias promotoras da argumentação e a formação de professores, no que diz respeito à capacitação dos mesmos para a promoção da prática da argumentação da sala de aula - conduziu à realização de pesquisas que visavam responder ao seguinte questionamento: é válido, ou não, ensinar a argumentar? No tópico a seguir é discutido tal questionamento e são apresentados alguns mecanismos propostos na literatura para facilitar a prática da argumentação.

1.1.3. Mecanismos empregados no ensino da argumentação

Numerosos estudos têm sugerido que a habilidade da argumentação não ocorre de maneira espontânea para muitos indivíduos, mas somente por meio da prática (KUHN, 1991; McNEILL et al., 2006). Há estudos ainda que defendem a ideia de que instruir os estudantes sobre como argumentar não produz nenhum efeito positivo em relação ao desenvolvimento de habilidades argumentativas (KNUDSON, 1991). Enquanto outros indicam que promover a instrução adequada aos alunos sobre “como argumentar”, de fato, melhora a qualidade da argumentação dos mesmos (McNEILL et al., 2006). Nessa perspectiva, muitos trabalhos têm sido desenvolvidos com o intuito de instruir os estudantes sobre como argumentar adequadamente, tanto do ponto de vista estrutural, como conceitual (JORGE e PUIG, 2000; McNEILL et al., 2006).

A apresentação aos estudantes dos componentes do argumento, segundo determinados referenciais teóricos, e a posterior solicitação da produção de textos argumentativos baseados no preenchimento de *scaffolds* (esquemas em branco) que ilustram os componentes do argumento, na perspectiva de TOULMIN (2001) e a relação existente entre eles, também têm sido sugeridas por pesquisadores (CHO e JONASSEN, 2002; NUSSBAUM, 2002) como recurso para subsidiar ações que visam o aprimoramento da argumentação por parte dos estudantes.

O *scaffold*, termo originalmente introduzido por WOOD et al. (1976), é definido por NUSSBAUM (2002) como um recurso utilizado para auxiliar os estudantes na formulação de argumentos escritos. Em seu artigo *Scaffolding Argumentation in the Social Studies Classroom*, o autor ressalta que muitos estudantes têm dificuldades de argumentar, tanto na forma oral como escrita, o que geralmente ocorre, dentre outras razões, pelo fato de confundirem as exigências da argumentação formal e da informal. Nesse sentido, quando o estudante necessita de auxílio para aprender a argumentar de maneira mais explícita (formal), o *scaffold* atua como um importante recurso. Em outras palavras, o *scaffold* fornece uma representação visual que ajuda os estudantes a organizar suas ideias, quando submetidos à escrita de um texto argumentativo. Também é útil para ensinar os alunos sobre a estrutura dos argumentos e sobre como avaliá-los.

O trabalho *Supporting Students' Construction of Scientific Explanations by Fading Scaffolds in Instructional Materials* (JEONG e JOUNG, 2007) é um exemplo de pesquisa em que o *scaffold* foi empregado como recurso para favorecer a argumentação dos estudantes. Nesse trabalho, o autor investiga sobre a influência do *scaffold* na escrita dos estudantes a respeito de explicações científicas relacionadas à disciplina de Química. Ou seja, o autor especula se os estudantes, quando submetidos ao trabalho com *scaffolds*, apresentam explicações científicas melhor estruturadas, do que quando não lhes é fornecido esse recurso. Para tanto, foi desenvolvida uma unidade de Química para o Ensino Médio, como parte do projeto IQWST, do inglês *Investigating and Questioning Our World Through Science and Technology*. O referido projeto é desenvolvido por meio da colaboração de pesquisadores oriundos de diferentes universidades norte-americanas e visa capacitar professores, com diferentes conhecimentos e experiências, a ensinar Ciência de maneira mais eficaz em contextos diversificados.

A primeira etapa da proposta consistiu em explicitar aos alunos e professores sobre a estrutura de uma explicação científica e como construí-la, para tanto foi usado como recurso o *scaffold*. Como fazer sabão a partir da gordura foi o tema trabalhado na unidade. Durante quinze aulas os estudantes foram incentivados a investigar uma variedade de fenômenos relacionados ao tema. Conceitos como as propriedades das substâncias, reações químicas e conservação de massa foram trabalhados. Durante duas semanas, os estudantes buscaram dados relacionados à densidade, ponto de fusão, cor, solubilidade, dureza, entre outros. Então foi solicitado a redação de uma explicação científica a respeito do tema. Depois disso, foi realizada uma discussão sobre a estrutura de uma explicação científica, explicitando termos como conclusões, evidências e justificativas. Exemplos hipotéticos de fortes e fracas explicações também foram apresentados. Com base nas discussões e nos exemplos mostrados os estudantes revisaram suas explicações.

Com o intuito de estimular a prática da argumentação entre os estudantes, outras pesquisas aliam ainda o uso do *scaffold* a ferramentas computacionais (CHO e JONASSEN, 2002; CLARK e SAMPSON, 2007). Nesse sentido, é digna de nota a criação do *software* CSCA, do inglês *Computer-Supported Collaborative Argumentation*, uma ferramenta de apoio ao exercício da argumentação, aliada ao uso de *scaffolds*, que fornece aos estudantes a

oportunidade de praticar a argumentação por meio da escrita e da discussão, simultaneamente, usando recursos de comunicação *online* (BAKER, 1999).

Na pesquisa desenvolvida por CHO e JONASSEN (2002), por exemplo, os autores especulam a respeito do uso de *scaffolds online* desenvolvidos com o intuito de fornecer suporte para a argumentação de estudantes de graduação, diante da resolução de problemas. Segundo os pesquisadores, os efeitos do *scaffold* variam de acordo com o tipo de problema apresentado. Ou seja, aqueles alunos que receberam problemas mal estruturados produziram argumentos mais extensos, isso porque, na opinião dos autores, problemas dessa natureza exigem mais argumentação dos alunos, que necessitam gerar e fundamentar soluções alternativas. Além disso, destacam que a estreita relação existente entre a argumentação e a resolução de problemas, especialmente aqueles mal estruturados, é significativa.

Uma vez discutidas as estratégias empregadas com o intuito de promover a argumentação na sala de aula, as iniciativas relacionadas à formação de professores e os mecanismos empregados para ensinar o aluno a argumentar, faz-se necessário discutir a respeito da avaliação dos argumentos produzidos pelos estudantes mediante tais intervenções. Nesse sentido, na literatura encontramos diversas pesquisas que apresentam propostas de modelos para análise dos argumentos elaborados pelos estudantes em distintas situações de ensino. No tópico a seguir são apresentados exemplos de modelos construídos com esse propósito.

1.1.4. Modelos de análise da qualidade da argumentação

Como os estudantes, que não são membros da comunidade científica, argumentam a respeito de questões científicas e sócio-científicas? Que tipo de raciocínio é usado durante a construção de seus argumentos e como esses diferem dos argumentos usados pelos cientistas? Como os estudantes são capazes de assimilar práticas argumentativas em situações de ensino? Para responder a questionamentos como esses, pesquisadores têm desenvolvido e apresentado ferramentas para avaliar a qualidade dos argumentos produzidos em situações de ensino. Exemplos de diferentes modelos, reportados na literatura, para a análise da argumentação no Ensino de Ciências são apresentados nesse tópico.

De acordo com SIMONNEAUX (2008), a qualidade da argumentação numa abordagem SSI deve refletir o reconhecimento da complexidade inerente à SSI a ser considerada, a análise das múltiplas perspectivas envolvidas, a valorização dessa SSI nas pesquisas atuais e a expressão de ceticismo diante de informações potencialmente tendenciosas. Além disso, destaca que a qualidade da argumentação nesse tipo de abordagem pode diferir de acordo com as estratégias de ensino empregadas ou da natureza da atividade, oral ou escrita, por exemplo.

Diversas pesquisas investigam sobre a qualidade da argumentação dos estudantes quando submetidos a atividades com abordagem SSI e apresentam modelos de análise desenvolvidos com esse propósito. Por exemplo, no trabalho desenvolvido por SADLER e DONNELLY (2006), com abordagem SSI, três variáveis foram investigadas: o conhecimento do conteúdo, o raciocínio empregado diante de questões que envolvem aspectos morais e a qualidade da argumentação, e para cada uma delas distintos mecanismos de análise foram utilizados. Para a análise do conhecimento sobre o conteúdo em questão (Genética) foi aplicado o *Test of Basic Genetics Knowledge* (TBGC). O TBGC consistiu em vinte questões de múltipla escolha que contemplavam nove conceitos básicos sobre Genética. Para a segunda variável, o raciocínio empregado diante de questões que envolvem aspectos morais, os alunos foram submetidos ao *Defining Issues Test* (DIT) (REST, 1986), que mensura o raciocínio empregado pelos estudantes sobre problemas sociais gerais. A estrutura do teste presume que o indivíduo progride através de estágios de desenvolvimento ou esquemas que direcionam o raciocínio e a tomada de decisão em contextos que envolvem aspectos morais. Os esquemas mais avançados estão baseados em princípios morais que envolvem questões de justiça, por exemplo. Para a terceira variável, relacionada à qualidade da argumentação, os alunos foram submetidos a entrevistas, nas quais deveriam tentar resolver três questões controversas com relação à Engenharia Genética. A análise da argumentação dos alunos durante as entrevistas foi baseada em um esquema constituído de três critérios principais e para cada um desses critérios foram atribuídos valores de 0 a 2, conforme ilustra a Tabela 1.1, a seguir.

TABELA 1.1 – Esquema para avaliação da qualidade da argumentação (SADLER e DONNELLY, 2006).

Critério	Escore	Descrição
Posição e racionalidade	2	Participante apresenta argumentos coerentes e consistentes que incluem explicação e justificativa para seu ponto de vista (afirmações com fundamentações).
	1	Participante apresenta argumentos coerentes, mas apresenta pouca ou nenhuma elaboração, em termos de justificativas para o seu posicionamento (afirmações sem fundamentações).
	0	Participante apresenta respostas incoerentes que não fornecem justificativas para o argumento (falta de clareza na afirmação).
Múltiplas perspectivas	2	Participante expressa múltiplas perspectivas sem que seja solicitado pelo entrevistador.
	1	Participante expressa múltiplas perspectivas quando é solicitado explicitamente.
	0	Participante não se mostra capaz de expressar múltiplas perspectivas quando é explicitamente solicitado.
Refutação	2	Participante desafia uma fundamentação com uma contraposição.
	1	Participante apresenta uma contraposição, sem desafiar a fundamentação.
	0	Participante não se mostra capaz de apontar fraquezas ou apresentar uma contraposição diretamente.

Diversos modelos usados como referenciais teóricos para a análise da qualidade de argumentos produzidos pelos estudantes em situações de ensino-aprendizagem com abordagem científica e sócio-científica, têm sido influenciados pelo modelo de argumentação proposto por TOULMIN (2001). Em seu livro *Os Usos do Argumento* o autor apresenta uma proposta de análise estrutural, em que faz a distinção entre os diferentes componentes que constituem um argumento, que são eles: dado, justificativa, conhecimento básico, qualificador modal, conclusão e refutação. Uma descrição detalhada de cada um desses componentes, assim como uma visão geral a respeito do Modelo, será feita posteriormente, no tópico “Referenciais Teóricos” desta tese.

A estrutura do Modelo de TOULMIN (2001), por exemplo, foi adaptado por ZOHAR e NEMET (2002) visando à análise da qualidade de argumentos escritos dos estudantes, no que diz respeito à estrutura e conteúdo. As autoras consideram um argumento “forte” aquele que apresenta múltiplas justificativas que fundamentem uma conclusão que incorpore fatos e conceitos científicos específicos, corretos e relevantes. Um argumento “fraco” seria aquele constituído de justificativas irrelevantes. Ou seja, conclusões que não apresentam algum tipo de justificativa não

são considerados argumentos. De modo geral, as justificativas são analisadas de modo a verificar se elas incluem: a não consideração de conhecimento científico; erros no conhecimento científico; conhecimento científico não-específico; conhecimento científico correto. Uma limitação apontada para este Modelo diz respeito ao fato de o mesmo, por si só, não permitir a avaliação da precisão das conclusões apresentadas. Por essa razão, o modelo é melhor utilizado em contextos que tratem de questões sócio-científicas do que científicas (SAMPSON e CLARK, 2006).

KELLY e TAKAO (2002) consideram que o Modelo de TOULMIN (2001) permite a reflexão sobre a estrutura do argumento e ajuda a evidenciar seus componentes, destacando a importância das relações lógicas que deve haver entre eles. Ou seja, o esquema possibilita uma reflexão sobre as características existentes na argumentação científica. No entanto, chamam a atenção para algumas limitações do Modelo. Afirmam que este não conduz a julgamentos sobre a verdade ou sobre a adequação do argumento. Assim, defendem que os argumentos produzidos pelos alunos devem ser analisados também do ponto de vista epistêmico. Nesta perspectiva, desenvolveram uma metodologia na qual o analista precisa capturar operações com as quais os participantes trazem para os discursos informações relevantes ao domínio do conhecimento específico (conceitos, definições etc.) e implementam procedimentos e modos de raciocínio típicos deste campo de conhecimento, conferindo estatuto epistêmico às conclusões estabelecidas. Uma vez identificadas tais operações, faz-se necessário observar se estas se encontram no contexto de um discurso argumentativo. Em caso afirmativo os argumentos presentes no discurso são classificados em níveis epistêmicos. A qualidade do texto argumentativo será determinada a partir da distribuição das sentenças que formam o argumento nos diversos níveis epistêmicos e também a partir das relações existentes entre os argumentos dispostos nos diversos níveis epistêmicos.

No que diz respeito aos níveis epistêmicos os autores sugeriram, em um trabalho que tratou de conteúdos específicos da área de Oceanografia, o estabelecimento de seis níveis que foram organizados com base, principalmente, em considerações feitas por BRUNO LATOUR (2000) sobre as características da escrita científica. Segundo LATOUR (2000), na produção dos seus argumentos, os cientistas realizam movimentos retóricos que se iniciam com a apresentação das contingências atuais dos seus experimentos (proposições muito específicas) até

alcançarem o estabelecimento de generalizações (proposições teóricas). A Tabela 1.2 indica a definição dada pelos autores para cada um dos níveis no referido trabalho, que é condizente com as considerações de LATOUR (2000).

TABELA 1.2 – Níveis epistêmicos e definições estabelecidas por KELLY e TAKAO (2002) para a análise de argumentos produzidos por estudantes de um curso de Oceanografia.

Nível Epistêmico	Definição
VI	Colocações gerais que reportam processos geológicos e fazem referência a pesquisas ou a livros e artigos sobre o assunto. O conhecimento apresentado pode ser mais amplo, não apenas relacionado à área em estudo.
V	Colocações em forma de conclusões ou modelos específicos para a área em estudo.
IV	Colocações que apresentam conclusões teóricas ou modelos, que são ilustrados/exemplificados com o uso de informações específicas da área em estudo.
III	Colocações que descrevem estruturas geográficas no contexto das estruturas geológicas da área em estudo.
II	Colocações que identificam e descrevem características topográficas da estrutura geológica específica da área em estudo.
I	Colocações que fazem referência explícita à localização da área geográfica em estudo.

O Modelo de KELLY e TAKAO (2002) foi adaptado por QUEIROZ et al. (2009) e empregado na análise de argumentos produzidos em uma atividade pautada na resolução de casos investigativos por estudantes de um curso superior de Química, matriculados em disciplina na qual foram ministrados tópicos relacionados à temática Corrosão e Eletrodeposição. A Tabela 1.3 representa o modelo de análise de argumento de KELLY e TAKAO (2002) adaptado para a área de Química, subárea Corrosão, com exemplos representativos extraídos das apresentações orais dos grupos responsáveis pelas resoluções dos casos investigativos. Os níveis epistêmicos são de natureza Química e, entre outros aspectos, incluem: propriedades das ligas metálicas; o estabelecimento de relação entre as propriedades das mesmas; proposições muito gerais, que não se

relacionam diretamente com o argumento que está sendo elaborado assim como proposições na forma de assertivas teóricas ou modelos específicos para as ligas ou proteções contra corrosão.

TABELA 1.3 – Níveis epistêmicos para a análise de argumentos produzidos por estudantes de um curso de Química (subárea Corrosão) adaptado do Modelo de Análise de Argumento de KELLY e TAKAO (2002).

Nível Epistêmico	Definição	Exemplos
VI	Proposições gerais que descrevem processos químicos ou físicos, etapas em um processo, composição de ligas e proposições que fazem referência a definições. O conhecimento representado pode se relacionar, ou não, com dados e informações específicas da área de estudo.	Degudent é uma liga nobre, com uma porcentagem bem alta de ouro em torno de 80%.
V	Proposições na forma de assertivas teórica ou modelos específicos para as ligas ou proteções contra corrosão.	As tintas de fundo epóxi-isocianatos são eficientes na proteção de superfícies galvanizadas, conferem uma maior aderência e não reagem com os óxidos presentes na água.
IV	Proposições na forma de assertivas teórica ou modelos baseadas em dados apresentados pelos estudantes.	Ou seja, você vai precisar de um potencial maior para conseguir correr ela (Porson 4) então ela sofre menos corrosão (do que a LTG).
III	Proposições que descrevem relações entre as propriedades das ligas ou das proteções contra corrosão baseadas em representações de dados.	Então, aqui está a liga Porson 4. A gente pode observar aqui que a formação da camada de passivação dela ocorre num tempo maior, porém, ela é mais extensa do que a da LTG. Ou seja, quando ela (a liga Porson 4) se estabiliza, num tempo de 24 horas ela vai se estabilizar num potencial de corrosão mais elevado, do que a da liga LTG.
	Proposições que identificam	O ALOD apresenta uma

II	propriedades das ligas ou das proteções contra corrosão baseadas em representações de dados.	espessura de filme de aproximadamente 1 micrômetro.
I	Proposições que fazem referência explícita a tabelas de dados e representações de dados (gráficos, figuras etc), incluindo descrições das características das tabelas, gráficos ou das figuras.	Bom, aqui a gente tem um gráfico de potencial de corrosão <i>versus</i> tempo.
N.A.	Afirmações que não são aplicáveis à análise, tais como: informações não baseadas em dados científicos e comentários metadiscursivos.	Como fazer a proteção dessas ligas?

Um Modelo alternativo para avaliar a qualidade do argumento produzido por estudantes é o proposto por SANDOVAL (2003). O esquema desenvolvido pelo autor avalia duas dimensões da argumentação científica. Uma delas é a qualidade no que diz respeito ao conceito e o quanto o indivíduo consegue articular suas conclusões com teorias específicas e o quanto essas conclusões são justificadas com o uso dos dados disponíveis. A outra dimensão está relacionada à qualidade epistemológica e se os dados citados pelo indivíduo são suficientes em justificar a conclusão, se um dado fenômeno é escrito por meio de uma explanação coerente e se referências retóricas apropriadas são incorporadas ao se fazer menção aos dados. Essa estrutura é útil por algumas razões importantes. Uma delas é possibilitar que se determine se os estudantes são capazes de gerar um argumento sobre um fenômeno observado usando uma teoria científica específica; e a outra é pelo fato de fornecer informações sobre os critérios epistemológicos usados pelos alunos ao gerar argumentos, produto final de sua própria investigação, e como estes critérios estão associados aos critérios utilizados em domínios científicos particulares (SAMPSON e CLARK, 2006).

As categorias apresentadas na Tabela 1.4 foram elaboradas por DRIVER e NEWTON (1997) dentro de uma proposta de trabalho que visava à criação de atividades voltadas para o incentivo de habilidades de argumentação entre os alunos a partir da discussão de temas relacionados ao Ensino de Ciências. Os autores basearam-se no Modelo de TOULMIN (2001), considerando o papel do desenvolvimento de habilidades de argumentação para a enculturação em Ciências, compreendendo entre outros aspectos a construção coletiva do conhecimento científico.

De acordo com a Tabela 1.4 os níveis atribuídos para cada uma das categorias são baseados na complexidade dos argumentos utilizados, assim como na interação entre diferentes ideias. Dessa maneira, o emprego de qualificadores ou refutações (nível 3) só é necessário quando há competição entre afirmações (nível 2); um argumento que não sofre nenhum questionamento pode ser incompleto (nível 1). Fazer julgamento integrando diferentes argumentos (nível 4) indica uma compreensão elevada da natureza do conhecimento científico.

TABELA 1.4 – Categorias desenvolvidas por DRIVER e NEWTON (1997) para análise da argumentação.

Categorias			Nível
Afirmação isolada sem justificativa			0
Afirmações justificativas	competindo	sem	0
Afirmação isolada com justificativa			1
Afirmações justificativas	competindo	com	2
Afirmações justificativas e qualificadores	competindo	com	3
Afirmações justificativas respondendo por refutação	competindo	com	3
Julgamento feito a partir da integração de diferentes argumentos			4

1.2. Pesquisas sobre a argumentação no contexto nacional

Na tentativa de verificar se as tendências observadas nos trabalhos mencionados anteriormente, sobre o estudo da argumentação, também são observadas nas pesquisas nacionais, realizamos um levantamento bibliográfico sobre o tema nas revistas que constam na área de avaliação do Programa QUALIS da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). O Programa QUALIS consiste em um conjunto de procedimentos utilizados pela CAPES para estratificação da qualidade da produção intelectual dos programas de pós-graduação. Dessa maneira, consultamos periódicos da área 38 (Educação) que se relacionam ao Ensino de Ciências; e da área 46 (Ensino de Ciências e Matemática).

O levantamento foi realizado desde o ano inicial de publicação de cada uma das revistas, com exceção da Revista Química Nova, até a última edição

disponível. Também foram analisados os trabalhos apresentados em todas as edições dos ENPECs, encontro mais representativo da área de Ensino de Ciências no Brasil, no período de 1997 a 2009. Considerando que o nosso tema de investigação privilegia a área de Química consultamos ainda os trabalhos apresentados na Seção de Ensino de Química das Reuniões Anuais da Sociedade Brasileira de Química (RASBQs), no período de 1998 a 2009; e aqueles apresentados nos Encontros Nacionais de Ensino de Química (ENEQs), evento de maior representatividade da área de Ensino de Química no país, no período de 1998 a 2008. Nosso intuito é apresentar um panorama a respeito da produção acadêmica sobre o tema argumentação, com ênfase nos seguintes aspectos:

- **A produção e sua distribuição no tempo;**
- **A produção e sua distribuição de acordo com a área de pesquisa;**
- **A produção e sua distribuição de acordo com as regiões brasileiras;**
- **A produção e sua distribuição de acordo com as instituições acadêmicas;**
- **A produção e sua distribuição de acordo com os níveis de escolaridade;**
- **A produção e sua distribuição de acordo com o foco temático.**

Realizamos a busca primeiramente pela verificação de menções à argumentação ou termos similares, nos títulos dos trabalhos e palavras-chave. Em seguida, a leitura dos resumos e dos trabalhos, na íntegra, foi realizada, com o intuito de classificarmos os mesmos de acordo com os aspectos acima mencionados. Na Tabela 1.5 é apresentada a lista de revistas analisadas, a quantidade de trabalhos localizados em cada uma delas e os respectivos períodos em que o levantamento foi realizado.

TABELA 1.5 – Periódicos analisados, quantidade de trabalhos localizados em cada um deles e os respectivos períodos em que o levantamento foi realizado.

Periódicos	Período	Nº de trabalhos
Química Nova	1994 a 2009	1
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC)	2001 a 2009	2
Ciência & Educação	1998 a 2009	2
Investigações em Ensino de Ciências	1996 a 2009	3
Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências	1999 a 2009	2
Caderno Brasileiro de Ensino de Física	1993 a 2009	2
Total		12

Como é possível observar na Tabela 1.5, localizamos nas revistas doze trabalhos publicados por grupos de pesquisa nacionais que abordam questões relacionadas à argumentação no Ensino de Ciências. Vale ressaltar que localizamos três trabalhos provenientes do exterior, que foram desconsiderados na análise. As revistas *Química Nova na Escola*, *Revista Brasileira de Ensino de Química*, *Ciência & Ensino*, *Ciência & Cognição*, *Revista Brasileira de Ensino de Física*, *A Física na Escola* e *Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular* também foram analisadas, porém nenhum trabalho foi localizado. A Tabela 1.6 apresenta a lista de trabalhos publicados nas revistas mencionadas, em ordem cronológica.

TABELA 1.6 – Artigos sobre o tema argumentação publicados em revistas brasileiras.

Autor e Título	Publicação e Ano
1 - CAPECCHI, M. C. V. M.; CARVALHO, A. M. P. Argumentação em uma aula de conhecimento físico com crianças na faixa de oito a dez anos.	Investigações em Ensino de Ciências , v. 5, n.3, p. 171 – 189, 2000.
2 - SANTOS, W. P.; MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. H. A argumentação em discussões sócio-científicas: reflexões a partir de um estudo de caso.	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências , v. 1, n. 1, p. 140-152, 2001.
3 - CAPECCHI, M. C. V. M.; CARVALHO, A. M. P.; SILVA, V. Relações entre o discurso do professor e a argumentação dos alunos em uma aula de Física.	Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências , v. 2, n. 2, p. 189–208, 2002.
4 - VILLANI, C. E. P.; NASCIMENTO, S. S. A argumentação e o Ensino de Ciências: uma atividade experimental no laboratório didático de Física do Ensino Médio.	Investigações em Ensino de Ciências , v. 8, n. 3, p. 1-15, 2003.
5 - SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. Promovendo a	Química Nova , v. 30, n. 8, p.

argumentação no Ensino Superior de Química.	2035 – 2042, 2007.
6 - ASSIS, A.; TEIXEIRA, O. P. B. Dinâmica discursiva e o ensino de Física: análise de um episódio de ensino envolvendo o uso de um texto alternativo.	Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências , v. 9, n. 2, p. 177–190, 2007.
7 - VIEIRA, R. D.; NASCIMENTO, S. S. A argumentação no discurso de um professor e seus estudantes sobre um tópico de mecânica newtoniana.	Caderno Brasileiro de Ensino de Física , v. 24, n. 2, p. 174-193, 2007.
8 - NASCIMENTO, S. S.; VIEIRA, R. D. Contribuições e limites do padrão de argumento de Toulmin aplicado em situações argumentativas de sala de aula de Ciências.	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências , v. 8, n.2, 2008.
9 - CIRINO, M. M.; SOUZA, A. R. O discurso de alunos do Ensino Médio a respeito da “camada de ozônio”.	Ciência & Educação , v. 14, n.1, p. 115-134, 2008.
10 - NASCIMENTO, S. S.; PLANTIN, C.; VIEIRA, R. D. A validação de argumentos em sala de aula: um exemplo a partir da formação inicial de professores de Física.	Investigações em Ensino de Ciências , v. 13, n. 2, p. 169-185, 2008.
11 - ASSIS, A.; TEIXEIRA, O. P. B. Argumentações discentes e docente envolvendo aspectos ambientais em sala de aula: uma análise.	Ciência & Educação , v. 15, n.1, p.47-60, 2009.
12 - VIEIRA, R. D.; NASCIMENTO, S. S. Uma proposta de critérios marcadores para identificação de situações argumentativas em salas de aulas de Ciências.	Caderno Brasileiro de Ensino de Física , v. 26, n. 1, p. 81-102, 2009

A Tabela 1.7 ilustra os títulos e os autores dos trabalhos apresentados em todas as edições dos ENPECs, em ordem cronológica de apresentação.

TABELA 1.7 – Trabalhos completos sobre o tema argumentação apresentados nos ENPECs.

Evento - Local, ano	Autores
III ENPEC – Atibaia, 2001	
13 - A argumentação em discussões sócio-científicas: reflexões a partir de um estudo de caso.	Santos, W. P.; Mortimer, E. F.; Scott, P. H.
14 - Argumentação: análises a partir de um princípio de pesquisa vivenciado em sala de aula.	Lima, V. M. R.; Moraes, R.; Ramos, M. G.
15 - O conhecimento físico e a linguagem.	Oliveira, C. M. A.; Carvalho, A. M. P.
IV ENPEC – Bauru, 2003	
16 - Atividades experimentais de demonstração e o discurso do professor no ensino de Física.	Monteiro, I. C. C; Monteiro, M. A. A; Gaspar, A.
17 - Argumentação situada: trazendo a argumentação científica para o contexto da Ciência escolar.	Munford, D.; Zembal-Saul, C.
V ENPEC – Bauru, 2005	
18 - Práticas discursivas e o ensino-aprendizagem do professor de Ciências: tecendo relações entre argumentação e objetivos pedagógicos na formação inicial.	Munford, D.; Lopes, M. G.; Tavares, F. P.; Vieira, R. D.

- 19** - Análise de um episódio de ensino envolvendo o uso de um texto paradidático em aulas de Física em uma sala de educação de jovens e adultos. Assis, A.; Teixeira, O. P. B.
- 20** - Atividades promotoras de argumentação nas séries iniciais: o que fazem os professores? Teixeira, F. M.
- VI ENPEC – Florianópolis, 2007**
- 21** - Fazeres pedagógicos e pesquisa sobre argumentação no Ensino de Ciências. Teixeira, F. M.
- 22** - Procedimentos discursivos didáticos de um formador em situações argumentativas na formação inicial de professores de Física. Vieira, R. D.; Nascimento, S. S.
- 23** - Argumentação e abordagem contextual: ensinando a síntese newtoniana. Teixeira, E. S.; Silva Neto, C. P.; Freire Jr.; O.
- 24** - Argumentação no Ensino de Ciências: resultados de pesquisas. Winch, P. G.; Terrazzan, E. A.
- 25** - Argumentação no Ensino Superior de Química: reflexões a partir das interações estabelecidas na sala de aula. Sá, L. P. Queiroz, S. L.
- 26** - Análise de uma atividade experimental que desenvolva a argumentação dos alunos. Biosoto, J. E.; Carvalho, A. M. P. C.
- 27** - Casos investigativos no ensino do tópico “corrosão”. Velloso, A. M. S.; Sá, L. P.; Queiroz, S. L.
- VII ENPEC – Florianópolis, 2009**
- 28** - A argumentação em uma atividade experimental investigativa no Ensino Médio de Química. Suart, R.C; Marcondes, M. E. R.
- 29** - Proposição de um instrumento para avaliação de habilidades argumentativas – parte I – fundamentos teóricos. Mendonça, P. C. C.; Justi, R.
- 30** - Proposição de um instrumento para avaliação de habilidades argumentativas – parte II – validação. Mendonça, P. C. C.; Correa, H. L. S.; Justi, R.
- 31** - A sala de aula, uma arena argumentativa: o debate entre alunos como veículo da construção coletiva de conhecimentos. Charret, H. C.; Conceição, W. M. N.
- 32** - Argumentação em salas de aula de Biologia sobre a teoria sintética da evolução. Tavares, M. L.; Mortimer, E. F.; El-Hani, C. N.
- 33** - O discurso em sala de aula gerenciado por um professor estagiário: um instrumento para a formação de professores de Física. Vieira, R. D.; Nascimento, S. S.
- 34** - Epistemologia, argumentação e explicação na sequência didática de um livro de Química. Silva, G. J.; Martins, C. M.
- 35** - Focos de pesquisa em argumentação no Ensino de Ciências: analisando o referencial teórico. Bozzo, M. V.; Motokane, M. T.
- 36** - Análise da argumentação em uma atividade investigativa de Biologia no Ensino Médio. Silva, R. P. O.; Chernicharo, P. S. L.; Tonidandel, S. M. R.; Trivelato, S. L. F.
- 37** - A argumentação na produção escrita de professores de Ciências e o ensino da Genética. Valle, M. G.; Motokane, M. T.
- 38** - Temas sócio-científicos: análise dos processos Bortoletto, A.;

argumentativos num contexto escolar.	Carvalho, W. L. P.
39 - Os professores de Ciências devem ensinar os alunos a argumentar?	Sá, L. P.; Ferreira, J. Q.; Queiroz, S. L.
40 - Uma análise sobre as características de argumentos de alunos do Ensino Médio sobre temática sócio-científica.	Pereira, R. G.; Trivelato, S. L. F.
41 - Argumentação científica em um filme infanto-juvenil e na escrita dos alunos: uma relação possível?	Dell Asem, E. C. A.; Trivelato, S. L. F.
42 - Modelo de argumentação como ferramenta para análise da qualidade da escrita científica de alunos de graduação em Química.	Oliveira, J. R. S.; Batista, A. A.; Queiroz, S. L.
43 - A inquirição como instrumento para promover o raciocínio e argumentação em sala de aula	Manzano, M. E.; Faht, E. C.

Na Tabela 1.8 são apresentados os títulos e os autores dos trabalhos localizados nas publicações dos resumos das RASBQs e ENEQs.

TABELA 1.8 – Trabalhos sobre o tema argumentação apresentados nas RASBQs e nos ENEQs.

Evento – Local, ano	Autores
30ª RASBQ – Águas de Lindóia, 2007	
44 - Concepções de professores de Química sobre procedimentos de ensino capazes de promover a argumentação no nível superior.	Sá, L. P.; Queiroz, S. L.
45 - Atividades pedagógicas voltadas ao aprimoramento de habilidades argumentativas de graduandos em Química.	Sá, L. P.; Queiroz, S. L.
31ª RASBQ – Águas de Lindóia, 2008	
46 - Uma análise comparativa da argumentação de graduandos em Química sobre a resolução de casos relacionados ao tema corrosão.	Sá, L. P.; Velloso, A. M. S.; Motheo, A. J.; Queiroz, S. L.
47 - Argumentação sobre questões envolvendo aspectos sócio-científicos por alunos de graduação em Química.	Sá, L. P.; Velloso, A. M. S.; Queiroz, S. L.
32ª RASBQ – Fortaleza, 2009	
48 - Percepção dos estudantes a respeito de uma proposta de ensino para o tema “corrosão”.	Sá, L. P.; Velloso, A. M. S.; Queiroz, S. L.
49 - Produção de textos argumentativos por graduandos em Química: questões relacionadas ao artigo científico.	Sá, L. P.; Queiroz, S. L.
50 - Análise de interações discursivas na abordagem de aspectos sócio-científicos para o desenvolvimento da capacidade argumentativa.	Mendes, M. R. M.; Guimarães, Z. F. S.; Alves, D. S.; Oliveira, W. M.; Santos, W. L. P.
51 - Modelo de argumentação como ferramenta para análise de relatórios de laboratório de alunos de graduação em Química.	Oliveira, J. R. S.; Batista, A. A.; Queiroz, S. L.

XIV ENEQ – Curitiba, 2008

52 - Análise da dinâmica argumentativa em sala de aula de Química com abordagem CTS.

Firme, R. N.; Teixeira, F.

53 - Análise de uma discussão de alunos em fórum numa sequência didática de Química, com uso do Videograph.

Silva, J. R. R. T.; Amaral, E. M.
.R.; Firme, R. N.

A seguir apresentamos discussões acerca de cada um dos aspectos mencionados anteriormente, com relação aos trabalhos presentes nas Tabelas 1.6, 1.7 e 1.8.

A produção e sua distribuição no tempo

Com base no levantamento bibliográfico constatamos que a partir do ano de 2007 cresceu o número de trabalhos publicados na literatura nacional, sobre questões ligadas à argumentação no Ensino de Ciências. Na Figura 1.1 apresentamos a frequência de trabalhos localizados nas revistas e aqueles apresentados nos ENPECs, RASBQs e ENEQs, de acordo com os períodos especificados na Tabela 1.5.

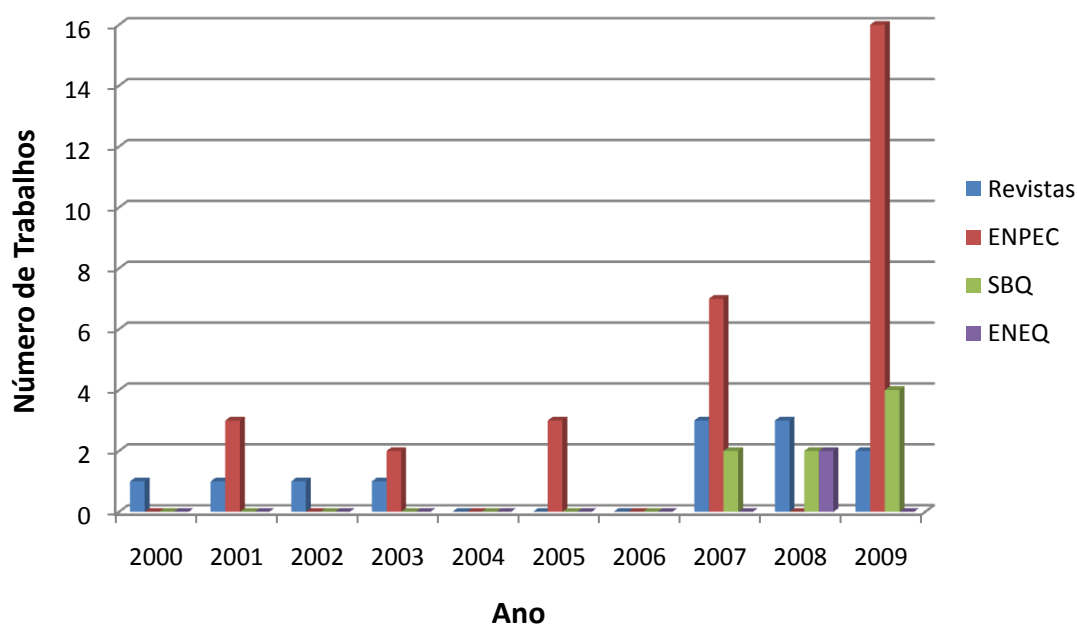


FIGURA 1.1 – Quantidade de trabalhos localizados nas revistas e apresentados nos ENPECs, RASBQs e ENEQs.

No que diz respeito às revistas analisadas, o primeiro trabalho localizado sobre a temática foi publicado no ano de 2000 e até 2003 a frequência de trabalhos por ano permanece inalterada, apenas um a cada ano. De 2004 a 2006

nenhum trabalho foi publicado no Brasil sobre a argumentação e somente em 2007 tornam a surgir pesquisas sobre a temática. Nesse ano, três trabalhos foram localizados, mesmo número verificado em 2008. No que diz respeito a 2009, o último número de algumas das revistas analisadas ainda não se encontra disponível para consulta, por essa razão alguns trabalhos do referido ano podem não constar na análise.

Como é possível observar na Figura 1.2 é notório o crescimento do número de trabalhos apresentados nos ENPECs, no decorrer dos anos, a respeito do tema em foco. Nos dois primeiros Encontros, ocorridos em 1997 e 1999, não identificamos a existência de nenhum trabalho sobre a temática, e somente em 2001, são apresentados os primeiros estudos. Vale ressaltar que um desses trabalhos, o desenvolvido por SANTOS et al. (2001), aparece na Tabela 1.6 e 1.7, isso porque foi apresentado no III ENPEC e publicado na *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, no mesmo ano. A partir de 2005 cresce significativamente o número de trabalhos apresentados no evento, com um salto acentuado no último ENPEC, realizado em 2009, que contou com a apresentação de dezesseis trabalhos. Vale destacar que o ENPEC é um evento que ocorre a cada dois anos, por essa razão na Figura 1.1 nenhum trabalho é verificado nos anos pares.

No que diz respeito aos eventos da área de Química, nas publicações dos resumos das RASBQs verificamos a existência de oito trabalhos sobre a argumentação no Ensino de Química. Sendo os primeiros estudos somente verificados no ano de 2007, que contou com a apresentação de dois trabalhos sobre a temática. Em 2008, esse número permanece inalterado, aumentando para quatro, no ano de 2009. Nos ENEQs apenas dois trabalhos foram apresentados, ambos em 2008.

Como é possível observar poucos trabalhos foram localizados nas revistas da área, porém foi significativo o número de trabalhos apresentados no último ENPEC. Esses dados sugerem que, embora ainda existam poucos estudos publicados na literatura nacional, o interesse pelo tema se acentuou nos últimos anos. Fato também evidenciado nos eventos da área de Química, como a RASBQ, que apresentou maior quantidade de trabalhos no último ano de realização. Com relação ao ENEQ, por ser um evento bianual ainda não é possível fazer

considerações em relação a esse crescimento, uma vez que os primeiros trabalhos são de 2008. Os resultados também sugerem que maior número de publicações virá a surgir nos próximos anos, uma vez que muitos destes estudos parecem incipientes e, por essa razão, o tempo não foi suficiente para divulgação em revistas da área.

Na Tabela 1.9 é apresentada a classificação de cada um dos referidos trabalhos de acordo com a área de enfoque, a região brasileira e a instituição de origem, aspectos a serem discutidos nos tópicos seguintes. Os números atribuídos aos trabalhos correspondem à numeração dos trabalhos nas Tabelas 1.6, 1.7 e 1.8. Doravante, os trabalhos serão referenciados por seus respectivos números.

TABELA 1.9 – Classificação dos trabalhos de acordo com a área de enfoque, região brasileira e instituição de origem.

Nº do Trabalho	Tabela	Área	Região Brasileira	Instituição
1	1.6	Física	Sudeste	USP
2	1.6	Química	Centro-oeste/Sudeste	UnB/UFMG/Univ. Leeds
3	1.6	Física	Sudeste	USP
4	1.6	Física	Sudeste	UFMG
5	1.6	Química	Sudeste	UFSCar/USP
6	1.6	Física	Sudeste	UNESP
7	1.6	Física	Sudeste	UFMG
8	1.6	Física	Sudeste	UFMG
9	1.6	Química	Sudeste	UNESP
10	1.6	Física	Sudeste	UFMG
11	1.6	Física	Sudeste	UNESP
12	1.6	Física	Sudeste	UFMG
13	1.7	Química	Centro-oeste/Sudeste	UnB/UFMG/Univ. Leeds
14	1.7	Química	Sul	PUC/RS
15	1.7	Física	Sudeste	USP
16	1.7	Física	Sudeste	UNESP
17	1.7	Ciências	Sudeste	UFMG/Univ. Pensilvânia
18	1.7	Ciências	Sudeste	UFMG
19	1.7	Física	Sudeste	UNESP
20	1.7	Ciências	Nordeste	UFPE
21	1.7	Ciências	Nordeste	UFPE
22	1.7	Física	Sudeste	UFMG
23	1.7	Física	Nordeste	UEFS/UFBA

24	1.7	Ciências	Sul	UFSM
25	1.7	Química	Sudeste	UFSCar/USP
26	1.7	Física	Sudeste	USP
27	1.7	Química	Sudeste	UFSCar/USP
28	1.7	Química	Sudeste	USP
29	1.7	Ciências	Sudeste	UFMG
30	1.7	Ciências	Sudeste	UFMG
31	1.7	Física	Sudeste	Escola SESC/RJ
32	1.7	Biologia	Sudeste/Nordeste	UFMG/UFBA
33	1.7	Física	Sudeste	UFMG
34	1.7	Química	Sudeste	UFMG
35	1.7	Ciências	Sudeste	USP
36	1.7	Biologia	Sudeste	USP
37	1.7	Ciências	Sudeste	USP
38	1.7	Ciências	Sudeste	UNESP
39	1.7	Química	Sudeste	UFSCar/USP
40	1.7	Ciências	Sudeste	USP
41	1.7	Ciências	Sudeste	USP
42	1.7	Química	Sudeste	UFSCar/USP
43	1.7	Biologia	Sudeste	USP
44	1.8	Química	Sudeste	UFSCar/USP
45	1.8	Química	Sudeste	UFSCar/USP
46	1.8	Química	Sudeste	UFSCar/USP
47	1.8	Química	Sudeste	UFSCar/USP
48	1.8	Química	Sudeste	UFSCar/USP
49	1.8	Química	Sudeste	UFSCar/USP
50	1.8	Química	Centro-oeste	UnB
51	1.8	Química	Sudeste	UFSCar/USP
52	1.8	Química	Nordeste	UFPE
53	1.8	Química	Nordeste	UFRPE

A produção e sua distribuição de acordo com a área de pesquisa

A Figura 1.2 ilustra o número de trabalhos localizados de acordo com a área de pesquisa privilegiada no enfoque dos trabalhos localizados nas revistas e apresentados nos ENPECs. Na Tabela 1.9 é possível observar a classificação por área de cada um dos trabalhos analisados. Vale ressaltar que a área Ciências engloba aqueles trabalhos direcionados ao Ensino de Ciências, em Nível

Fundamental, aqueles que apresentam levantamento bibliográfico sobre a argumentação no Ensino de Ciências e ainda aqueles que discutem a argumentação em questões científicas gerais, mas sem especificar nenhuma área.

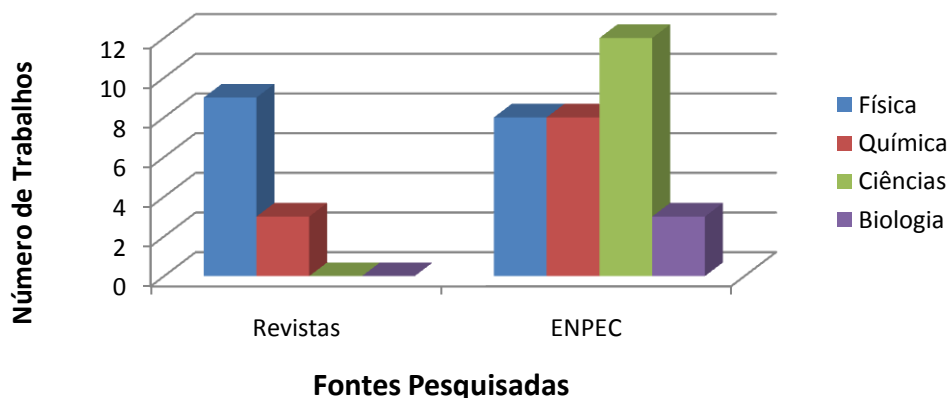


FIGURA 1.2 – Trabalhos localizados nas revistas e apresentados nos ENPECs de 2001 a 2009.

No que diz respeito à análise das revistas, conforme verificamos na Figura 1.2, nove, dos doze trabalhos localizados, concernem à área de Física e três à área de Química. Nenhum trabalho relacionado ao tema com enfoque na área de Ciências ou Biologia foi localizado nas revistas direcionadas ao Ensino de Ciências, nem na revista específica da área de Biologia, *Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular*. Esses números chamam a atenção para a crescente mobilização e iniciativas de publicações de artigos, por parte de pesquisadores da área de Física, em relação à prática da argumentação na sala de aula e sobre a necessidade de mais ações nessa direção nas demais áreas da Ciência.

Em relação ao ENPEC, dos 31 trabalhos localizados oito dizem respeito à área de Física, oito à área de Química, doze à área de Ciências, e três à área de Biologia. Assim, publicações na área de Biologia, são ainda pouco expressivas, se comparadas aos resultados obtidos para as demais áreas. Somente no último ENPEC, realizado em 2009, evidenciamos os primeiros trabalhos concernentes a esta área. Esses resultados apontam para a necessidade premente de mobilização por parte dos pesquisadores no que diz respeito à realização de mais trabalhos sobre a argumentação no ensino de Biologia.

Os resultados apontam que a área de Física tem se destacado pela quantidade de contribuições acerca do tema, principalmente pelo número de publicações em revistas da área, se comparada às áreas de Química e Biologia. Muito embora nos ENPECs o número de trabalhos pertencentes a essas áreas tenha crescido nos últimos anos, parece existir ainda poucos grupos que investigam o tema. Verificamos isso principalmente nas RASBQs, em que a grande maioria dos trabalhos analisados pertence ao mesmo grupo de pesquisa.

A produção e sua distribuição de acordo com as regiões brasileiras

A Figura 1.3 ilustra o número de trabalhos localizados nas revistas da área de Ensino de Ciências e aqueles apresentados nos ENPECs, RASBQs e ENEQs, de acordo com a sua distribuição por regiões geográficas do Brasil. A classificação de cada um dos trabalhos é apresentada na Tabela 1.9. É necessário destacar que na Figura 1.3 o número de trabalhos excede os 53 trabalhos considerados na análise, uma vez que cada trabalho apresentado por dois autores provenientes de regiões diferentes foi computado duas vezes (uma vez para cada uma das regiões). Considerando que os trabalhos 2, 13 e 32 foram apresentados em parceria por autores de duas regiões diferentes, o número de trabalhos computados na Figura 1.4 é 56.

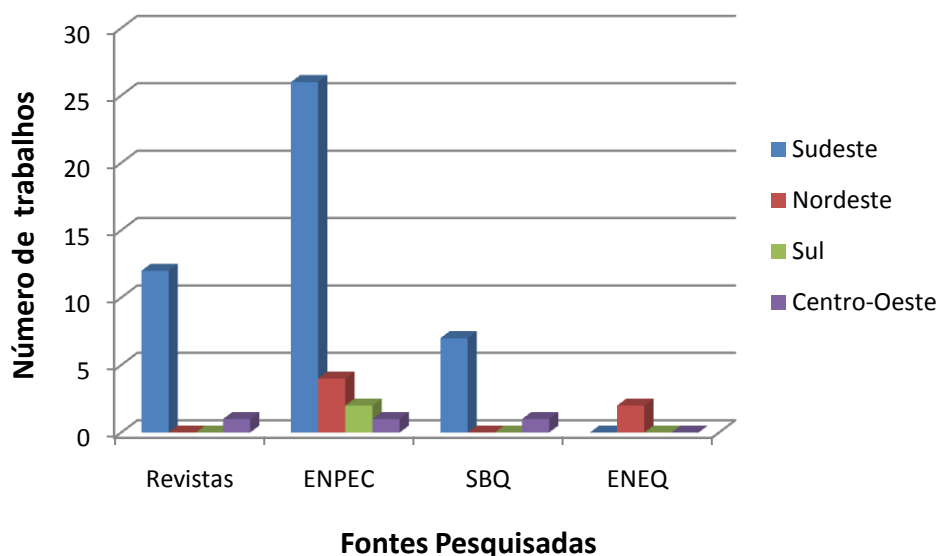


FIGURA 1.3 – Distribuição dos trabalhos de acordo com as regiões brasileiras.

Conforme ilustra a Figura 1.3 a grande maioria dos trabalhos localizados nas revistas e apresentados nos eventos são provenientes da região Sudeste. Apenas no ENEQ não verificamos contribuições oriundas da região. Nesse

aspecto, concordamos com FRANCISCO e QUEIROZ (2008), quando mencionam que o fato de a região abrigar um número elevado de Instituições de Ensino Superior (IES) de grande tradição em pesquisa no país, como a USP e a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), justifica, em parte, a relevante contribuição de pesquisas na área de Ensino de Ciências. Além disso, na região Sudeste está concentrado um número elevado de programas de pós-graduação, outra provável razão para a maior parte das contribuições de pesquisa ser oriunda dessa região.

No que diz respeito aos trabalhos apresentados nos eventos, há ainda outro aspecto que pode justificar o fato de a região Sudeste apresentar a maioria dos trabalhos nos ENPECs e RASBQs. Em relação ao ENPEC, dos cinco Encontros, três deles foram realizados no estado de São Paulo e dois no estado de Santa Catarina, regiões relativamente próximas. Em relação às RASBQs, das três reuniões em que foram apresentados trabalhos sobre a temática, duas delas aconteceram no estado de São Paulo. Esse favorecimento propiciado pelo local de realização dos eventos foi um aspecto também considerado no trabalho de FRANCISCO e QUEIROZ (2008), ao realizarem a análise dos resumos apresentados na Seção de Ensino de Química das RASBQs, no período de 1999 a 2006, que teve como objetivo favorecer a compreensão acerca da produção do conhecimento sobre o Ensino de Química no país.

A segunda região com maior produção de trabalhos sobre o tema foi a do Nordeste, porém com diferença significativa se comparada à região Sudeste. Nenhum dos trabalhos localizados nas revistas foi proveniente da região Nordeste. Em relação aos trabalhos apresentados nos eventos da área, quatro das seis pesquisas oriundas da região foram apresentadas nos ENPECs e são provenientes dos estados de Pernambuco e Bahia. As demais, apresentadas no ENEQ realizado em 2008, são oriundas do estado de Pernambuco.

Na região Centro-oeste localizamos apenas três trabalhos sobre a temática, sendo dois deles, como já mencionado anteriormente, o mesmo trabalho publicado em fontes distintas. O terceiro trabalho foi apresentado na 32ª RASBQ, realizada em 2009. Todas essas contribuições são oriundas do Distrito Federal. No que diz respeito à região Sul, apenas dois trabalhos foram localizados. Esses foram apresentados no III e VI ENPEC, respectivamente, e ambos são provenientes do estado do Rio Grande do Sul. Nenhum dos trabalhos analisados é proveniente da

região Norte. De acordo com FRANCISCO e QUEIROZ (2008), o isolamento típico do local e o seu distanciamento do Sudeste podem explicar, em parte, a pouca participação de pesquisadores do estado em eventos da área. No entanto, também verificamos inexistência de publicações sobre o tema nas revistas analisadas, fato que sugere a pouca atividade de pesquisa sobre o tema em universidades da região.

Em relação às parcerias verificadas, estas foram estabelecidas entre os seguintes pesquisadores e regiões: Wildson Luiz Pereira Santos (região Centro-oeste) e Eduardo Fleury Mortimer (região Sudeste); Charbel Niño El-Hani (região Nordeste) e Eduardo Fleury Mortimer (região Sudeste). O primeiro trabalho conta ainda com a parceria de um pesquisador do exterior, Philip H. Scott, professor da Universidade de Leedes, na Inglaterra. Além dessa, também identificamos a parceria estabelecida entre Danusa Munford (região Sudeste) e Carla Zembal-Saul, da Universidade do Estado da Pensilvânia, nos Estados Unidos da América.

Segundo FRANCISCO e QUEIROZ (2008) “o estabelecimento de parcerias acadêmicas pode conduzir ao aumento e à diversificação da produção de trabalhos científicos, assim como favorecer o fortalecimento de determinadas linhas de pesquisa em regiões onde ainda são incipientes”. Desse modo, acreditamos que a realização de mais parcerias entre grupos pertencentes a diferentes regiões brasileiras é um caminho promissor para o desenvolvimento de mais pesquisas no campo da argumentação.

A produção e sua distribuição de acordo com as instituições acadêmicas

Nesse tópico apresentamos as IES às quais estão vinculados os autores dos trabalhos analisados. A Figura 1.4 apresenta a quantidade de trabalhos de acordo com as instituições acadêmicas às quais os mesmos são vinculados. A classificação de cada um dos trabalhos é apresentada na Tabela 1.9. É necessário destacar que na Figura 1.4 o número de trabalhos excede os 53 trabalhos considerados na análise, uma vez que cada trabalho proveniente de duas instituições diferentes foi computado duas vezes (uma vez para cada instituição).

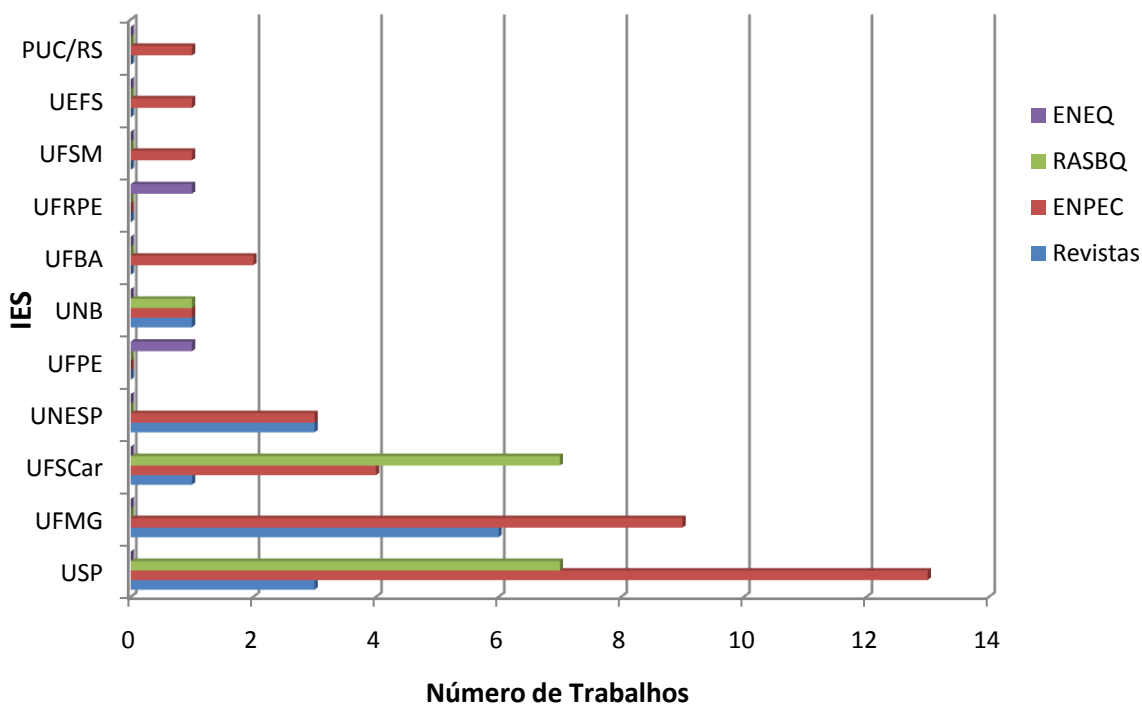


Figura 1.4 – Distribuição dos trabalhos de acordo com as IES.

Conforme ilustra a Figura 1.4, a IES que mais contribuiu com a produção de trabalhos publicados sobre argumentação nas revistas da área de Ensino de Ciências foi a UFMG. É digno de nota que, dos seis trabalhos localizados nas revistas nacionais provenientes da instituição, cinco deles (4, 7, 8, 10 e 12) são oriundos do grupo liderado por Silvânia de Sousa Nascimento. A quinta contribuição da mesma instituição (2) pertence ao grupo liderado por Eduardo Fleury Mortimer. Com o mesmo número de artigos publicados nas revistas temos a USP, com os trabalhos 1, 3 e 5; e a UNESP, com os trabalhos 6, 9 e 11.

Em contraponto, no que diz respeito aos trabalhos apresentados nos ENPECs, a USP apresentou o maior número de contribuições: treze dos 31 trabalhos apresentados nas edições do evento. O total de trabalhos é proveniente tanto de institutos pertencentes ao campus de São Paulo quanto de unidades em seus *campi* do interior. Da USP se destaca o grupo liderado por Ana Maria Pessoa de Carvalho; da Faculdade de Educação da USP de São Paulo e o liderado por Salete Linhares Queiroz, do IQSC/USP. Ainda na região Sudeste, se destacam a Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e a UNESP, que também apresentaram contribuições de pesquisas no evento, porém em número menos significativo que as duas anteriores. Foram apresentados quatro trabalhos provenientes da UFSCar (25, 27, 39 e 42) e três da UNESP (16, 19 e 38). Os

trabalhos produzidos pela UNESP são provenientes de unidades em seus *campi*, como o de Bauru e o de Guaratinguetá. Dessa instituição se destaca o grupo liderado por Odete Pacubi Baierl Teixeira. Com relação à UFSCar cabe destacar que todos os trabalhos nela classificados são provenientes de pesquisas realizadas no Grupo de Pesquisa em Ensino de Química do IQSC/USP.

As IES das demais regiões brasileiras apresentam contribuições em número pouco significativo nos ENPECs. Da região Sul, identificamos o trabalho 24, do grupo liderado por Eduardo Adolfo Terrazzan, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM); e o 14, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC/RS). Em relação ao Nordeste foram verificadas contribuições da Universidade Federal da Bahia e da Universidade Estadual de Feira de Santana (23 e 32); e da região Centro-Oeste, o trabalho 13, do grupo liderado por Wildson Luiz Pereira dos Santos, da Universidade de Brasília (UnB).

Dos oito trabalhos apresentados nas RASBQs, sete foram desenvolvidos pelo Grupo de Pesquisa em Ensino de Química do IQSC/USP. Tais trabalhos também contaram com a participação de pesquisadores da UFSCar. Somente o trabalho 50 é proveniente de outra instituição, a UnB. Em relação ao ENEQ, os dois trabalhos localizados (52 e 53) são oriundos da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), respectivamente. A análise dos trabalhos apresentados em eventos específicos da área de Química sugere que muito embora o número de trabalhos acerca da argumentação tenha crescido nos últimos anos, ainda são poucos os grupos na área de Ensino de Química no país que investigam sobre a temática, ou ainda, são poucas as iniciativas de publicações dos resultados obtidos em pesquisas concernentes ao assunto.

A produção e sua distribuição de acordo com os níveis de escolaridade

A identificação do nível escolar ao qual se relacionam os trabalhos foi realizada por meio da utilização dos descritores sobre níveis escolares estabelecidos por MEGID NETO (1999). Alguns dos elementos considerados para a identificação do nível escolar foram: os sujeitos participantes na pesquisa, os materiais didáticos avaliados, os programas de ensino propostos e as experiências educacionais relatadas na pesquisa. A Tabela 1.10 apresenta a classificação dos trabalhos de acordo com o nível de escolaridade e foco temático. Aqueles trabalhos classificados

no foco temático *Estratégias promotoras da argumentação* são ainda classificados de acordo com o tipo de abordagem empregada na pesquisa (científica ou sócio-científica). Tais aspectos serão discutidos no próximo tópico.

TABELA 1.10 – Classificação dos trabalhos de acordo com nível de escolaridade e foco temático, onde F= Fundamental, M = Médio, S = Superior, G = Geral.

Nº	Tabela	Nível	Foco Temático/Abordagem
1	1.6	F	Estratégias promotoras da argumentação/científica
2	1.6	M	Estratégias promotoras da argumentação/sócio-científica Formação de professores
3	1.6	M	Estratégias promotoras da argumentação/científica Formação de professores
4	1.6	M	Estratégias promotoras da argumentação/científica
5	1.6	S	Estratégias promotoras da argumentação/sócio-científica
6	1.6	M	Estratégias promotoras da argumentação/científica
7	1.6	S	Formação de professores
8	1.6	S	Formação de professores
9	1.6	M	Estratégias promotoras da argumentação/científica
10	1.6	S	Formação de professores
11	1.6	M	Estratégias promotoras da argumentação/científica
12	1.6	S	Formação de professores
13	1.7	M	Estratégias promotoras da argumentação/sócio-científica Formação de professores
14	1.7	S	Estratégias promotoras da argumentação/científica Formação de professores
15	1.7	F	Estratégias promotoras da argumentação/científica
16	1.7	F	Estratégias promotoras da argumentação/científica Formação de professores
17	1.7	S	Formação de professores
18	1.7	S	Formação de professores
19	1.7	M	Estratégias promotoras da argumentação/científica Formação de professores
20	1.7	F	Espaço para a argumentação
21	1.7	G	Levantamento bibliográfico
22	1.7	S	Formação de professores
23	1.7	S	Estratégias promotoras da argumentação/científica
24	1.7	G	Levantamento bibliográfico
25	1.7	S	Espaço para a argumentação
26	1.7	M	Estratégias promotoras da argumentação/científica
27	1.7	S	Estratégias promotoras da argumentação/científica

28	1.7	M	Estratégias promotoras da argumentação/científica
29	1.7	M	Construção de modelo
30	1.7	M	Construção de modelo
31	1.7	M	Estratégias promotoras da argumentação/científica
32	1.7	M	Estratégias promotoras da argumentação/científica
33	1.7	S	Formação de professores
34	1.7	M	Análise de material didático
35	1.7	G	Levantamento Bibliográfico
36	1.7	M	Estratégias promotoras da argumentação/científica
37	1.7	S	Estratégias promotoras da argumentação/científica
38	1.7	M	Estratégias promotoras da argumentação/sócio-científica
39	1.7	S	Mecanismos de ensino da argumentação
40	1.7	M	Estratégias promotoras da argumentação/sócio-científica
41	1.7	F	Estratégias promotoras da argumentação/científica
42	1.7	S	Construção de Modelo
43	1.7	M	Estratégias promotoras da argumentação/científica
44	1.8	S	Espaço para a argumentação
45	1.8	S	Mecanismos de ensino da argumentação
46	1.8	S	Estratégias promotoras da argumentação/científica
47	1.8	S	Estratégias promotoras da argumentação/sócio-científica
48	1.8	S	Estratégias promotoras da argumentação/científica
49	1.8	S	Estratégias promotoras da argumentação/outra
50	1.8	N	Espaço para a argumentação
51	1.8	S	Construção de modelo
52	1.8	M	Estratégias promotoras da argumentação/sócio-científica
53	1.8	M	Estratégias promotoras da argumentação/sócio-científica

A Figura 1.5 ilustra a distribuição de trabalhos de acordo com o nível de escolaridade. Cabe destacar que foram classificados na categoria Geral três trabalhos que apresentam levantamento bibliográfico sobre a temática (21, 24 e 35) e um que não especifica nível de escolaridade (50).

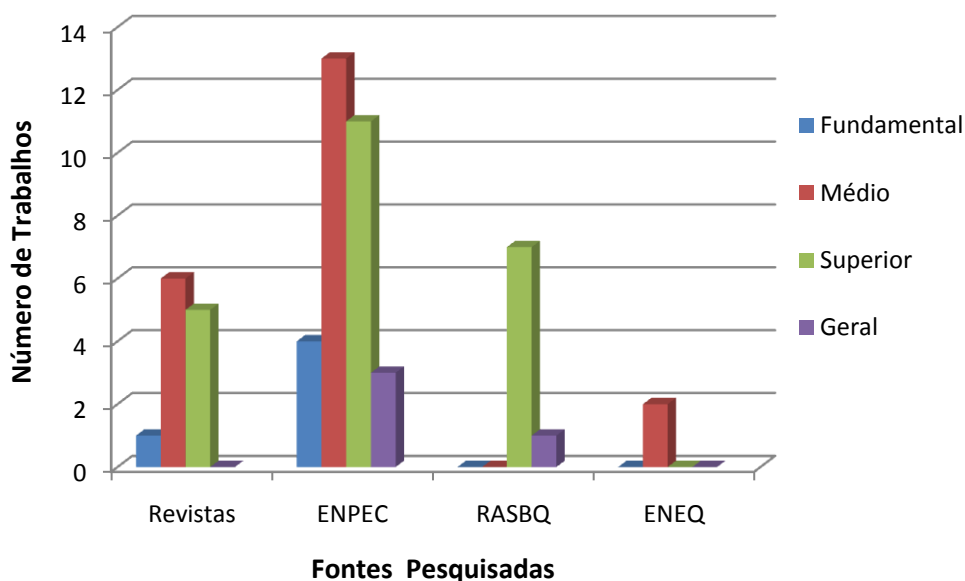


Figura 1.5 – Distribuição dos trabalhos de acordo com o nível de escolaridade.

Conforme verificamos na Figura 1.5, o nível de escolaridade que mais se destacou nos trabalhos analisados foi o Ensino Médio, com exceção apenas dos trabalhos apresentados nas RASBQs. Observamos que a maioria dos trabalhos direcionados a esse nível de ensino apresenta como objetivo principal o desenvolvimento da capacidade de argumentação dos estudantes, por meio da promoção de estratégias de ensino com abordagem em questões científicas ou sócio-científicas. Esse propósito apontado na maioria dos trabalhos encontra respaldo na colocação de CACHAPUZ et al. (2005), quando afirmam que o objetivo da escola Fundamental e Média não é formar futuros cientistas, mas permitir que os alunos possam entender o mundo discutindo e compreendendo os fenômenos científicos e tecnológicos.

Trabalhos direcionados ao Ensino Superior também aparecem em frequência significativa nos trabalhos localizados nas revistas e naqueles apresentados nos ENPECs e RASBQs. Dentre os grupos que trabalham com a temática no Ensino Superior se destacam o grupo liderado por Silvânia de Souza Nascimento, cujos trabalhos têm como foco principal a formação inicial de professores de Física; e o grupo liderado por Salete Linhares Queiroz, que apresenta estudos voltados ao aprimoramento de habilidades argumentativas de graduandos em Química. Desse grupo se originaram sete, dos oito trabalhos apresentados nas RASBQs, todos direcionados ao Ensino Superior.

O nível de escolaridade menos privilegiado nos trabalhos foi o Nível Fundamental. Nesse nível de ensino se destacam os trabalhos desenvolvidos pelo grupo de Ana Maria Pessoa de Carvalho, cujo enfoque se dá no desenvolvimento de habilidades argumentativas em aulas de conhecimento físico com crianças. Segundo FRANCISCO e QUEIROZ (2008), a baixa porcentagem de trabalhos voltados ao Ensino Fundamental pode estar associada ao fato da introdução de tópicos relacionados à Química ocorrer, de forma mais efetiva, apenas nas últimas etapas deste nível escolar. A colocação dos autores também se adéqua às áreas de Física e Biologia e, por essa razão, esse nível de ensino pode ter sido menos contemplado que os demais. Cabe ainda ressaltar que dentre todos os trabalhos analisados, nenhum deles foi destinado ao Ensino Infantil.

A produção e sua distribuição de acordo com o foco temático

A análise das pesquisas acerca da argumentação em trabalhos publicados no Brasil nos permitiu observar que todos os focos temáticos discutidos no Tópico 1.1 (*Estratégias promotoras da argumentação, Formação de professores, Mecanismos de ensino da argumentação e Elaboração de modelos*) também são recorrentes no contexto nacional. No entanto, para que se fizesse possível a classificação dos estudos mais três focos foram inseridos. Dessa maneira, os trabalhos foram classificados da seguinte forma:

- **Estratégias promotoras da argumentação:** trabalhos que apresentam estratégias de ensino com abordagem em aspectos científicos e/ou sócio-científicos. Neste estudo entendemos como *abordagem em aspectos científicos* aqueles trabalhos que tratam de conceitos específicos de determinada área da Ciência. Como *abordagem em aspectos sócio-científicos* entendemos aquelas pesquisas que abordam os aspectos sociais, ambientais, econômicos e/ou éticos envolvidos em determinada questão;
- **Formação de professores:** trabalhos que apresentam discussões acerca do papel do professor na promoção da argumentação na sala de aula, em contextos de formação inicial ou continuada;
- **Elaboração de modelos:** trabalhos que apresentam modelos que visam avaliar argumentos produzidos pelos alunos mediante distintas situações apresentadas em ambientes de ensino-aprendizagem de Ciências;

- **Espaço para a argumentação:** trabalhos que apresentam questões relacionadas ao espaço destinado à prática da argumentação em ambientes de ensino-aprendizagem de Ciências;
- **Mecanismos de ensino da argumentação:** trabalhos que discutem sobre a viabilidade do emprego de mecanismos que tem como objetivo ensinar a argumentação aos estudantes. O mesmo se diferencia do foco *Estratégias promotoras da argumentação*, pelo fato de que, no primeiro, os alunos não são instruídos em relação aos componentes presentes na argumentação. As estratégias são propostas e os argumentos são produzidos de maneira espontânea;
- **Levantamento bibliográfico:** trabalhos que apresentam levantamento bibliográfico sobre pesquisas que tratam de questões concernentes à argumentação no Ensino de Ciências;
- **Análise de material didático:** trabalhos que analisam aspectos da argumentação existente em materiais didáticos.

A Figura 1.6 apresenta a distribuição dos trabalhos de acordo com seu foco temático. Cabe ressaltar que os trabalhos 2, 3, 13, 14, 16 e 19 foram classificados em dois focos temáticos: estratégias promotoras da argumentação e formação de professores. Por essa razão o número verificado na Figura 1.6 ultrapassa o total de 53 trabalhos.

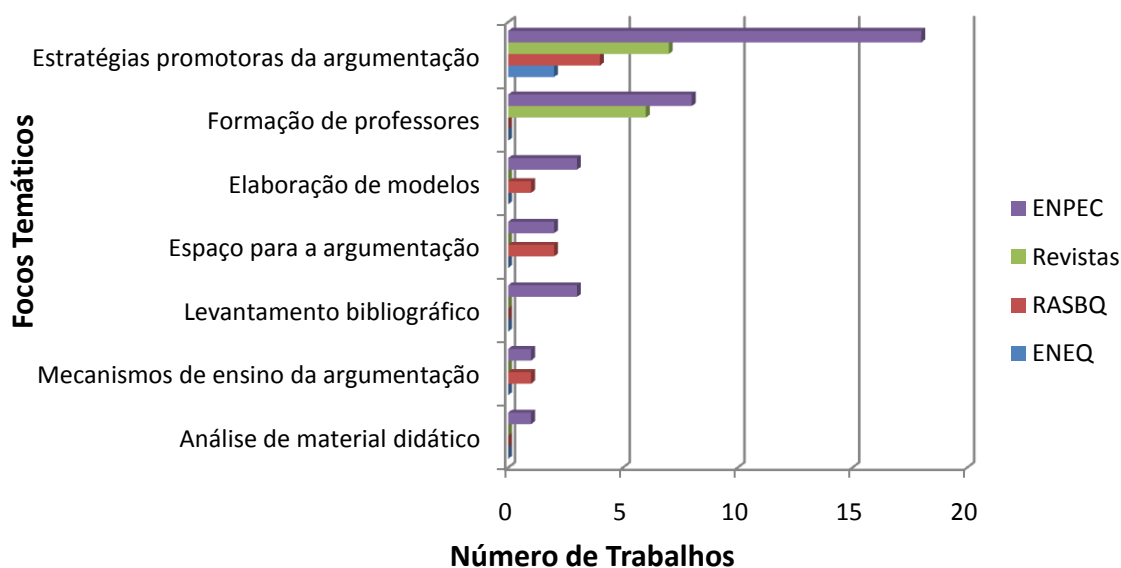


Figura 1.6 – Distribuição dos trabalhos de acordo com o foco temático.

A seguir apresentamos uma discussão a respeito dos trabalhos relacionados a cada um dos focos temáticos, de acordo com a Figura 1.6.

Estratégias promotoras da argumentação

Conforme verificamos na Figura 1.6, dos 53 trabalhos localizados no âmbito nacional, 31 discutem questões relacionadas ao emprego de estratégias promotoras da argumentação na sala de aula. Classificamos ainda essas pesquisas de acordo com o tipo de abordagem envolvida no estudo, ou seja, verificamos se as estratégias empregadas envolviam questões de natureza científica ou sócio-científica.

Sete dos trabalhos localizados nas revistas apresentam esse foco temático, seis com abordagem em aspectos científicos e dois com abordagem em aspectos sócio-científicos. No que diz respeito à primeira abordagem, o trabalho 1, por exemplo, de CAPECCHI e CARVALHO (2000) foi desenvolvido com o intuito de verificar em que medida as atividades propostas estimularam a elaboração de argumentos por crianças, no Ensino Fundamental, e analisar a qualidade das argumentações em discussões sobre assuntos científicos, no caso, sobre a observação da variação do alcance de um jato em função da altura de uma coluna de água. Segundo as autoras, o espaço concedido à argumentação nesse trabalho revelou-se como uma oportunidade para o incentivo à cooperação entre os alunos, incluindo ao mesmo tempo o respeito às diferentes explicações e a autoconfiança para posicionamentos contrários aos dos colegas.

Ainda sobre a abordagem em aspectos científicos, no trabalho 4, de VILLANI e NASCIMENTO (2003) são discutidos aspectos ligados à argumentação empregada por estudantes, visando compreender a influência dos dados empíricos na aprendizagem de alunos que trabalham em grupos, em um laboratório didático de Ciências, no caso, sobre a medida do tempo de uma determinada reação. A partir dos resultados obtidos, os autores afirmam que o laboratório didático introduz elementos específicos que facilitam o reconhecimento do contexto escolar, e aumentam a probabilidade e a necessidade dos alunos utilizarem argumentos mais adequados e completos, cuja estrutura se aproxima mais da estrutura desejável em argumentos científicos.

No que diz respeito à abordagem sócio-científica, no trabalho 2, desenvolvido por SANTOS et al., (2001), o debate foi utilizado como estratégia para introduzir questões sócio-científicas na sala de aula. O estudo foi desenvolvido numa escola pública, situada na cidade de Taguatinga, Distrito Federal, com estudantes do primeiro ano do Ensino Médio. O debate promovido tratava da tríade “Ciência, Religião e Magia” e teve como principal propósito desenvolver a argumentação dos estudantes e discutir a natureza do conhecimento científico. Segundo os autores, a aprendizagem de conceitos não foi o foco da proposta. A intenção era que o aluno fosse capaz de apresentar justificativas que sustentassem o seu posicionamento sobre o tema. Ademais, de acordo com os autores, a natureza da temática proposta não abria espaço para que argumentos científicos fossem cobrados dos estudantes, ao contrário do que seria possível se o tema tratado fosse Energia Nuclear, por exemplo. Nesse caso o professor poderia requerer do estudante razões científicas sobre o porquê da radiação oferecer riscos à saúde humana, o que não fazia sentido com o tema proposto. Resultados do estudo indicaram que a utilização de perguntas que solicitem ao estudante justificativas para os seus pontos de vista pode fazer com que percebam a necessidade de melhorar a sua argumentação. Além disso, outro ponto fortemente ressaltado diz respeito à dificuldade do professor em conduzir o discurso argumentativo na sala de aula. Os autores apontam ainda para a necessidade de desenvolvimento de pesquisas que auxiliem os professores a promover e melhorar a argumentação dos estudantes.

Dezessete trabalhos apresentados nos ENPECs foram classificados nesse foco temático, catorze com abordagem em questões científicas e três com abordagem em questões sócio-científicas. Em relação à abordagem de questões científicas se destaca o trabalho 26, de BIASOTO e CARVALHO (2007), desenvolvido com o intuito de verificar a eficiência de uma atividade em promover a argumentação. A atividade consistiu no planejamento, realização e discussão de um problema experimental de Mecânica, no Ensino Médio. Os autores observaram que durante a atividade o nível de argumentação dos participantes foi aumentando na medida em que eles foram se familiarizando com a proposta e à medida que seus conhecimentos teóricos foram se integrando à situação apresentada.

No que diz respeito à abordagem em questões sócio-científicas, o trabalho 38, de BORBOLETTO e CARVALHO (2009) foi desenvolvido com o intuito de explorar e analisar o engajamento discursivo de alunos de um curso técnico

durante os processos argumentativos em sala de aula. Para tanto, um mini-curso intitulado Eficiência Energética foi ministrado. Os resultados do trabalho correspondem à análise de um episódio relacionado ao tema Energia e Impactos Ambientais: As Diferentes Formas de Energia no Brasil. Segundo os autores, a escolha do tema se deve ao reconhecimento dos alunos, mesmo que superficialmente, da diversidade de informações necessárias para avaliação e posicionamento frente à discussão de um tema sócio-científico, como também pela intensa participação dos mesmos. Uma das conclusões do trabalho diz respeito à importância de acesso do conhecimento de forma coletiva e individual, mas livre de coerções e manipulações.

Quatro dos trabalhos apresentados nas RASBQs foram classificados nesse foco temático, dois deles com abordagem em aspectos científicos e um com abordagem em aspectos sócio-científicos. O quarto trabalho classificado nessa categoria, o de número 49, desenvolvido por SÁ e QUEIROZ (2009b), não envolvia nenhuma dessas questões. O seu objetivo foi estimular a argumentação de estudantes a partir da produção de textos argumentativos sobre questões relacionadas à qualidade de artigos científicos da área de Química, no que diz respeito ao seu formato e linguagem. A proposta foi aplicada em disciplina de Comunicação Científica em um curso de Bacharelado em Química de uma universidade estadual paulista, que aborda, dentre outros conteúdos, questões relacionadas ao artigo científico. As autoras perceberam o emprego adequado dos componentes argumentativos usados na escrita dos textos argumentativos, quando os estudantes se posicionaram diante da qualidade do artigo por eles analisado.

Com relação à abordagem científica verificada nos trabalhos apresentados nas RASBQs, o trabalho 46, desenvolvido por SÁ et al., (2008a), teve como objetivo promover a argumentação em aulas de Química, no Ensino Superior, utilizando o método de Estudo de Caso. O método foi aplicado em disciplina específica de Química que trata principalmente de questões relacionadas ao tema Corrosão. O processo culminou em apresentações orais dos grupos sobre possíveis soluções para os casos. Os argumentos apresentados pelos estudantes para subsidiar a resolução do caso *Corrosão em Pontes* foram analisados de acordo com o Modelo de TOULMIN (2001) e da metodologia de análise de argumentos proposta por ERDURAN et al., (2004). As conclusões indicam a utilização de casos

investigativos como uma estratégia eficiente para promover e aperfeiçoar a habilidade de argumentação dos alunos.

O trabalho apresentado com abordagem em questões sócio-científicas foi o de número 47 (SÁ et al., 2008b), que teve como objetivo promover e avaliar a argumentação de graduandos em Química a respeito de questões sócio-científicas. Para tanto, o caso *Doença de Granja*, cujo contexto abordava questões sociais, ambientais, econômicas e éticas foi elaborado e aplicado. Este foi solucionado pelos alunos, que trabalharam em pequenos grupos na busca de soluções para o problema. Os resultados obtidos sugerem que a proposta teve boa receptividade junto aos estudantes e se mostrou adequada para desenvolver a capacidade argumentativa dos mesmos, além de habilidades de pesquisa, estímulo à criatividade, trabalho em grupo, tomada de decisão e desenvolvimento do senso crítico.

Em relação aos ENEQs, os dois trabalhos classificados nesse foco temático tratavam de aspectos sócio-científicos. No de número 52, por exemplo, FIRME e TEIXEIRA (2008) analisam a dinâmica argumentativa instaurada em sala de aula no contexto de uma abordagem CTS, com o objetivo de explicitar na estratégia argumentativa a forma como o professor busca desenvolver nos alunos novas representações frente a questões sócio-científicas. O trabalho foi realizado com estudantes do Ensino Médio de uma escola estadual do Recife e os seus resultados são oriundos da análise de um episódio de ensino que promoveu espaço para reflexões sobre a problemática do descarte de pilhas e baterias. As autoras perceberam que a professora estabeleceu uma dinâmica argumentativa significativa na sala de aula e parece ter convencido seus alunos, pelo uso de raciocínios argumentativos, da necessidade de assumirem atitudes de responsabilidade social frente à problemática em questão.

Conforme verificamos nos trabalhos classificados neste foco temático, na literatura encontramos indícios da importância da prática da argumentação associada à construção do conhecimento científico por parte dos alunos. Em contraponto, TEIXEIRA (2007) alerta para o fato de que, assegurar engajamento dos alunos em discurso argumentativo ou debates em sala de aula, não significa a ocorrência de argumentação científica. A relação entre ponto de vista, justificativa e pressupostos teóricos que fundamentam a justificativa é um condição a ser

observada na argumentação científica. A seleção do conteúdo a ser debatido e o conhecimento científico sobre o mesmo é fator crucial na produção de argumentos científicos. Para exemplificar sua colocação, o autor cita o debate sobre a tríade “Ciência, Religião e Magia” (SANTOS et al., 2001), mencionada anteriormente, e alerta que o mesmo pode envolver os alunos de modo a expressarem calorosamente seus pontos de vista, mas sem relacioná-los a conceitos científicos que justifiquem seu posicionamento. Assim, o autor afirma que é prudente que o tema a ser tratado no debate tenha sido objeto de estudo na perspectiva de conceitos científicos e o foco do debate centrado em questões que suscitem o uso destes conceitos, apoiado em dados e evidências empíricas ao invés de julgamento de valores. Para tanto, sugere que as práticas pedagógicas que visam desenvolver a argumentação científica preparem os alunos a serem aptos a distinguir argumentos baseados em evidências daqueles baseados em valores e crenças. Desenvolver nos alunos habilidades com a forma (apresentação de pontos de vista fundamentados em dados e garantias) e a natureza do argumento (garantias baseadas em evidências e não meramente em valores) os farão aptos a distinguir predições especulativas, falsas associações, super-generalizações e os limites de certeza do conhecimento científico.

Formação de professores

No que diz respeito ao foco temático *Formação de professores* verificamos a existência de catorze trabalhos com esse enfoque. Nas revistas analisadas foram localizados seis deles. No trabalho 7, de VIEIRA e NASCIMENTO (2007), por exemplo, os autores apresentam considerações a respeito de contribuições aos processos de ensino-aprendizagem na formação inicial de professores de Física, à luz de referenciais teóricos do campo da argumentação. Para tanto, selecionaram e analisaram, segundo esses referenciais, um episódio de ensino com contraposição de ideias sobre a noção de repouso mecânico. Nesse processo, averiguaram como a ação pedagógica do professor formador refletiu-se na produção de argumentos por parte dos licenciandos. Ao contrastar os resultados obtidos com aqueles observados em pesquisas sobre argumentação na Educação Básica, os autores observaram a não ocorrência de intervenções eliciativas por parte do formador. As interações argumentativas seguiram seu curso a partir da contraposição de ideias iniciais fornecida pelo mesmo, mas uma vez iniciado, o processo argumentativo contou com uma dinâmica que não necessitou de

feedbacks para se manter, embora o formador fizesse algumas intervenções avaliativas.

No trabalho 8, NASCIMENTO e VIEIRA (2008) apresentam reflexões sobre as vantagens e limites da utilização de um padrão de argumento (TOULMIN, 2001) para o Ensino de Ciências e, mais especificamente, discutem sobre uma de suas contribuições específicas em investigações acerca de situações argumentativas em um curso de formação inicial de professores de Física. Dentre as considerações realizadas, os autores alertam que não adianta somente considerarmos as situações argumentativas em salas de aula de Ciências da Educação Básica, se os próprios formadores de professores se mostram alheios a tais práticas no contexto de suas disciplinas. Segundo os autores tal conhecimento poderia favorecer o desenvolvimento de propostas pedagógicas e curriculares que buscassem instrumentar os licenciandos e propiciar aproximações entre as suas práticas e as do próprio formador. Consideram ainda que a discussão sobre os processos de aprendizagem coloca em destaque as situações argumentativas em sala de aula ao mesmo tempo em que sugere a necessidade da devida caracterização dessas situações no espaço de formação de professores de Ciências. Assim, de acordo com os autores, é de fundamental importância a realização de pesquisas que busquem compreender as situações argumentativas na formação de professores.

Oito dos trabalhos classificados nesse foco temático foram apresentados nos ENPECs, como por exemplo, o trabalho 14, de LIMA et al. (2001), que visa compreender a prática de um professor universitário que utiliza a pesquisa como metodologia de trabalho. O estudo focaliza o modo pelo qual um dos princípios de pesquisa, a argumentação, é trabalhado em sala de aula nas disciplinas didático-metodológicas de Ensino de Química. Algumas das considerações feitas pelos autores referem-se ao fato de que o exercício de argumentar em sala de aula é essencial, devendo, pois, o professor promover situações para que os alunos exponham suas ideias, submetendo-as à avaliação do grupo como forma de refazê-las com mais clareza e precisão. Outra consideração dos autores diz respeito à importância de que professor e alunos percebam a argumentação na perspectiva proposta por SANTOS (2000), ou seja, como forma de auxiliar na construção do conhecimento-emancipatório. E, finalmente, ressaltam a

necessidade de, em sala de aula, existir uma relação auditório/orador de mútuo influenciar, possibilitando o debate profundo e honesto das premissas apresentadas.

Também é digno de nota o trabalho 17, realizado por MUNFORD e ZEMBAL-SAUL (2003), que buscaram problematizar aspectos relacionados à argumentação na educação científica escolar, partindo de uma noção de argumentação enquanto meio mediador para a construção social do conhecimento científico situada no contexto da escola. Os dados utilizados no trabalho são parte de uma pesquisa conduzida em uma disciplina de Ciências, oferecida a futuros professores, numa Faculdade de Educação de uma universidade americana. A disciplina foi composta por três unidades didáticas que abordavam: Evolução, Óptica e Aquecimento Global. Em cada módulo os participantes foram confrontados com questões de natureza científica e, em pares, construíram argumentos baseados em evidências. A partir da realização do referido trabalho os autores ressaltam que um dos maiores desafios do processo consiste em desenvolver novas formas de argumentação que sejam mais dialógicas. Assim, a argumentação possui uma natureza multifacetada, permeada por dualidades, existindo a necessidade de se estudar este fenômeno complexo.

Não foram verificados trabalhos com esse foco temático nos trabalhos apresentados nas RASBQs e ENEQs. Outro aspecto que merece destaque é o fato de a maioria dos trabalhos voltados à formação de professores serem desenvolvidos por pesquisadores da área da Física. Nove dos trabalhos analisados são oriundos dessa área, três da área de Química e dois da área de Ciências. Esse resultado aponta para uma maior preocupação dos pesquisadores da área de Física em relação a aspectos voltados à formação de professores.

Elaboração de modelos

O foco temático *Elaboração de modelos* foi identificado em quatro dos trabalhos analisados, todos relacionados à área de Química. Das revistas analisadas nenhum trabalho foi classificado nesse foco, enquanto que nos ENPECs três trabalhos possuem essa abordagem. Por exemplo, no trabalho 29, MENDONÇA e JUSTI (2009) elaboraram um esquema de análise que representa o relacionamento entre os componentes do argumento, contra-argumento e refutação presentes no raciocínio argumentativo. Os autores identificam as principais habilidades argumentativas que podem ser desenvolvidas no Ensino de Ciências e discutem

algumas questões presentes no instrumento proposto que permitem acessá-las. No mesmo evento, MENDONÇA et al., (2009), apresentam ainda o trabalho 30, *Proposição de um instrumento para avaliação de habilidades argumentativas – Parte II – Validação*, que descreve como o modelo proposto foi validado. Segundo os autores, foram obtidas respostas que demonstraram habilidades mobilizadas pelos alunos nas questões presentes no instrumento, o que, segundo os mesmos, valida a correspondência teórica.

Nas RASBQs, apenas o trabalho 51, de OLIVEIRA et al., (2009) foi classificado nesse foco temático. No trabalho os autores propuseram uma adaptação do Modelo originalmente proposto por KELLY e TAKAO (2002), com o intuito de analisar os argumentos escritos presentes em relatórios de laboratório elaborados por alunos de graduação matriculados em uma disciplina experimental de Química Inorgânica. O Modelo foi redefinido de acordo com os conteúdos curriculares da área de Química Inorgânica (subárea Química de Coordenação). Os resultados da pesquisa apontaram para a eficiência do Modelo, podendo o mesmo ser adaptado para outras disciplinas e outras atividades retóricas.

Nenhum trabalho com esse foco temático foi apresentado nos ENEQs. Como é possível perceber são poucas as iniciativas relacionadas à proposição de modelos de análise de argumentação em trabalhos nacionais. Tendo em vista as limitações apontadas a modelos já existentes (DRIVER et al., 2000), faz-se necessário que mais iniciativas nesse sentido sejam realizadas.

Espaço para a argumentação

De acordo com a análise realizada classificamos quatro trabalhos com o foco temático *Espaço para a argumentação*. Tais trabalhos discutem questões relacionadas à existência, ou não, de espaço destinado à prática da argumentação em ambientes de ensino-aprendizagem de Ciências.

Não localizamos nas revistas nacionais nenhum trabalho com esse foco, enquanto que nos ENPECs dois trabalhos foram apresentados. No trabalho 25, por exemplo, SÁ e QUEIROZ (2007b), buscaram determinar se professores de Ensino Superior de Química ofereciam oportunidades aos estudantes para o desenvolvimento e prática de habilidades argumentativas. Para tanto, dezenove aulas de cinco diferentes disciplinas, de caráter teórico e experimental, distribuídas em distintos períodos de um curso de Bacharelado em Química foram observadas.

Os autores verificaram a predominância da fala dos professores nas aulas, o que não favorecia a ocorrência de discussões reflexivas sobre questões científicas.

No trabalho 20, apresentado no V ENPEC, TEIXEIRA (2005) apresenta um estudo pautado na observação sobre quais são as características das atividades desenvolvidas em aulas de Ciências, para quarta série do Ensino Fundamental, que estimulam a produção de argumentos. Duas questões nortearam a investigação: os professores das séries iniciais fazem nas aulas de Ciências atividades que desenvolvem a argumentação? Se fazem, quais são essas atividades? Baseado na análise dos dados o autor ressalta que embora reconheça o esforço da professora em colocar os seus alunos como sujeitos ativos da aprendizagem, solicitando que buscassem informações e as socializassem para todo o grupo, não foi identificado um contexto em que o uso da linguagem escrita ou falada envolvesse os alunos em um processo reflexivo que possibilitasse a produção de novas interpretações. Dessa maneira, com base nos episódios analisados, a resposta à pergunta que guiou o estudo é: a professora não faz, nas aulas de Ciências, atividades que desenvolvem a argumentação.

Nas RASBQs também foram localizados dois trabalhos com esse foco temático. No trabalho 50, por exemplo, MENDES et al., (2009) buscaram identificar e analisar quais tipos de estratégias com abordagem em questões sócio-científicas eram adotadas por um professor de Química em suas aulas. Os resultados apontaram que o professor introduzia tais questões em suas aulas de forma pontual e pouco interativa. Desse modo, segundo os autores, a simples introdução dessas questões parece não ter propiciado de maneira significativa o desenvolvimento da capacidade de argumentação. Apontam ainda para a necessidade de estudos sobre formas de dinâmicas interativas que contribuam para a argumentação.

Nenhum trabalho com esse foco temático foi apresentado nos ENEQs. Desse modo, poucos trabalhos apresentam dados relacionados ao espaço destinado à prática da argumentação na sala de aula. Tais iniciativas são importantes, uma vez que podem servir de subsídio para que mudanças relacionadas ao ensino-aprendizagem de Ciências sejam estimuladas, de modo a favorecer de maneira mais eficaz tal prática.

Mecanismos de ensino da argumentação

No que diz respeito a esse foco temático, dois trabalhos foram localizados. O trabalho 39, de SÁ et al., (2009), apresentado no VII ENPEC, teve como objetivo investigar sobre a efetividade do ensino da estrutura de um “bom argumento” como apoio ao desenvolvimento de habilidades argumentativas de alunos de um curso de Bacharelado em Química. Para tanto foi realizada uma análise comparativa da argumentação dos alunos, quando submetidos a diferentes contextos de ensino: no primeiro a argumentação foi totalmente espontânea e nenhuma orientação no sentido de como argumentar foi oferecida; no segundo, uma série de atividades desenvolvidas com o intuito de torná-los conhecedores dos elementos que constituem um “bom argumento” foi realizada. Os resultados não apresentaram diferença significativa entre a qualidade dos argumentos produzidos nos dois contextos de ensino.

No trabalho 45, de SÁ e QUEIROZ (2007c), apresentado na 30ª RASBQ, os autores propuseram uma proposta de ensino com o intuito de aprimorar as habilidades argumentativas de estudantes de química. A proposta envolveu uma série de quatro atividades (jogo argumentativo, identificação de termos argumentativos em artigos de divulgação científica, atividade escrita baseada na leitura de artigo científico e resolução de casos investigativos). Além disso, aulas expositivas e exercício foram realizados visando à familiarização dos alunos com os componentes do argumento. Os resultados apontaram que, quando estimulados e adequadamente instruídos os alunos conseguem elaborar “bons argumentos”, segundo a perspectiva adotada no trabalho.

A análise dos trabalhos supracitados, assim como de trabalhos reportados na literatura internacional, que divergem em relação à sua posição sobre a viabilidade de se ensinar, ou não, a argumentar (McNEILL et al., 2006; CHO e JONASSEN, 2002) apontam para a necessidade de realização de mais pesquisas que discutam tais aspectos, tendo em vista uma melhor compreensão acerca da questão envolvida neste foco temático.

Levantamento bibliográfico

Apenas nos ENPECs foram localizados três trabalhos nesse foco temático. No trabalho 24, por exemplo, WINCH e TERRAZZAN (2007), considerando

a relevância que tem sido atribuída ao desenvolvimento da capacidade argumentativa dos alunos, mediante realização de atividades que os estimulam a fazer uso de argumentos, consideraram importante analisar como essas atividades estavam sendo mencionadas na literatura da área. No trabalho, os autores visaram compreender como estavam sendo desenvolvidas, em aulas de Ciências, atividades que buscavam, além de explorar o conhecimento científico, estimular os alunos a desenvolver uma argumentação consistente. Dentre outros aspectos, perceberam grande preocupação na compreensão da linguagem utilizada por professores, de modo a estimular os alunos a expressar e a defender seus pontos de vista. Os autores acreditam que a argumentação é apontada como elemento relevante a ser trabalhado em aula, por estar associada com a possibilidade de negociar possíveis significados, ideias, perspectivas referentes ao tema de estudo. Além disso, ressaltam que ao mesmo tempo em que professores buscam desenvolver a capacidade argumentativa dos alunos, eles, em momentos coletivos de discussão, demonstram falta de uma melhor preparação quanto ao tipo de discurso a ser utilizado e quanto à maneira de conduzir as discussões.

Os trabalhos 21 e 35 também foram classificados no foco *Levantamento bibliográfico*. No primeiro, TEIXEIRA (2007) analisa pesquisas relacionadas ao discurso argumentativo no processo de ensino-aprendizagem de Ciências, buscando identificar como a argumentação pode contribuir para desenvolver operações intelectuais características da produção e do aprendizado do conhecimento científico tais como comparações, julgamentos, negociações, justificativas etc. No segundo, de BOZZO e MOTOKANE (2009), os autores analisam artigos sobre a argumentação no Ensino de Ciências, na tentativa de identificar os atuais focos de interesse nessa linha de pesquisa.

Trabalhos como os apresentados anteriormente são relevantes, uma vez que favorecem a aquisição do conhecimento a respeito das iniciativas já existentes concernentes à prática da argumentação. Além disso, tais estudos apontam para as limitações existentes e para a necessidade de melhorias nesse campo.

Análise de material didático

Apenas o trabalho 34, de SILVA e MARTINS (2009), apresentado no VII ENPEC, foi classificado neste foco temático. Na pesquisa os autores buscaram

identificar a presença de funções didáticas, como a argumentação, na sequência didática de um livro de Química. Os resultados obtidos apontam para a predominância de aplicações e definições no material analisado, em detrimento da argumentação, explicação e problematização. De acordo com os pesquisadores, a carência dessas funções didáticas representa uma evidência significativa para maiores discussões acerca das dificuldades de aprendizagem dos estudantes e para a busca de melhorias para o Ensino de Ciências no país. A existência de pesquisas como esta é exígua, tanto na literatura nacional como internacional.

Conforme verificamos parece consenso entre pesquisadores que investigam sobre o assunto, a ideia de que a argumentação ocupa um papel central na Educação em Ciências. Entretanto, muitos desses estudos também revelam que o discurso geralmente verificado na sala de aula é, predominantemente, do professor, no formato de aulas expositivas, com pouca ou nenhuma oportunidade para os estudantes se inserirem em uma argumentação dialógica (NEWTON et al., 1999; QUEIROZ e SÁ, 2009). As aulas normalmente seguem um padrão, descrito como “o professor pergunta, o aluno responde, o professor avalia”. Tipo de interação que, segundo NEWTON et al. (1999), visa desenvolver e estimular a memorização de pontos que o professor considera mais importantes e determinar se os estudantes são capazes de reproduzir, ou não, as respostas que os professores têm em mente. Ou seja, a tarefa do aluno é reconhecer o que o professor reconhece como a resposta correta.

Dessa forma, nos parece que a maior barreira para o desenvolvimento de habilidades de argumentação científica, entre os estudantes, parece ser a falta de oportunidades de participarem de atividades que promovam discussões, e conseqüentemente, a argumentação. Em contraponto, de acordo com relatos presentes na literatura, um grande obstáculo para o desenvolvimento de estratégias que promovam discussões e, conseqüentemente, a argumentação na sala de aula é a dificuldade do professor em organizá-las (CAPECCHI et al., 2000, SADLER, 2006). Essas dificuldades vão desde a administração da gradativa adaptação dos alunos ao processo de ouvir os colegas, até o direcionamento das questões colocadas pelo professor para uma sistematização de ideias que leve a conclusões. Desse modo, o acompanhamento da forma com que os professores administram o processo, como intervêm com o intuito de dar suporte à fala dos alunos durante

atividades que envolvam a argumentação, é essencial para que o seu desenvolvimento seja possível (CAPECCHI et al., 2000).

A partir da análise dos trabalhos analisados, é notório que somente na última década foi atribuída ao tema devida importância, o que é corroborado pelo crescente aumento no número de pesquisas que tratam da temática durante esse período. No entanto, percebemos que a maioria das pesquisas ainda se concentra principalmente na formação de professores e no desenvolvimento de estratégias promotoras da argumentação. Traçando um paralelo com o que observamos no contexto internacional a respeito do tema, as mesmas questões discutidas no âmbito internacional parecem permear as pesquisas desenvolvidas no Brasil.

Muito embora sua inserção no currículo seja bastante recomendada por pesquisadores da área de Ensino de Ciências (SADLER, 2004; KOLSTO, 2006; SADLER e DONNELLY, 2006; BRAUND et al., 2007; ZEIDLER et al., 2009), apenas oito dos trabalhos analisados nas referidas fontes de pesquisa apresentam estratégias com abordagem em questões de natureza sócio-científica. Em contraponto, na literatura internacional são abundantes as pesquisas que abordam questões dessa natureza.

Com base nessa constatação a pesquisa apresentada nesta tese se mostra relevante, uma vez que visa discutir a respeito da viabilidade do emprego de tais questões para o desenvolvimento de habilidades argumentativas. Considerando a exígua quantidade de pesquisas que apresentam modelos para a análise da qualidade da argumentação e as limitações apontadas àqueles já existentes (DRIVER et al., 2000), também objetivamos contribuir nesse aspecto, apresentando uma proposta de modelo para a análise de argumentos produzidos em discussões sobre questões sócio-científicas. O espaço destinado à prática da argumentação no Ensino Superior de Química e a viabilidade do emprego de mecanismos para se ensinar a argumentar são questões também contempladas no presente trabalho. Desse modo, pretendemos nos juntar ao rol de pesquisadores que investigam sobre a temática e contribuir com a pesquisa nesse campo.

2. Objetivos

Neste trabalho tratamos de aspectos relacionados à argumentação no Ensino de Ciências, especialmente no Ensino Superior de Química. Para tanto, realizamos esta pesquisa em disciplinas oferecidas a alunos de um curso de Bacharelado em Química, de uma universidade pública paulista, com os seguintes objetivos:

- Investigar a respeito do espaço destinado à prática da argumentação em ambientes de ensino-aprendizagem de Química, com o intuito de obter subsídios para o planejamento de estratégias que foram colocadas em funcionamento no desenvolvimento da pesquisa. Ou seja, pretendemos especular a respeito da forma como a argumentação é, ou não, estimulada na sala de aula e em laboratórios didáticos, assim como planejar, promover e avaliar estratégias pedagógicas, baseadas no método de Estudo de Caso, potencialmente capazes de desenvolver habilidades argumentativas nos estudantes;
- Caracterizar os casos elaborados de modo a evidenciar que tipos de estratégias argumentativas são usualmente empregados pelos alunos para solucioná-los e, desta forma, especular sobre a influência da natureza do caso na argumentação empregada em sua resolução;
- Analisar, a partir de episódios extraídos das aulas nas quais as referidas estratégias foram aplicadas, a qualidade da argumentação dos alunos em discussões de questões de caráter sócio-científico e verificar em que medida estimularam a elaboração de argumentos;
- Investigar se ensinar os alunos a argumentar, lhes mostrando as características que deve ter uma adequada argumentação, na perspectiva do

referencial teórico adotado neste trabalho, pode promover suas habilidades argumentativas;

- Elaborar um modelo de análise de argumentação apropriado para avaliar aspectos relevantes relacionados a argumentos produzidos pelos estudantes em discussões sobre questões de caráter sócio-científico, que não se limitasse apenas a aspectos estruturais.

Nessa perspectiva buscamos respostas aos questionamentos que se apresentam como problemas de pesquisa deste trabalho, e que poderão servir de subsídio para futuras iniciativas na área de Educação em Ciências: (1) *Há espaço para a prática da argumentação no Ensino Superior de Química?* (2) *Que tipos de casos podem favorecer determinadas estratégias argumentativas?* (3) *As diferentes propostas de ensino favoreceram a argumentação por parte dos estudantes?* (4) *O que podemos concluir sobre a qualidade da argumentação dos alunos durante a aplicação das propostas?* (5) *A argumentação é algo espontâneo ou ensinar os alunos a argumentar, lhes mostrando as características que deve ter uma adequada argumentação, pode promover suas habilidades argumentativas?*

3. Referenciais Teóricos

Considerável parte do trabalho realizado nesta pesquisa se pautou na aplicação do método de Estudo de Caso. A opção pela utilização do método se deve ao fato de o mesmo ser apontado como capaz de estimular a argumentação em situações de Ensino de Química (SÁ e QUEIROZ, 2009a; VELLOSO et al., 2009; SÁ et al., 2007), oferecendo aos estudantes a oportunidade de direcionar sua própria aprendizagem por meio de discussões que envolvem aspectos científicos e sócio-científicos, presentes em situações reais ou simuladas.

Para que a realização deste trabalho fosse possível nos deparamos, inicialmente, com a necessidade de produzir os casos que seriam utilizados pelos estudantes, assim como de definir orientações e questões que deveriam guiá-los nos trabalhos com os casos. Para tanto, localizamos na literatura dois artigos que vieram ao encontro das nossas necessidades: o primeiro, *What Makes a Good Case* (HERREID, 1998), nos auxiliou no processo de produção dos casos, e o segundo, *An STS Case Study About Students' Decision Making on the Waste Issue*, que ilustra o Modelo Normativo de Tomada de Decisão de KORTLAND (1996), nos auxiliou na elaboração de questões que visavam estimular a capacidade dos alunos em tomar decisões diante de problemas com enfoque em aspectos sócio-científicos.

A necessidade de classificar os casos de acordo com as estratégias argumentativas utilizadas pelos alunos no seu processo de resolução foi percebida durante a aplicação da proposta de mestrado (SÁ, 2006). Assim, empregamos o IDEAL *Problem-Solving Model*, Modelo proposto por BRANSFORD e STEIN (1984), que nos permitiu observar as diferentes etapas seguidas pelos grupos para solucionar os casos e, desse modo, caracterizar cada um deles de acordo com o cumprimento, ou não, das etapas.

No que diz respeito à análise da qualidade dos argumentos, esta foi realizada do ponto de vista estrutural e do ponto de vista dos aspectos envolvidos no processo de resolução de questões sócio-científicas. A análise estrutural dos argumentos elaborados pelos alunos foi realizada com base no Padrão de Argumento de TOULMIN (2001), na Metodologia proposta por ERDURAN et al., (2004); e em adaptações, por nós realizadas, a essa metodologia.

Para a análise dos aspectos envolvidos no processo de resolução dos casos, a partir do estudo de distintos referenciais teóricos empregados na análise de argumentos em diferentes contextos de ensino, encontramos a fundamentação necessária para a elaboração de um modelo de análise, por nós denominado Modelo de Análise de Argumentação Aplicável a Processos de Resolução de Questões Sócio-científicas. O Modelo se originou a partir dos dados obtidos na presente pesquisa, procurando contemplar aspectos frequentemente observados no processo de resolução de questões sócio-científicas, e foi produzido com o intuito de suprir limitações apontadas àqueles referenciais teóricos que desconsideram o contexto em que o argumento foi produzido, limitando-se à sua estrutura. Desse modo, o Modelo também serviu de referencial para que obtivéssemos respostas para a nossa questão de pesquisa, relacionada à qualidade da argumentação dos alunos sobre questões sócio-científicas, em diferentes situações de ensino. Todos os referenciais teóricos são detalhados a seguir.

3.1. Referenciais teóricos para a elaboração das atividades

3.1.1. Produção dos casos (HERREID, 1998)

No artigo de autoria de HERREID (1998), mencionado anteriormente, encontram-se as seguintes diretrizes para elaboração de um “bom caso”:

- um bom caso narra uma história: o fim não deve existir ainda;
- um bom caso desperta o interesse pela questão: para que um caso pareça real, deve haver um drama, um suspense. O caso deve ter uma questão a ser resolvida;
- um bom caso deve ser atual: deve tratar de questões atuais, no qual o estudante perceba que o problema é importante;

- um bom caso produz empatia com os personagens centrais: os personagens devem influenciar na maneira como certas decisões forem tomadas;
- um bom caso inclui diálogos: é a melhor maneira de compreender uma situação e ganhar empatia para com os personagens. Deve-se adicionar vida e drama a todos os diálogos;
- um bom caso é relevante ao leitor: os casos escolhidos devem envolver situações que os estudantes provavelmente saibam enfrentar. Isto melhora o fator empatia e faz do caso algo que vale a pena estudar;
- um bom caso deve ter utilidade pedagógica: deve ser útil para o curso e para o estudante;
- um bom caso provoca um conflito: a maioria dos casos é fundamentada sobre algo controverso;
- um bom caso força uma decisão: deve haver urgência e seriedade envolvida na resolução dos casos;
- um bom caso tem generalizações: deve ter aplicabilidade geral e não ser específico para apenas uma curiosidade;
- um bom caso é curto: os casos devem ser suficientemente longos para introduzir os fatos de um caso, mas não tão longos, que provoque uma análise tediosa.

Na medida do possível tais recomendações foram consideradas na produção de todos os casos propostos nessa pesquisa. No Anexo A encontra-se ilustrado um exemplo de como essas recomendações foram seguidas na elaboração do caso *Reciclagem de Materiais*.

3.1.2. Elaboração de questões: Modelo Normativo de Tomada de Decisão de KORTLAND (1996)

O Modelo proposto por KORTLAND (1996) foi utilizado como referencial para a elaboração das questões que seriam respondidas pelos alunos e que visavam facilitar a tomada de decisão sobre as soluções apontadas como as mais adequadas para os casos propostos. A Figura 3.1 ilustra o modelo proposto por KORTLAND (1996).

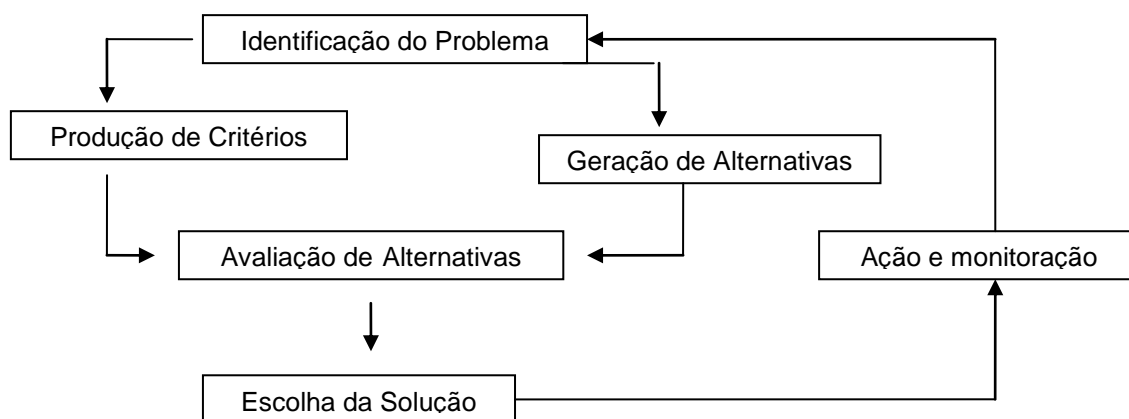


FIGURA 3.1 – Modelo Normativo de Tomada de Decisão de KORTLAND (1996).

A observação do esquema apresentado na Figura 3.1 permite concluir que no Modelo Normativo de KORTLAND (1996) os critérios para avaliar as soluções alternativas (ou as características desejáveis de uma solução) são formulados em direta conexão com a identificação do problema. As soluções alternativas geradas são avaliadas em um estágio posterior de acordo com esses critérios, resultando em uma decisão sobre o que parece ser a melhor ou a pior solução. E, finalmente, esses critérios são usados para monitorar os efeitos da decisão tomada: a solução escolhida teve os efeitos desejados na prática? Assim, esse Modelo tem como um dos seus principais objetivos ensinar os estudantes a tomar decisões independentemente e de maneira reflexiva, comparando sistematicamente os prós e contras das possíveis alternativas de solução.

Na medida do possível, todas as questões respondidas pelos alunos, durante o trabalho com os casos trazem em seu bojo elementos presentes no Modelo de KORTLAND (1996), conforme ilustra o exemplo apresentado no Anexo B. Desta forma, a primeira questão foi elaborada com o intuito de favorecer a identificação do problema existente no caso. De forma similar, a segunda questão, trata de favorecer o processo de produção de critérios pelos alunos, por meio da análise das características sociais, econômicas, ambientais ou éticas do problema. A terceira e quarta questão estão relacionadas à geração e avaliação das alternativas, respectivamente. Os dois itens seguintes dizem respeito à escolha da melhor solução para o problema e a questão final está relacionada a ação e monitoração. Procuramos considerar todas as etapas constituintes do modelo, no entanto, para atingir os objetivos da atividade, ainda se fez necessária a elaboração de outras questões, que não estão nele previstas.

3.2. Referencial teórico para a classificação dos casos

3.2.1. IDEAL Problem-Solving Model

O IDEAL *Problem-Solving Model*, proposto por BRANSFORD e STEIN (1984), é utilizado como critério para a identificação das diferentes etapas empregadas em atividades que promovam a resolução de problemas. O Modelo é comumente empregado em atividades realizadas em cursos acadêmicos ou profissionalizantes. Tais atividades propõem a resolução de problemas com abordagem em conteúdos variados, não necessariamente relacionados com o currículo ou área de trabalho, com o intuito de promover o desenvolvimento de habilidades cognitivas (FOSHAY e KIRKLEY, 1998). As etapas do Modelo são apresentadas na Figura 3.2.

Etapas do <i>IDEAL Problem-Solving Model</i>
Identificação do Problema
Definição e representação do problema
Exploração das possíveis estratégias
Ação sobre as estratégias
Revisão e avaliação dos efeitos das ações

FIGURA 3.2 – Etapas do IDEAL *Problem-Solving Model*.

De acordo com o Modelo, a primeira etapa a ser seguida na resolução de um problema consiste em identificar qual a questão a ser resolvida ou simplesmente noticiar que o problema existe, etapa denominada *Identificação do Problema*. A segunda etapa, *Definição e representação do problema*, é justificada pelo fato de um mesmo problema poder ser representado de múltiplas maneiras. Algumas dessas representações podem ajudar a esclarecer e enfatizar os aspectos do problema que são centrais para a sua solução. Na etapa denominada *Exploração das possíveis estratégias*, ocorre a exploração das várias alternativas passíveis de resolver o problema e a escolha por determinada estratégia em detrimento das demais. Na etapa *Ação sobre as estratégias*, medidas relacionadas à aplicação da estratégia escolhida são tomadas. E finalmente, na etapa *Revisão e avaliação dos efeitos das ações*, o indivíduo, continuamente, avalia os efeitos das decisões tomadas. Essa etapa pode permear o período em que as soluções estão sendo construídas, não se restringindo somente ao resultado final.

Nessa perspectiva, utilizamos o Modelo na análise de apresentações orais dos estudantes, situações em que expuseram o percurso seguido para a resolução do caso. A forma como a análise foi realizada permitiu a classificação dos casos em diferentes tipos, discutidos no capítulo *Resultados e Discussão*.

3.3. Referenciais teóricos para a análise dos argumentos

3.3.1. Os Usos do Argumento (TOULMIN, 2001)

Diversos modelos usados como referenciais teóricos para a análise da qualidade de argumentos produzidos pelos estudantes, em situações de ensino-aprendizagem, têm sido influenciados pelo Modelo de Argumentação proposto por TOULMIN (2001), também conhecido como TAP (*Toulmin's Argument Pattern*). Em seu livro *Os Usos do Argumento* o autor apresenta uma proposta de análise estrutural, na qual é feita a distinção entre os diferentes componentes que constituem um argumento. Esta proposta, ilustrada na Figura 3.3, identifica os elementos fundamentais de um argumento, assim como as relações existentes entre eles.

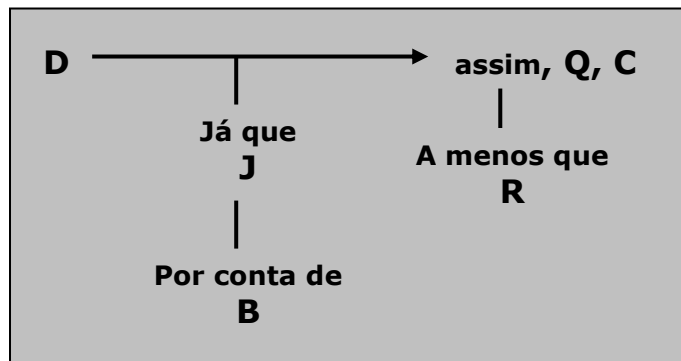


FIGURA 3.3 – Modelo de Argumentação proposto por TOULMIN (2001).

Segundo TOULMIN (2001) os elementos fundamentais de um argumento são o dado (D), a conclusão (C) e a justificativa (J). É possível apresentar um argumento contando apenas com estes elementos, cuja estrutura básica é: “a partir de um dado D, já que J, então C”. Porém, para que um argumento seja completo pode-se especificar em que condições a justificativa apresentada é válida ou não, indicando um peso para tal justificativa. Desta forma podem ser acrescentados ao argumento qualificadores modais (Q), ou seja, especificações das condições necessárias para que uma dada justificativa seja válida. Da mesma forma,

é possível especificar em que condições a justificativa não é válida ou suficiente para dar suporte à conclusão. Neste caso é apresentada uma refutação (R) da justificativa. Além dos elementos já citados, a justificativa, que apresenta um caráter hipotético, pode ser apoiada em uma alegação categórica baseada em uma lei, por exemplo. Trata-se de uma alegação que dá suporte à justificativa, denominada *backing* (B) ou conhecimento básico. O *backing* é uma garantia baseada em alguma autoridade, uma lei jurídica ou científica, por exemplo, que fundamenta a justificativa. Uma descrição detalhada de cada um desses componentes, assim como uma visão geral a respeito do respectivo Modelo, pode ser encontrada no livro *Os Usos do Argumento* (TOULMIN, 2001).

O Modelo proposto por TOULMIN para o *layout* de argumentos foi por nós utilizado na análise dos argumentos produzidos pelos alunos, nas diferentes situações de ensino. O Modelo, além de mostrar o papel das evidências na elaboração de afirmações, relacionando dados e conclusões, por meio de justificativas, também realça as limitações de uma dada teoria, bem como sua sustentação em outras teorias. O uso de qualificadores ou refutações envolve a capacidade de ponderar diante de diferentes teorias. Ou seja, ao participar de discussões que envolvam a argumentação, os alunos podem entrar em contato com uma importante faceta do conhecimento científico. No entanto, vale ressaltar que o Modelo apresenta algumas limitações, já destacadas por outros pesquisadores que o utilizam em suas pesquisas (CAPECCHI et al., 2000; DRIVER e NEWTON, 1997). Uma delas é a desconsideração do contexto em que os argumentos são construídos e a falta de julgamento da confiabilidade dos mesmos. Além disso, a construção coletiva é algo não contemplado. Nesse contexto, os argumentos nem sempre aparecem de forma ordenada, como no Modelo: justificativas podem estar implícitas e falas de diferentes alunos podem ser complementares. Dessa forma, para evitar uma análise rígida e descontextualizada, em situações em que os argumentos eram produzidos por grupos, procuramos observar a conexão entre afirmações complementares citadas por diferentes participantes.

3.3.2. Metodologia de análise dos argumentos, segundo ERDURAN et al., (2004)

Na metodologia proposta por ERDURAN et al., (2004) a qualidade dos argumentos é avaliada a partir da observação da combinação dos componentes do

argumento, segundo TOULMIN (2001), nas falas/textos escritos produzidos pelos alunos. Ou seja, as combinações que possuem um maior número de componentes são típicas de um argumento mais bem elaborado. Assim, um argumento que apresenta “conclusão-dado-justificativa” é menos sofisticado do que outro que tem apenas “conclusão-dado-justificativa-refutação”. Dessa maneira, os autores sugerem combinações dupla, tripla, quádrupla ou quádrupla de componentes, como indicativas de ordem crescente de complexidade do argumento: CDJ (conclusão-dado-justificativa); CDJB (conclusão-dado-justificativa-*backing*); CDJR (conclusão-dado-justificativa-refutação); CDJQ (conclusão-dado-justificativa-qualificador); CDJBQ (conclusão-dado-justificativa-*backing*-qualificador); CDJBQR (conclusão-dado-justificativa-*backing*-qualificador-refutação).

.A Figura 3.4 ilustra, em ordem crescente de complexidade, de cima para baixo, possíveis arranjos de componentes de um argumento:

CDJ	Conclusão / Dado / Justificativa
CDJB	Conclusão / Dado / Justificativa / <i>Backing</i>
CDJR	Conclusão / Dado / Justificativa / Refutação
CDJQ	Conclusão / Dado / Justificativa / Qualificador Modal
CDJBQ	Conclusão / Dado / Justificativa / <i>Backing</i> / Qualificador Modal
CDJBQR	Conclusão / Dado / Justificativa / <i>Backing</i> / Qualificador Modal / Refutação

FIGURA 3.4 - Ordem crescente de complexidade de argumentos de acordo com a metodologia proposta por ERDURAN et al., (2004).

A proposta de ERDURAN et al., (2004) consistiu em desenvolver e aperfeiçoar uma metodologia para a análise de argumentos em aulas de Ciências. A metodologia envolve a quantificação dos componentes argumentativos presentes no Modelo de TOULMIN (2001) e foi utilizada pelos autores em discussões entre professores e estudantes. Desse modo, a metodologia foi por nós empregada com o intuito de auxiliar na avaliação da qualidade dos argumentos dos estudantes, do ponto de vista estrutural.

3.3.3. Modelo de Análise de Argumentação Aplicável a Processos de Resolução de Questões Sócio-científicas

A construção do Modelo de Análise de Argumentação Aplicável a Processos de Resolução de Questões Sócio-científicas se originou a partir dos dados obtidos na presente pesquisa e buscou contemplar aspectos frequentemente observados no processo de resolução de casos. O Modelo foi elaborado visando à análise das argumentações em contextos que envolviam situações de apresentações orais sobre a resolução dos casos e debates entre grupos responsáveis pela resolução de um mesmo caso. Via de regra, observamos que nesses contextos determinados aspectos eram frequentes nas argumentações dos grupos e, dessa forma, buscamos considerá-los na elaboração do Modelo. Os aspectos observados foram: estabelecimento de critérios em relação à escolha de alternativas para solucionar o caso; menções às fontes de pesquisa utilizadas; e emprego de determinadas estratégias de aprendizagem.

Desse modo, três perspectivas de análise passaram a constituir o modelo proposto. A primeira está relacionada com a natureza dos critérios considerados no processo de resolução dos casos. Dessa maneira, classificamos os argumentos empregados de acordo com a sua natureza social, ambiental, econômica, ética e/ou científica. Esse tipo de análise foi também realizado por PATRONIS et al., (1999) em estudo que explorou a argumentação de estudantes sobre questões sócio-científicas.

A segunda perspectiva está relacionada com os diferentes tipos de fontes de evidências empregados na elaboração de argumentos e explicitados como forma de garantir confiabilidade às informações fornecidas. Análise semelhante foi proposta no trabalho desenvolvido por KIM e SONG (2005) que teve como objetivo avaliar características da argumentação de estudantes do Ensino Médio quando submetidos a atividades que envolviam investigações científicas.

A terceira perspectiva está relacionada às estratégias de aprendizagem empregadas na defesa de argumentos. Cabe destacar que as estratégias de aprendizagem são sequências de procedimentos empregadas para apoiar as três etapas fundamentais do processamento da informação: sua aquisição, seu armazenamento e sua utilização (NISBETT e SCHUCKSMITH, 1987). Podem também ser consideradas como qualquer procedimento adotado para a realização

de uma determinada tarefa escolar (SILVA e SÁ, 1997). Nessa perspectiva, pesquisadores de diferentes áreas apresentam distintas classificações para as estratégias de aprendizagem (WEINSTEIN e MAYER, 1985; PAIVA, 1998; MATURANO et al., 2002), dentre as quais se destacam as estratégias cognitivas, metacognitivas, sociais e afetivas.

De acordo com DEMBO (1994) as estratégias cognitivas operam diretamente sobre o material a ser aprendido, auxiliando o estudante a melhor processar a informação, enquanto que as estratégias metacognitivas são procedimentos que o indivíduo emprega para planejar, monitorar e regular o seu próprio pensamento e ação. PAIVA (1998) define as estratégias sociais como aquelas que promovem a interação e a cooperação de uns com os outros; e as estratégias afetivas como aquelas que envolvem o controle das emoções, atitudes, valores e motivação. O modelo proposto contempla a análise do emprego das referidas estratégias durante o processo de resolução dos casos.

Na literatura encontramos trabalhos de distintas áreas do conhecimento que discutem a relação existente entre as estratégias de aprendizagem e o desempenho escolar dos alunos. Nesse sentido, investigações têm se concentrado na identificação das estratégias de aprendizagem utilizadas pelos estudantes de forma espontânea ou como consequência de treinamentos sistemáticos (PURDIE e HATTIE, 1996; BROWN, 1997; PAIVA, 1998). No presente trabalho, buscamos identificar as estratégias de aprendizagem empregadas espontaneamente no processo de resolução dos casos. A Figura 3.5, ilustra o referido modelo.

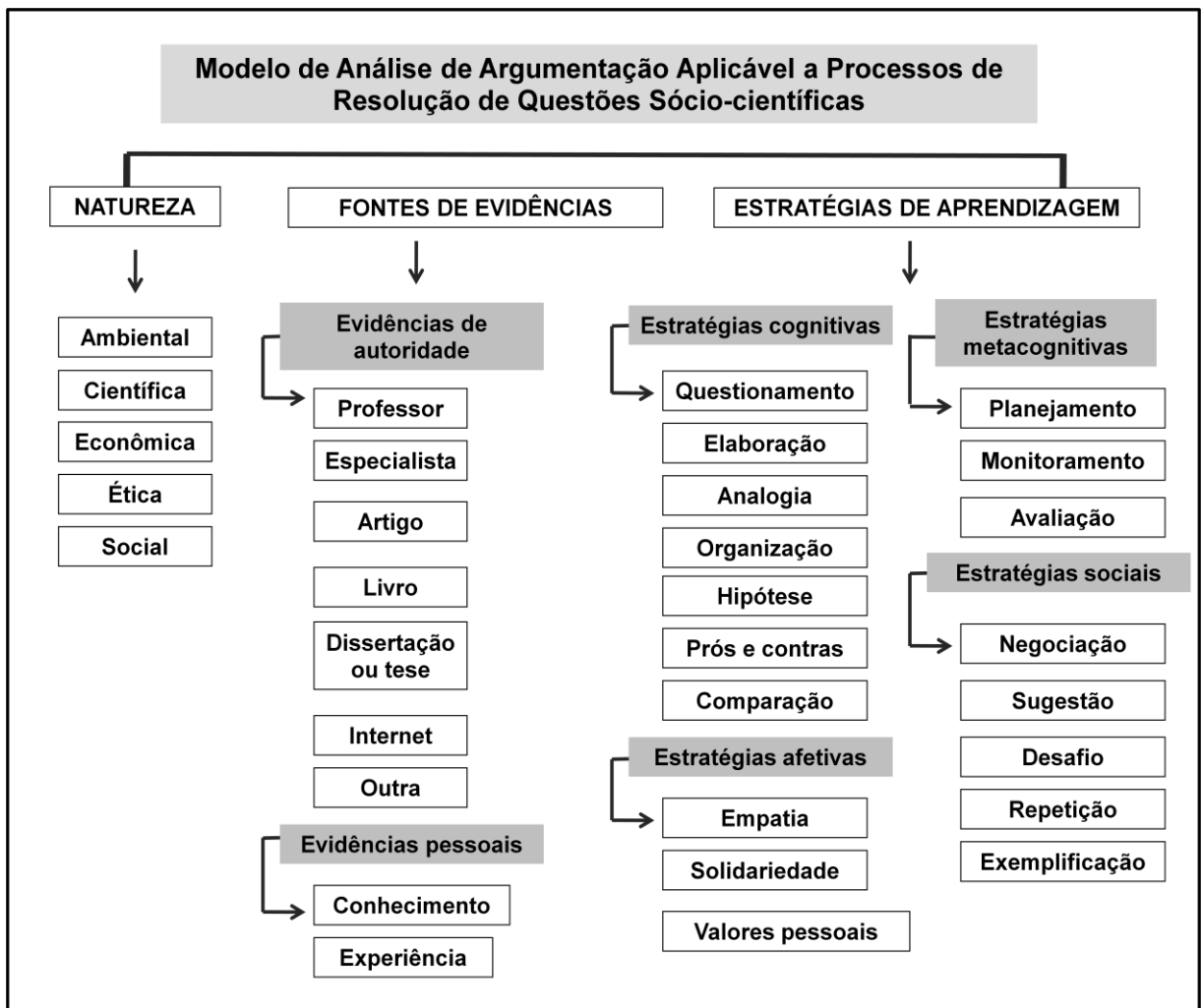


FIGURA 3.5 – Modelo de Análise de Argumentação Aplicável a Processos de Resolução de Questões Sócio-científicas.

Cabe destacar que, dentre as estratégias de aprendizagem ilustradas na Figura 3.5, as estratégias sociais não foram contempladas na análise dos argumentos produzidos em situações de apresentações orais, uma vez que levamos em conta a definição de PAIVA (1998), segundo a qual tal estratégia está baseada na interação e cooperação de uns com os outros, o que não ocorreu nesse contexto. Em contrapartida, o emprego dessa estratégia é extremamente adequado em situações de debates, e sua análise, assim como a de todas as outras perspectivas do Modelo será considerada na análise dos argumentos empregados pelos estudantes nesse contexto.

A Figura 3.6 apresenta cada uma das perspectivas de análise do referido Modelo, com suas respectivas classificações, definições e exemplos.

Perspectivas de análise	Classificação	Definições e exemplos
Natureza	Ambiental Científica Econômica Ética Social	Natureza dos critérios considerados pelos alunos na resolução do caso (ex.: <i>mencionar os aspectos sociais relacionados ao problema do caso; destacar o impacto ambiental das possíveis alternativas de solução para o caso</i>).
Fontes de Evidências	Evidência de autoridade Professor Especialista Artigo (original de pesquisa ou de divulgação científica) Livro Dissertação ou Tese Internet Outra	Fontes de pesquisas utilizadas como forma de garantir confiabilidade às informações fornecidas, ocultar ignorância sobre determinado assunto ou exemplificação. (ex.: <i>explicitar que a informação é oriunda de artigo científico produzido por determinado pesquisador de uma renomada universidade; ou que determinado livro ou tese corrobora as informações fornecidas</i>).
	Evidência pessoal Conhecimento prévio Experiência pessoal	Informação proveniente de evidências pessoais do indivíduo (ex.: <i>explicitar que a evidência é proveniente de conhecimento adquirido previamente ou de experiência pessoal</i>).
Estratégias Cognitivas	Questionamento	Refutação da validade dos argumentos dos oponentes ou de alguma informação relacionada ao caso (ex.: <i>refutar a viabilidade da solução apontada pelo oponente; refutar alguma informação fornecida pelo caso ou oriunda das fontes pesquisadas</i>).
	Elaboração	Estabelecimento de conexões entre o material novo a ser aprendido e o material antigo e familiar (ex.: <i>relacionar o conteúdo do caso a assuntos previamente aprendidos ou experiências vivenciadas</i>).
	Analogia	Estabelecimento de relação entre fatos que apresentam aspectos em comum (ex.: <i>relacionar algum aspecto do caso com outra situação que apresente características semelhantes</i>).
	Organização	Estruturação do material a ser aprendido, seja pela subdivisão em partes, seja pela identificação de relações (ex.: <i>topificar um assunto, criar uma hierarquia ou rede de conceitos, elaborar diagramas mostrando relações entre conceitos</i>).
	Hipótese	Levantamento de hipóteses relacionadas ao problema ou à sua resolução (ex.: <i>hipotetizar as possíveis causas do problema do caso</i>).
	Apresentação de prós e contras	Análise das vantagens e desvantagens das alternativas de solução do caso (ex.: <i>mostrar a viabilidade econômica de uma solução e por outro lado o impacto negativo da mesma para o meio ambiente</i>).
	Comparação	Análise comparativa entre as possíveis causas para o problema ou às distintas alternativas de solução para o caso (ex.: <i>comparar as características das possíveis causas do problema na tentativa de identificá-lo; mostrar a viabilidade econômica de uma solução em relação às demais</i>).
Estratégias Metacognitivas	Planejamento	Planejamento das ações necessárias para solucionar o caso (ex.: <i>estabelecer metas e objetivos; explicitar as questões que deverão ser resolvidas; planejar as ações que deverão ser executadas</i>).
	Monitoramento	Acompanhamento e controle das ações relacionadas à resolução do caso (ex.: <i>tomar providências ao perceber algo errado; auto-questionamento para investigar se houve compreensão; usar os objetivos para direcionar a</i>

		<i>pesquisa; estabelecer metas e acompanhar o progresso em direção à sua realização; modificar estratégias utilizadas).</i>
	Avaliação	<i>Avaliação dos efeitos das decisões tomadas a respeito do caso (ex.: auto-avaliação da aprendizagem; avaliação do impacto das decisões tomadas para o personagem do caso ou para a sociedade).</i>
Estratégias Afetivas	Empatia	<i>Demonstração de empatia com o problema vivenciado pelo personagem do caso (ex.: demonstração de sensibilidade em relação ao estado de saúde ou financeiro do personagem do caso).</i>
	Solidariedade	<i>Solidariedade em relação aos colegas (ex.: tentar entender as ideias do outro; auxiliar o outro na explicação das ideias).</i>
	Valores pessoais	<i>Considerações baseadas em valores pessoais (ex.: defender uma alternativa para o caso com base em valores pessoais).</i>
Estratégias Sociais	Negociação	<i>Negociação entre indivíduos com diferentes ideias na busca de consenso (ex.: negociar sobre opiniões divergentes a respeito das soluções apontadas para o caso).</i>
	Sugestão	<i>Sugestões de modificações em relação às ideias ou atitudes dos outros (ex.: sugerir mudanças na forma como a resolução do caso foi conduzida).</i>
	Desafio	<i>Provocação em relação às ideias dos opositores (ex.: desafiar o oponente sobre a veracidade de dados apresentados ou sobre a eficácia da solução apontada para resolver o caso).</i>
	Repetição	<i>Repetição de uma informação não compreendida de modo a tornar mais clara a explicação (ex.: repetir com mais clareza como a solução do caso seria aplicada).</i>
	Exemplificação	<i>Apresentação de exemplos de modo a tornar mais clara uma ideia não compreendida ou mostrar a viabilidade de uma solução em outras situações (ex.: mostrar exemplo de como a alternativa apontada para o caso foi promissora em outras situações).</i>

FIGURA 3.6 – Descrição do Modelo de Análise de Argumentação Aplicável a Processos de Resolução de Questões Sócio-científicas.

4. Metodologia

A metodologia empregada nesta pesquisa é do tipo qualitativa, uma vez que trabalhamos com a interpretação da fala, da escrita e ações de professores e alunos, durante aulas de Química. Além disso, a mesma se enquadra em aspectos que caracterizam a pesquisa qualitativa, de acordo com LÜCKE e ANDRÉ (1986): tem o ambiente natural como sua fonte direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento; os dados coletados são predominantemente descritivos; a preocupação com o processo é maior que com o produto e; a análise dos dados tende a seguir um processo indutivo. Para a análise dos dados, utilizamos na pesquisa os seguintes métodos de coleta: observação, entrevista, análise documental (trabalhos escritos dos alunos), questionários e gravações em vídeo.

Para análise recorreremos ainda à transcrição das gravações das falas dos alunos e dos professores, durante as entrevistas, apresentações orais e debates. Na medida do possível, o procedimento por nós utilizado, no que diz respeito às transcrições, está de acordo com as colocações de CARVALHO (2006):

As transcrições devem ser totalmente fieis às falas a que correspondem, sendo a substituição de termos por sinônimos terminantemente proibidos. Sobre a correção de erros de concordância existem dois pontos de vista diferentes entre os pesquisadores dessa área: um grupo acha que não se pode fazer as correções enquanto outro, recorrendo a posições éticas de um profissional estar analisando outro profissional, quase sempre colegas, e ainda a diferença existente entre a linguagem falada e a escrita, acha necessário que pequenas correções gramaticais sejam feitas na apresentação dos dados. Existem também problemas com a pronúncia das palavras, por exemplo, nenhum paulista fala o “r” no final dos verbos, mas isso não é um erro (...) sendo assim necessária na transcrição que as palavras sejam escritas corretamente (CARVALHO, 2006).

Sobre a correção de erros de concordância, optamos pelo segundo ponto de vista apresentado pela autora, ou seja, procuramos apresentar os dados de modo que as palavras empregadas, por professores e alunos, fossem mostradas corretamente.

4.1. Observação sistemática de aulas de Química

Com o intuito de buscarmos resposta para a questão de pesquisa, relacionada ao espaço destinado à prática da argumentação no Ensino Superior de Química, realizamos a observação sistemática de aulas ministradas, em diferentes semestres, de um curso de Bacharelado em Química de uma universidade pública paulista. Concluída a etapa de observação foram realizadas entrevistas com os professores responsáveis pelo seu oferecimento e organização. Nas entrevistas o seguinte questionamento foi apresentado a cada um deles: *A partir da observação de diferentes aulas, ministradas por diferentes professores do Ensino Superior de Química, verificamos a pouca ocorrência de discussões, que oferecessem ao aluno a oportunidade de argumentar, discutir e expor suas ideias. Em sua opinião, quais as razões pelas quais discussões dessa natureza e atividades que promovam a argumentação, não ocorrem com frequência em aulas de Química no Ensino Superior?* As entrevistas foram gravadas e transcritas integralmente. As razões mais enfatizadas pelos docentes foram destacadas e classificadas pelo estabelecimento de categorias *a posteriori*.

Com a adoção do procedimento mencionado acima procuramos tomar conhecimento de como a argumentação tem sido estimulada (ou não) no Ensino Superior de Química para, dessa forma, obtermos subsídios capazes de fundamentar as ações futuras que foram levadas a cabo durante o desenvolvimento do trabalho.

Trinta e cinco aulas, de dez diferentes disciplinas, distribuídas entre o primeiro e sexto período do curso foram observadas: sete eram disciplinas de caráter teórico e três de caráter experimental. As disciplinas de caráter teórico, por sua vez, abarcavam tanto disciplinas específicas de conteúdos de Química quanto disciplinas que tratavam de questões relacionadas à comunicação científica e à estatística.

A Tabela 4.1 apresenta a distribuição das disciplinas observadas, nos respectivos semestres em que são oferecidas, e a quantidade de aulas observadas em cada uma delas. A duração média de observação de cada uma das aulas foi de oitenta minutos. Cabe destacar que os nomes atribuídos às disciplinas são fictícios, embora reflitam os conteúdos nelas ministrados.

TABELA 4.1 – Distribuição das disciplinas por períodos do curso e o número de aulas observadas em cada uma delas.

Semestre do curso	Disciplinas de Caráter Teórico	Nº de aulas observadas
1º	Fundamentos de Química	5
2º	Comunicação Científica	4
	Estatística Aplicada à Química	3
4º	Química Orgânica B	3
5º	Físico-Química B	3
	Química Inorgânica B	4
6º	Química Orgânica C	3
	Disciplinas de Caráter Experimental	
1º	Química Geral	4
4º	Laboratório de Química Orgânica A	4
6º	Análise Instrumental	2

A observação das aulas foi realizada com base na utilização de um esquema de classificação dos procedimentos adotados em salas de aulas e laboratórios de ensino, semelhante ao desenvolvido por NEWTON et al. (1999), que nos auxiliou na caracterização dos tipos de atividades realizadas e no reconhecimento das formas de interação professor-aluno/ aluno-aluno que ocorrem nesses ambientes.

O esquema de classificação utilizado na análise, indicado na Figura 4.1, é dividido em três seções. A primeira, Forma de Trabalho dos Alunos (FTA), diz respeito às formas como as aulas foram conduzidas, ou seja, como os estudantes foram agrupados durante as atividades. A segunda, Atividade dos Alunos (AA), nos fornece informações relacionadas às diferentes atividades em que os alunos são engajados. E a terceira, Interação Professor-Aluno (IPA), mostra a natureza das interações que ocorrem entre professor e aluno (se ocorrem) durante as aulas. A

descrição detalhada de cada uma das atividades ou interações apresentadas no esquema encontra-se no Anexo C.

		2			4			6			8			10		
FTA	Atividade com a classe inteira															
	Atividade em pequenos grupos															
	Atividade individual															
	Outra															
AA	Ouvindo uma explicação															
	Lendo															
	Realizando exercícios															
	Fazendo anotações															
	Realizando atividade aberta com papel e lápis															
	Observando uma demonstração															
	Realizando trabalho prático direcionado															
	Realizando trabalho prático livre															
	Preparando ou organizando o ambiente															
	Discutindo formalmente com o grupo															
	Outra															
IPA	Professor dando instruções															
	Professor explanando idéias científicas															
	Perguntando e respondendo															
	Realizando atividades deliberativas															
	Aluno elaborando questões															
	Outra															

FIGURA 4.1 – Esquema de classificação utilizado na observação das aulas, onde FTA = Forma de Trabalho dos Alunos; AA = Atividade dos Alunos; IPA = Interação Professor-Aluno. Os números indicam o tempo, em minutos, dedicado às diferentes atividades e formas de interação e cada quadro corresponde a um intervalo de 30 segundos.

O preenchimento do esquema consiste em marcar o tipo de FTA, AA e IPA que predomina em cada intervalo de trinta segundos. Quando todos os alunos estão engajados numa mesma atividade, não há equívocos quanto à classificação num determinado intervalo de tempo. Porém, há situações em que os estudantes não estão envolvidos em uma mesma atividade e este fato gera dificuldades na marcação do esquema. Para evitar problemas, e a exemplo do que foi realizado por NEWTON et al. (1999), selecionamos em cada sala, aleatoriamente, um aluno representativo, e marcamos somente as atividades desse aluno. Assim, assumimos que as atividades do aluno representativo seja uma representação satisfatória da classe como um todo. No caso da IPA, esta nem sempre ocorre em cada 30s e somente é marcada se observada num período substancial de 30s. Em situações de atividades em pequenos grupos ou individuais, em que o professor normalmente

circula na sala de aula, atenção especial é dada à interação que ocorre entre o professor e o aluno representativo.

Com o intuito de especular sobre a confiabilidade do esquema de classificação, um estudo foi realizado. O estudo visou verificar em que medida dois pesquisadores, previamente treinados para utilizar o esquema, concordariam em suas marcações, durante a observação de uma mesma aula. O estudo foi por nós conduzido, em colaboração com um segundo membro do Grupo de Pesquisa em Ensino de Química, do IQSC/USP. Quatro aulas foram observadas pelos dois pesquisadores. Após isso, em conjunto, ambos analisaram o nível de concordância nas marcações do esquema, com o intuito de validar o instrumento de análise.

4.2. Elaboração e aplicação das propostas de ensino

4.2.1. Caracterização da Disciplina

Parte substancial da pesquisa foi desenvolvida na disciplina Comunicação e Expressão em Linguagem Científica II, oferecida no segundo semestre de um curso de Bacharelado em Química do IQSC/USP. As propostas foram aplicadas com alunos de três turmas diferentes, matriculados na referida disciplina nos anos de 2004, 2005 e 2006, que aqui chamaremos de turmas A, B e C, respectivamente. Vale ressaltar que a aplicação da proposta na Turma A diz respeito ao nosso trabalho de mestrado, sendo essa pesquisa, portanto, uma continuidade do que foi desenvolvido em etapa anterior.

A referida disciplina não trata de conteúdos específicos de Química e tem como principais objetivos: desenvolver no aluno habilidades comunicativas orais com ênfase em aspectos formais de preparação e organização de apresentações acadêmicas individuais, tais como seminários e palestras; promover o aperfeiçoamento de assuntos correlatos estudados em outra disciplina de Comunicação Científica, que a antecede, tais como o aprimoramento da capacidade de escrita, leitura e comunicação oral em linguagem científica através do estudo das diversas estruturas dos documentos científicos escritos e das formas de apresentação oral de trabalhos dessa natureza.

Considerando que os objetivos da disciplina estão em sintonia com vários aspectos contemplados nas propostas e que a introdução de questões sócio-

científicas no currículo tem sido amplamente recomendada na literatura (KOLSTO, 2006; SADLER e DONNELLY, 2006; BRAUND et al., 2007) quando se pretende desenvolver habilidades formativas como expressão oral e escrita, pensamento crítico, tomada de decisão, capacidade de resolver problemas e de busca em diferentes fontes de pesquisa, foi perfeitamente conveniente a aplicação das propostas na disciplina em questão. A seguir é apresentada cada uma das etapas realizadas nas três turmas em que as propostas foram colocadas em funcionamento.

4.2.2. Produção e classificação dos casos

Inicialmente, fez-se necessária a elaboração de casos investigativos para aplicação nas turmas B e C, uma vez que os casos empregados na Turma A foram produzidos durante o trabalho de mestrado. A produção dos casos ocorreu a partir de recomendações de HERREID (1998), presentes no artigo intitulado *What Makes a Good Case?*, descritas sucintamente no capítulo *Referenciais Teóricos*. Os casos foram inspirados em pesquisas recentes publicadas na Revista *Pesquisa FAPESP* e elaborados de tal modo que apresentassem em seu contexto questões de caráter sócio-científico. Ou seja, tais questões deveriam envolver a consideração de aspectos ambientais, sociais, científicos, econômicos e/ou éticos na sua análise e resolução.

Tendo em vista os resultados da experiência por nós obtida com a aplicação dos casos na Turma A observamos que estes apresentavam características que os distinguiam em relação às estratégias empregadas pelos alunos nas suas resoluções. Percebemos que para alguns casos se fizeram necessárias investigações, por parte dos alunos, a respeito da identificação do problema, enquanto outros apresentavam claramente a questão a ser resolvida, isentando-os dessa tarefa. Além disso, observamos que a forma como a resolução do caso foi apresentada pelos alunos também divergia, no que diz respeito às etapas cumpridas na sua resolução. Nesse ponto, o Modelo IDEAL *Problem-Solving Model*, proposto por BRANSFORD e STEIN (1984), serviu como referencial para a identificação das diferentes etapas empregadas pelos estudantes na resolução dos casos, uma vez que a análise das apresentações orais mostrou que os participantes incorporaram etapas similares às do referido modelo. Desse modo, relacionamos as etapas do IDEAL *Problem-Solving Model* àquelas observadas no processo de resolução dos casos e observamos de que forma essas etapas foram cumpridas

pelos estudantes quando solicitados a solucionar diferentes casos. Com base nisso, propusemos a caracterização dos casos, apresentada no tópico *Resultados e Discussão*.

O referido Modelo foi empregado da seguinte maneira: transcrevemos na íntegra as apresentações orais dos grupos sobre as resoluções dos casos e cada uma das linhas do texto transcrito foi numerada. Dessa maneira, buscamos identificar em intervalos de numeração de linhas o cumprimento das etapas do Modelo, assim como a frequência e a sequência em que foram observadas. A identificação das etapas cumpridas na resolução de cada um dos casos é apresentada no próximo capítulo.

Nos Anexos D e E encontram-se, respectivamente, as referências bibliográficas das reportagens publicadas que serviram como base para elaboração dos casos, e os casos, propriamente ditos. No que diz respeito à turma A, as referências bibliográficas das reportagens, assim como os próprios casos, podem ser localizados na nossa dissertação de mestrado (SÁ, 2006) ou no livro *Estudo de Casos no Ensino de Química* (SÁ e QUEIROZ, 2009a). O conjunto de todos os casos aplicados encontra-se disponível no site <http://ensinoquimica.iqsc.usp.br/materiais-didaticos-produzidos/>.

4.2.3. Aspectos comuns durante a aplicação das propostas nas Turmas A, B e C

Visando responder à questão de pesquisa relacionada à elaboração e aplicação de atividades de ensino supostamente capazes de estimular a argumentação dos estudantes, partimos para a elaboração das atividades a serem desenvolvidas nas turmas B e C. Conforme mencionado anteriormente, a turma A diz respeito ao nosso trabalho de mestrado.

Na aplicação dos casos empregamos o formato de pequenos grupos nas três turmas, uma vez que este tem sido recomendado em trabalhos reportados na literatura por, dentre outras razões, favorecer o desenvolvimento de habilidades de argumentação entre os estudantes (JIMENEZ ALEIXANDRE et al., 2000; WATSON et al., 2004). De maneira geral, três etapas principais foram comuns para as três turmas durante o trabalho com os casos investigativos.

Na primeira etapa, os alunos foram instruídos a como proceder durante o trabalho com os casos. Nessa etapa os alunos utilizaram um “Guia para Análise e

Resolução de Casos” (Anexo F), em que deveriam fazer um levantamento de ideias sobre o que “se sabia” e o que “ainda se precisava saber” sobre os casos. Depois dessa discussão inicial foi solicitado aos alunos que pesquisassem individualmente, nas diversas fontes de informações, sobre o assunto envolvido nos casos. O material localizado foi trazido nos próximos encontros, que ocorreram em sala de aula.

A segunda etapa envolveu o trabalho com os casos propriamente ditos. Com o auxílio do material pesquisado na primeira etapa, os alunos solucionaram questões relacionadas aos casos (Anexo B), elaboradas de forma a alimentar um processo que implicasse em tomada de decisão. Tais questões foram baseadas no Modelo Normativo do Processo de Tomada de Decisão de KORTLAND (1996), descrito no capítulo *Referenciais Teóricos*. Assim, as questões formuladas visavam facilitar o processo de busca coletiva por possíveis alternativas de solução para os casos e de tomada de decisão sobre aquela que deveria ser adotada. Argumentos, capazes de sustentar a decisão escolhida, deveriam também ser apresentados pelos estudantes na resolução das questões.

Também, para as três turmas, foram reservados momentos para que os alunos pudessem falar sobre o desenvolvimento das atividades na busca para resolução dos casos e sanar as suas eventuais dúvidas. Além disso, foram estabelecidos horários de monitoria semanais, com duas horas de duração.

Na última semana do bimestre os grupos fizeram apresentações orais de aproximadamente vinte minutos, revelando a resolução dos casos. A programação das apresentações foi organizada de tal modo que, em cada ocasião, três grupos apresentassem oralmente as resoluções para os casos propostos. O membro do grupo responsável por apresentar oralmente a resolução do caso era sorteado 15 minutos antes do início da apresentação. Esperava-se, com isso, garantir que todos os integrantes estivessem devidamente preparados para apresentar seus argumentos sobre a resolução escolhida para o caso. Cabe ainda esclarecer que os alunos foram convidados para assistir a todas as apresentações, tendo, no entanto, que comparecer, obrigatoriamente, apenas àquelas apresentações programadas para o mesmo período reservado para o seu grupo.

Também solicitamos aos alunos das três turmas a produção do “Diário do Caso”. Este “Diário” deveria deixar claro ao leitor o processo que conduziu o

grupo à resolução do caso, incluindo informações obtidas neste processo e reflexões sobre o seu andamento. A produção individual de um texto sobre o assunto envolvido no caso, com formato e linguagem direcionada a alunos do Ensino Médio, foi também solicitada aos alunos.

Vale ressaltar que em alguns pontos importantes as situações de ensino empregadas no processo de resolução dos casos foram distintas para cada uma das turmas especificadas. A seguir, os aspectos que diferenciaram a aplicação da proposta nas duas turmas, A, B e C, são apresentados.

4.2.4. Aspectos diferenciados durante a aplicação das propostas nas Turmas A, B e C

Com o intuito de especularmos a respeito do quanto é válido, ou não, instruir os estudantes sobre como argumentar adequadamente, uma das questões de pesquisa deste trabalho, além dos procedimentos comuns às três propostas, apresentados anteriormente, adotamos procedimentos distintos para as turmas A, B e C. Tais procedimentos são detalhados a seguir:

- **Turma A:** na primeira aplicação da proposta, na Turma A, houve a formação de quinze grupos, sendo dez grupos de quatro alunos, quatro grupos de três alunos e um grupo de cinco alunos. Foram elaborados cinco casos distintos denominados: *Praga do Coqueiro*, *Caso das Próteses*, *Ameaça nos Laranjais*, *Poluição em Rondônia* e *Doença de Granja*. Os casos foram distribuídos de tal modo que cada caso fosse estudado por três grupos diferentes. Os alunos foram orientados quanto ao procedimento de trabalho com os casos, mas nenhuma instrução no sentido de “como argumentar” foi a eles fornecida. Assim como as demais turmas, essa também apresentou oralmente a resolução do caso em um intervalo de vinte minutos. A programação das apresentações orais foi organizada de tal modo que reunissem em cada ocasião três grupos com casos distintos. Não houve a ocorrência de um debate estruturado entre os grupos responsáveis pelos casos. Após a exposição oral de cada grupo, um espaço foi destinado para esclarecimentos sobre eventuais dúvidas a respeito do que havia sido apresentado pelo grupo expositor. No final da aplicação da proposta um questionário de avaliação da atividade foi respondido pelos estudantes. O questionário foi constituído de nove afirmações acerca das impressões dos estudantes sobre as habilidades desenvolvidas a partir da realização da atividade.

- **Turma B:** na segunda aplicação da proposta, na Turma B, houve a formação de catorze grupos, sendo doze grupos de quatro alunos e dois grupos de cinco alunos. Foram elaborados cinco casos distintos denominados: *Doença Misteriosa em Artesãos, Reciclagem de Materiais, Praga do Feijão, Ameaça aos Cacaueiros e Praga do Carrapato* (Anexo E). Assim como na Turma A, os casos foram distribuídos de tal modo que cada caso fosse estudado por três grupos diferentes, apenas o caso *Praga do Carrapato* foi estudado por somente dois grupos, pelo fato dessa turma ter formado um grupo a menos, em relação a anterior. Nessa turma, o procedimento de trabalho com os casos teve como diferencial, em relação à Turma A, a realização de uma aula na qual foram apresentados aos estudantes os componentes argumentativos na perspectiva de TOULMIN (2001) e de modelos que o sucederam (JIMENEZ ALEIXANDRE et al., 1998; JORGE e PUIG, 2000). Também foi distribuído um material que consistia numa síntese do que havia sido exposto na aula (Anexo G). Assim como a Turma A, essa turma também apresentou oralmente a resolução dos casos em intervalos de aproximadamente vinte minutos, reunindo em cada ocasião três grupos, agora com casos iguais. Após a realização das exposições orais programadas para aquele período, um debate estruturado foi promovido entre os grupos responsáveis pela resolução do mesmo caso, diferente do que havia sido proposto na Turma A.

- **Turma C:** na terceira aplicação da proposta, na Turma C, houve a formação de doze grupos, sendo nove grupos de cinco alunos, um grupo de três alunos, um grupo de quatro e um grupo de seis. Foram elaborados quatro casos distintos denominados: *Adubo da Plantação, Ataque das Cigarrinhas, Ameaça aos Cítricos e Formigas Cortadeiras*, (Anexo E). A organização das exposições orais, assim como a estrutura dos debates ocorreu da mesma maneira que na Turma B. Além disso, o mesmo questionário de avaliação aplicado na Turma A, foi também aplicado nessa turma. No entanto, em alguns pontos importantes, a proposta aplicada na Turma C divergiu significativamente em relação às Turmas A e B. Para essa turma, além das orientações a respeito dos casos, os alunos tomaram conhecimento do Modelo do TOULMIN (2001), de seus respectivos componentes, de exemplos de argumentos construídos nessa perspectiva, e participaram de atividades realizadas com o intuito de ensiná-los a argumentar adequadamente, segundo o referido Modelo. Ou seja, elaboramos e aplicamos uma série de atividades que acreditávamos capazes de fomentar a capacidade argumentativa dos

estudantes. A seguir são descritas cada uma dessas atividades na seqüência em que elas ocorreram no decorrer da aplicação da proposta.

Jogo argumentativo

Inspirado no trabalho de PETIT e SOTO (2002), o “jogo argumentativo” foi proposto no primeiro dia de aplicação da proposta e teve como principal objetivo mostrar aos alunos o quanto eles já possuíam habilidades argumentativas. A atividade foi introduzida na forma de um “jogo” com o intuito de estimular a argumentação de maneira mais espontânea e interessante do que, normalmente, ocorre em atividades tradicionais. Como em todo “jogo”, o grupo vencedor ganharia o prêmio. Dessa forma, foram formados grupos de cinco componentes, que trabalharam juntos, por um período de quinze a vinte minutos, na elaboração de um bom argumento sobre o porquê do merecimento da equipe a uma caixa de chocolates. Explicou-se que as razões para o merecimento do prêmio poderiam ser reais ou imaginárias, formais ou informais, direcionadas para um membro da equipe ou à equipe inteira.

Durante a execução da tarefa cada grupo selecionou um integrante para redigir os argumentos formulados e um porta-voz para apresentá-los. O professor até então não exerceu nenhuma influência sobre os argumentos dos alunos. Esgotado o período de vinte minutos cada grupo apresentou para a turma as suas razões para merecer o prêmio. Após a apresentação dos grupos, um material com definições e exemplos de componentes argumentativos, segundo TOULMIN (2001), foi entregue a cada um deles. Com o apoio desse material os alunos tentaram identificar a existência desses componentes nos argumentos por eles usados para justificar o merecimento do grupo ao prêmio. Ou seja, os alunos tentaram identificar tais componentes em seus próprios argumentos, reconhecendo a argumentação como algo natural e integrante do seu dia-a-dia.

A Figura 4.2 ilustra o material didático por nós produzido, que foi distribuído em sala de aula com o intuito de facilitar o trabalho de identificação dos componentes argumentativos por parte dos alunos.

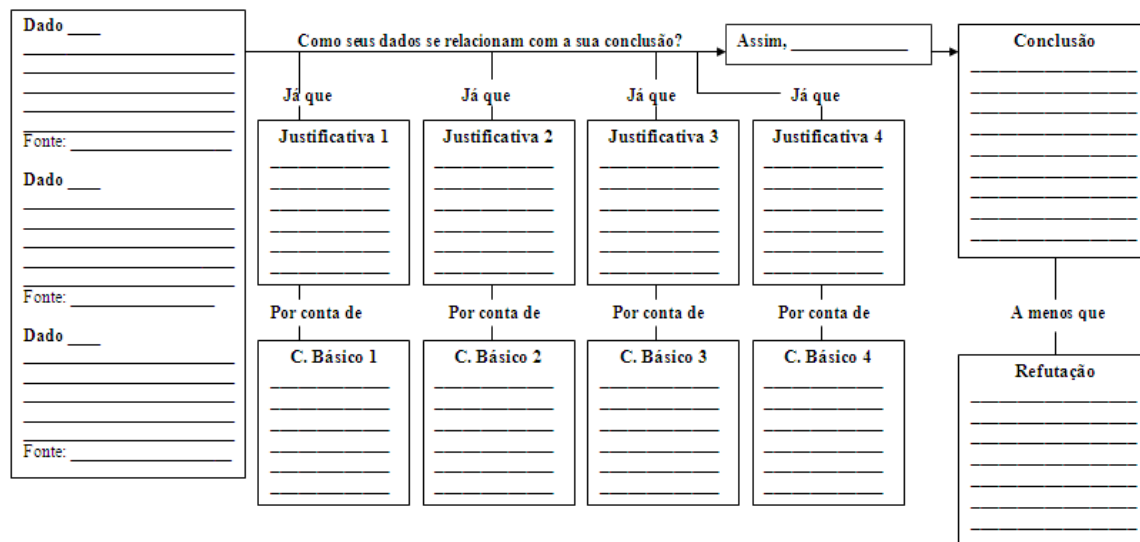


FIGURA 4.2 – Esquema em branco do Modelo de TOULMIN (2001).

Os argumentos produzidos pelos alunos na referida atividade foram por nós analisados, do ponto de vista estrutural, de acordo com o Modelo de TOULMIN (2001) e a metodologia proposta por ERDURAN et al. (2004). Na aula seguinte, uma exposição detalhada sobre os componentes do argumento foi realizada e a análise dos argumentos formulados pelos grupos foi esquematizada em slides, seguindo a estrutura do esquema de argumento de TOULMIN (2001) e apresentados para a turma, de modo a permitir a visualização das similaridades e diferenças nos argumentos usados pelos diferentes grupos. Finalmente foi divulgado o grupo vencedor.

Identificação de componentes argumentativos em artigos de divulgação científica

Essa atividade buscou desenvolver a capacidade dos alunos em identificar os componentes argumentativos presentes em textos de divulgação científica relacionados à Química e publicados recentemente. Os artigos foram extraídos das revistas *Galileu*, *Superinteressante* e *Scientific American Brasil*. Durante a realização da atividade os alunos foram distribuídos em grupos de quatro a cinco componentes e para cada aluno foram disponibilizados esquemas do Modelo de TOULMIN (2001) em branco (Figura 4.2), para que pudessem preenchê-los com

os componentes identificados nos artigos de divulgação. Essa atividade teve caráter de exercício e nenhum retorno foi dado aos alunos em relação à mesma. Os títulos dos artigos selecionados para a atividade estão ilustrados no Anexo H.

Atividade escrita baseada na leitura de artigo científico: produção de texto argumentativo

Durante o semestre de aplicação da proposta os alunos desenvolveram atividades que envolviam a leitura e interpretação de artigos científicos extraídos da Revista *Química Nova*. Esse tipo de atividade faz parte do programa da disciplina e tem como objetivo a familiarização do aluno com as formas de divulgação científica por meio de publicações em periódicos da área (SANTOS e QUEIROZ, 2007). Uma vez que os alunos já haviam trabalhado durante parte do semestre com o conteúdo e o formato do artigo analisado pelo seu grupo, solicitamos uma tarefa individual extraclasse que consistia na elaboração de um texto argumentativo em que a seguinte questão deveria ser considerada: *Argumente a favor ou contra o conteúdo apresentado no artigo e sobre o seu formato. Imagine que você deverá convencer o seu colega a fazer, ou não, a leitura deste artigo. Utilize como subsídio para a elaboração dos seus argumentos as informações contidas no texto “Como julgar o valor de um artigo científico” (QUEIROZ, 2005) que foi disponibilizado para o seu grupo.*

Na semana seguinte os textos foram entregues pelos estudantes e por nós analisados. Na análise procuramos identificar os recursos argumentativos por eles usados ao se posicionarem a favor ou contra a qualidade do artigo estudado pelo grupo. Em cada texto destacamos os componentes argumentativos identificados e fizemos diversas observações a respeito da argumentação de cada aluno. Terminada a análise marcamos horários de monitoria com os alunos, individualmente, para que fossem discutidas as observações feitas em seus textos e, finalmente, solicitamos que refizessem a sua argumentação com base no que havia sido exposto. O objetivo da atividade consistiu em favorecer a compreensão a respeito dos componentes argumentativos e, por meio da análise comparativa dos argumentos presentes nos textos produzidos antes e após a discussão, avaliar a qualidade destes nas duas situações.

Os artigos científicos selecionados na Revista *Química Nova* para aplicação da atividade encontram-se ilustrados no Anexo I.

Adequação da proposta ao objetivo do “ensino da argumentação” na visão dos estudantes

No final da aplicação das atividades na Turma C, questionamos os estudantes a respeito da adequação da proposta e do emprego do Modelo de TOULMIN (2001), por eles utilizado como referencial nas atividades que exigiam a formulação de argumentos. Essa avaliação teve como objetivo investigar a percepção dos alunos sobre a proposta de ensino e com isso obtermos elementos que servissem de subsídio, juntamente com a análise de outros dados, para responder a uma de nossas questões de pesquisa, sobre o quanto é válido, ou não, ensinar a argumentar. Desse modo, fizemos o seguinte questionamento: *Você acredita que o ensino da argumentação através da exposição e discussão do Modelo de Toulmin é adequado? Justifique a sua resposta.*

Na Figura 4.3, a seguir, é apresentada uma síntese das atividades realizadas em cada uma das turmas.

ATIVIDADES	TURMA A	TURMA B	TURMA C
Aplicação de casos	✓	✓	✓
Aplicação de questões relacionadas à tomada de decisão (Modelo de Kortland 1996)	✓	✓	✓
Momentos para apresentação do desenvolvimento do trabalho	✓	✓	✓
Horários de monitoria	✓	✓	✓
Produção dos “Diários dos Casos”	✓	✓	✓
Produção de texto individual sobre o caso com linguagem voltada ao Ensino Médio	✓	✓	✓
Apresentações orais sobre as resoluções dos casos	✓	✓	✓
Discussão entre grupos com casos distintos	✓		
Debates entre grupos com casos iguais		✓	✓
Aula expositiva com a apresentação de modelos de argumentação e distribuição de material de apoio		✓	✓
Aplicação de jogo argumentativo			✓
Identificação de componentes argumentativos em artigos de divulgação científica			✓
Atividade escrita baseada na leitura de artigo científico: produção de texto argumentativo			✓
Avaliação da atividade	✓		✓
Reflexão dos estudantes a respeito da adequação da proposta ao objetivo do			✓

“ensino da argumentação”.			
---------------------------	--	--	--

FIGURA 4.3 – Síntese das atividades realizadas nas turmas A, B e C.

4.3. Métodos de registro dos dados

O registro dos dados obtidos a partir da realização das atividades elencadas na Figura 4.3 foi realizado por meio dos seguintes procedimentos:

- Fichas de observação utilizadas no período de acompanhamento de aulas ministradas no Ensino Superior de Química;
- Gravação de áudio das entrevistas dos professores responsáveis pelas disciplinas cujas aulas foram observadas;
- Filmagem em DVD das apresentações orais sobre a resolução dos casos e posteriores debates. As falas dos alunos nessas ocasiões foram transcritas, de modo a preservar ao máximo as suas características originais e posteriormente analisadas. No que diz respeito às unidades de análise cabe esclarecer que os enunciados produzidos pelos estudantes nas apresentações orais foram transcritos na íntegra e cada uma das linhas numeradas no texto correspondeu a uma unidade de análise. Em relação aos debates, consideramos como unidade de análise cada turno de conversação, ou seja, cada vez que a palavra é tomada por um determinado sujeito falante. A partir da leitura das transcrições e da simultânea observação dos vídeos identificamos nas apresentações orais e debates fragmentos de fala indicadores de argumentação, de acordo com os referenciais teóricos empregados;
- Atividades escritas relacionadas à resolução do caso: Guia para análise e resolução dos casos; questões elaboradas com base no Modelo de KORTLAND (1996); “Diário do Caso”; texto produzido para submissão à Revista Eletrônica do CDCC; *scaffolds* produzidos a partir do “jogo argumentativo” e da identificação de componentes argumentativos em artigos de divulgação científica; textos argumentativos sobre a qualidade do artigo científico. Cabe destacar que os dados obtidos a partir das atividades apresentadas nesse item serão objetos de estudo em trabalhos futuros, porém não farão parte da discussão dos resultados apresentados nesta tese;
- Questionários aplicados nas turmas A e C sobre as percepções individuais dos alunos a respeito das habilidades adquiridas com o desenvolvimento

da atividade. As respostas dos alunos ao questionário foram reunidas, categorizadas e analisadas;

- Questionário aplicado na Turma C, relacionado à adequação da proposta e, principalmente, à adequação do Modelo de TOULMIN (2001), para o aperfeiçoamento das habilidades argumentativas dos alunos. As respostas dos alunos ao questionário foram reunidas, categorizadas e analisadas.

5. Resultados e Discussão

5.1. O espaço destinado à argumentação no Ensino Superior de Química

Com o intuito de investigarmos a respeito do espaço destinado à prática da argumentação em ambientes de ensino-aprendizagem de Química no Ensino Superior, observamos uma série de aulas ministradas nesse nível de ensino e entrevistamos os professores responsáveis pelas respectivas disciplinas, cujas aulas foram observadas. A seguir são apresentados resultados dessa observação, assim como os aspectos mais enfatizados pelos professores durante as entrevistas.

5.1.1. Observação das aulas

Como mencionado anteriormente, antes da aplicação do esquema de classificação utilizado na observação das aulas, um estudo sobre a confiabilidade do mesmo foi realizado, de modo a verificarmos o nível de concordância nas marcações referentes a quatro aulas, por dois pesquisadores. Esse estudo foi feito de maneira semelhante ao realizado por NEWTON et al. (1999) e ocorreu da seguinte maneira: verificou-se a quantidade de marcações obtidas durante a aula inteira, ou seja, quantas colunas, que equivalem a intervalos de trinta segundos, foram marcadas. Após isso, observou-se em quantas delas houve discordância entre os dois pesquisadores. Por exemplo: conforme a Tabela 5.1, a Aula 1 teve duração de 82 minutos, o que equivale a 164 colunas. Para a categoria IPA, houve discordância em três colunas, ou seja, em 161 marcações ocorreu concordância entre os dois pesquisadores, o que equivale dizer que o nível de concordância entre os pesquisadores para essa categoria foi de 98,1%.

TABELA 5.1 – Coeficientes de confiabilidade indicadores do nível de concordância entre dois pesquisadores durante a observação de quatro aulas.

	Aula 1	Aula 2	Aula 3	Aula 4
Duração das aulas	82 min	96 min	117 min	88 min
FTA x AA (% de concordância)	98,1%	92,3%	92,4%	99,0%
IPA (% de concordância)	98,1%	100%	88,9%	99,3%

Como observamos na Tabela 5.1, para todas as categorias houve um elevado nível de concordância nas marcações realizadas pelos dois pesquisadores. Tais resultados nos levam a crer que o esquema é válido, sugerindo coerência entre a classificação existente em cada uma das categorias do esquema e aquilo que, de fato, ocorre em sala de aula. A seguir, são apresentados resultados da observação, propriamente dita, utilizando o referido esquema de classificação.

De modo geral, as observações realizadas nas disciplinas destacadas na Tabela 5.1, ilustrada no capítulo anterior, indicam que a aula expositiva ainda é predominante em situações de ensino-aprendizagem de Química no Ensino Superior. De fato, a análise dos resultados, decorrentes da categoria FTA do esquema, ilustrado na Figura 4.1, mostra que dentre as sete disciplinas de caráter teórico observadas, seis apresentam aulas nas quais a única forma de trabalho dos alunos é a *atividade direcionada para a turma inteira*, em formato de aulas expositivas. Apenas a disciplina Comunicação Científica apresentou aulas nas quais um percentual de 33,65% do tempo foi dedicado a *atividades direcionadas à classe inteira*, também caracterizada no formato de aula expositiva, e 66,35% a *atividades em pequenos grupos*. Essa disciplina se diferencia das demais também no que diz aos seus objetivos, pois visa o desenvolvimento de habilidades de comunicação oral e escrita dos estudantes e não a aprendizagem de conteúdos de Química. Cabe ainda destacar que disciplinas dessa natureza não são usuais em cursos de graduação em Química no Brasil (OLIVEIRA e QUEIROZ, 2007; OLIVEIRA e QUEIROZ, 2008).

A análise dos resultados decorrentes da categoria FTA do esquema, para as três disciplinas de caráter experimental, mostrou um elevado percentual de tempo destinado a *atividades realizadas em pequenos grupos*: Análise Instrumental (84,4%); Laboratório de Química Orgânica A (94,2%); Química Geral (99,4%). O

restante do tempo foi destinado a atividades direcionadas para a sala como um todo. Isso se deve ao fato dos alunos trabalharem em duplas, em grande parte das aulas práticas oferecidas pela universidade em questão.

Trabalhos reportados na literatura sugerem que as atividades em pequenos grupos favorecem a ocorrência de discussões e o desenvolvimento de habilidades argumentativas (CASTRO e JIMÉNEZ ALEIXANDRE, 2000). Infelizmente, embora tenhamos observado que durante as aulas experimentais a forma de trabalho dos alunos ocorreu principalmente em grupo, a análise dos resultados decorrentes da categoria AA do esquema (Figura 5.1) indica que as atividades desenvolvidas estavam relacionadas principalmente às do tipo *realizando trabalho prático direcionado*, em que os alunos faziam os experimentos seguindo uma metodologia preestabelecida em roteiros fornecidos pelo professor. A não ocorrência de atividades do tipo *discutindo formalmente com o grupo* é preocupante, uma vez que a partir da sua realização a argumentação pode encontrar lugar em ambientes de ensino. As demais atividades realizadas pelos alunos nas aulas práticas, *preparando ou organizando o ambiente*, *ouvindo uma explicação e observando uma demonstração*, também não são favoráveis à instauração de práticas argumentativas.

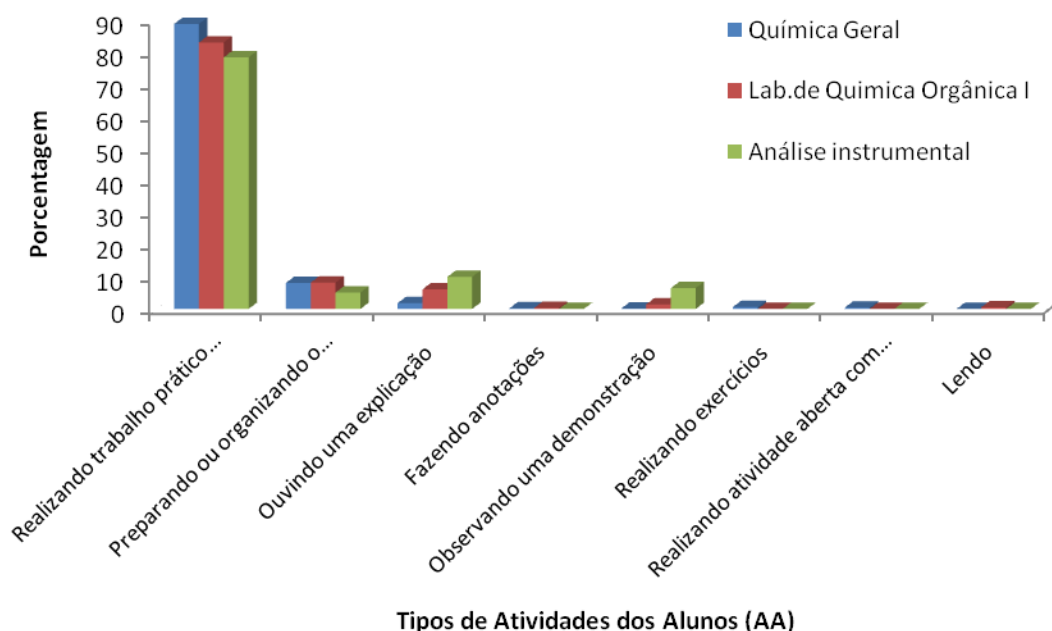


FIGURA 5.1 – Tipos de atividades ocorridas nas aulas experimentais observadas.

A Figura 5.2 ilustra os tipos de atividades dos alunos nas aulas de caráter teórico. Verificamos a predominância de atividades do tipo *ouvindo uma explicação* e *fazendo anotações* nas aulas de todas as disciplinas observadas, com exceção da disciplina Comunicação Científica. Em atividades do primeiro tipo o professor explicava oralmente um determinado tópico, utilizando o quadro, retroprojeter ou projetor data-show, enquanto que na do segundo tipo os alunos passivamente registravam informações apresentadas por meio da fala do professor ou expostas no quadro negro, slides ou transparências. Quando os alunos faziam anotações sobre alguma informação oferecida pelo professor, assinalávamos no esquema a descrição *fazendo anotações* ao invés de *ouvindo uma explicação*.

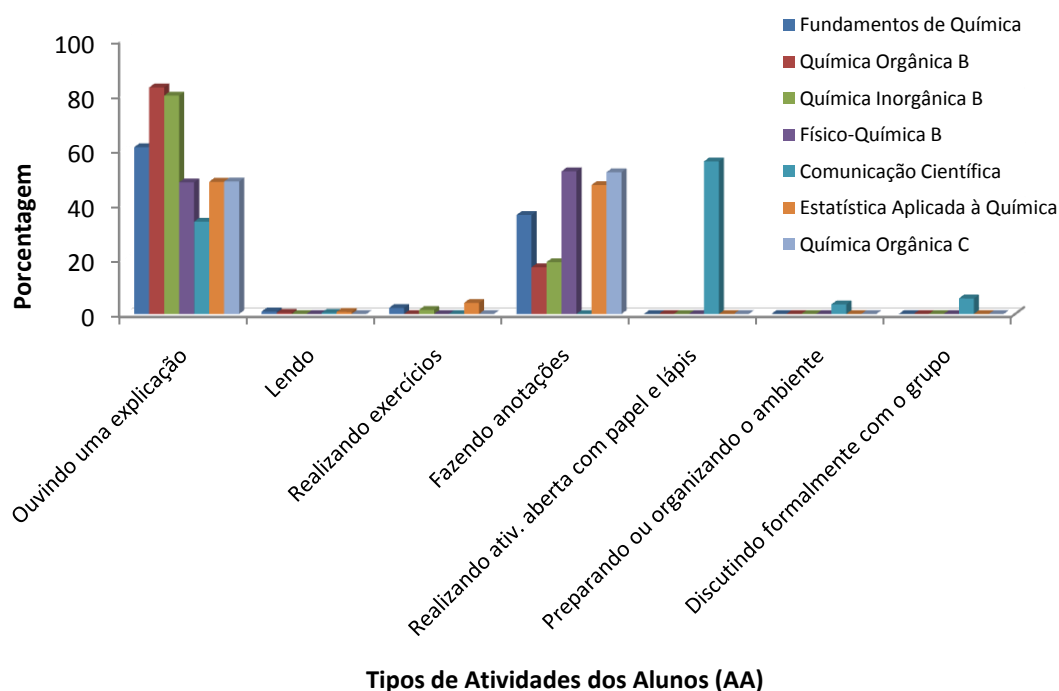


FIGURA 5.2 – Tipos de atividades ocorridas nas aulas teóricas observadas.

Na disciplina Comunicação Científica predominaram atividades do tipo *realizando atividade aberta com papel e lápis*, nas quais os estudantes estavam envolvidos em algum trabalho criativo ou reflexivo que não requeria respostas simples, concisas e estruturadas. Também observamos nas aulas dessa disciplina a ocorrência de atividades do tipo *preparando ou organizando o ambiente* e *discutindo formalmente com o grupo*. A primeira foi registrada em situações em que os alunos estavam se preparando para iniciar ou finalizar uma atividade proposta pelo professor da disciplina. A segunda foi registrada a partir de situações em que

pequenos grupos foram formados com o intuito de discutir a respeito de questões relacionadas ao conteúdo trabalhado na disciplina.

Com base nos dados obtidos verificamos a grande preocupação da maioria dos professores com a transmissão de conteúdos científicos durante as aulas teóricas, em detrimento do oferecimento de atividades favoráveis à elaboração de argumentos por parte dos alunos. Atividades do tipo *realizando trabalho prático livre e discutindo formalmente com o grupo*, favoráveis ao aprimoramento da capacidade argumentativa dos alunos, ocorreram de forma pontual, em uma única disciplina. Tal constatação não encontra respaldo em recomendações feitas por educadores que enfatizam que o Ensino de Ciências não deve favorecer apenas a aprendizagem de conteúdos científicos, mas deve também estimular a capacidade de raciocinar e argumentar a respeito de questões e problemas científicos (KUHN, 1993; DUSCHL, 1998).

A Figura 5.3 ilustra a porcentagem de tempo de ocorrência das interações professor-aluno (IPA) nas situações de ensino observadas. Nas aulas teóricas mais de 80% do tempo foi dedicado à interação do tipo *professor explicando ideias científicas*, seguida, da interação do tipo *professor dando instruções*, em uma proporção consideravelmente menor. Esta última se refere aos momentos nos quais os alunos são instruídos sobre o que devem fazer em seguida ou nas próximas aulas. Outros tipos de interação não ocorreram em frequência significativa.

A disciplina Comunicação Científica é a única que diverge de tal padrão devido ao fato da maioria das atividades nela desenvolvidas ocorrerem em pequenos grupos. Situações, portanto, em que o professor circula pela sala de aula e são realizados registros no esquema de classificação somente das interações ocorridas entre o professor e o aluno representativo, o que justifica a elevada porcentagem da categoria *nenhuma interação*, ilustrada na Figura 5.3.

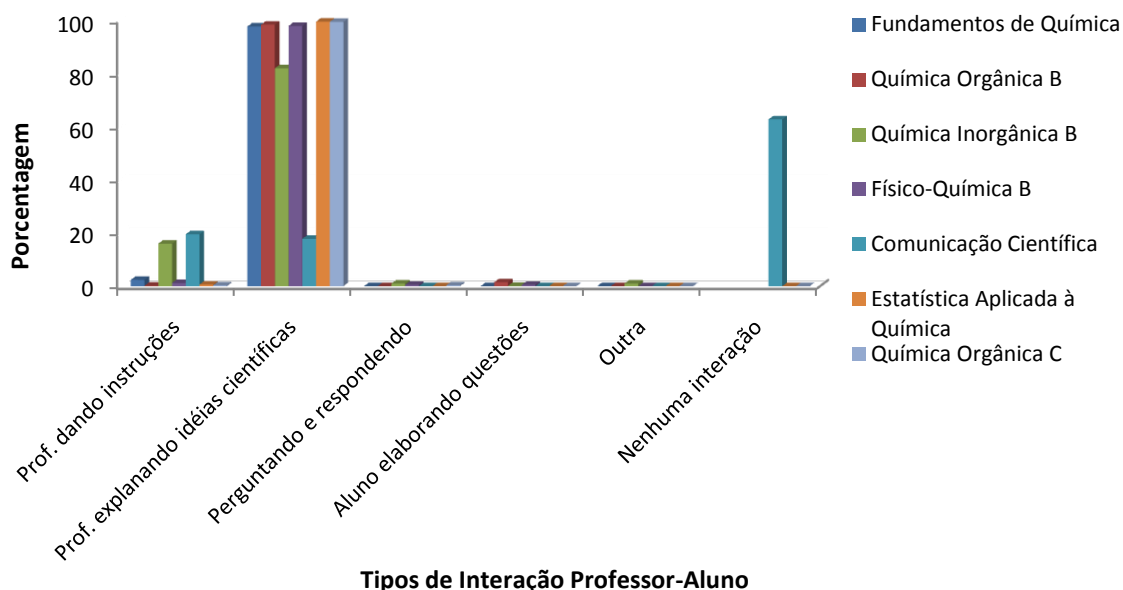


FIGURA 5.3 – Frequência das interações professor-aluno ocorridas nas aulas teóricas observadas.

No que diz respeito às aulas experimentais, se repetiu a mesma situação mencionada para a disciplina de Comunicação Científica, uma vez que os alunos também trabalhavam em grupo. Ou seja, durante a maior parte do tempo não foi registrado nenhum tipo de interação entre o professor e o aluno representativo. O tipo de interação mais observado foi a do tipo *professor dando instruções*. As demais não ocorreram em uma frequência significativa. Interações do tipo *perguntando e respondendo*, que envolve uma pergunta elaborada pelo professor, seguida da resposta do aluno e da avaliação do professor, não foram registradas durante o período de observação das aulas. O mesmo se verificou para as interações do tipo *realizando atividades deliberativas*, nas quais o professor e aluno são envolvidos em uma discussão mais prolongada sobre uma determinada questão.

De um modo geral, a análise da forma de trabalho dos alunos (FTA), das atividades dos alunos (AA) e das interações professor-aluno (IPA) indica que as práticas de ensino comumente usadas pelos professores no Ensino Superior de Química, não oferecem espaço para que a argumentação ocorra. A pouca incidência ou a ausência total de atividades que promovam o desenvolvimento de habilidades argumentativas são evidenciadas neste estudo e também o foram no trabalho de NEWTON et al., (1999), no qual é realizada uma análise semelhante com alunos do ensino básico na Inglaterra.

5.1.2. Entrevistas com os professores responsáveis pelas aulas observadas

Com o intuito de buscarmos razões para a pouca ocorrência de atividades estimuladoras da argumentação no Ensino Superior de Química, realizamos entrevistas com os dez professores responsáveis pelas disciplinas cujas aulas foram observadas. As razões mais enfatizadas pelos professores entrevistados frente ao questionamento que lhes foi apresentado foram classificadas em quatro categorias principais, discutidas a seguir.

- *Limitações na formação de professores do Ensino Superior*: um aspecto observado a partir da análise das entrevistas diz respeito ao fato de alguns professores estarem conscientes de sua pouca habilidade na condução de aulas diferenciadas do modelo da aula expositiva. Alguns atribuem essa dificuldade a uma formação acadêmica deficiente, conforme indica o excerto:

“Olha, eu acho que isso ocorre por vários motivos, em primeiro lugar pela falta de preparo do professor, porque a gente não tem formação pra ser um professor, a gente é formado pra ser pesquisador, então a gente não sabe muito como fazer isso”.

De fato, no Brasil a formação pedagógica dos professores que atuam no Ensino Superior de Química tem sido objeto de crítica e de estudos que mostram a necessidade de superação de um paradigma de reprodução e repetição, tanto da prática dos profissionais professores como dos processos de formação dos mesmos (MALDANER, 1999; ZANON et al., 2009).

- *Pressões externas impostas pelo currículo*: outro ponto ressaltado pelos professores diz respeito ao excesso de disciplinas nos cursos de graduação e ao pouco tempo que os estudantes dispõem para praticar o raciocínio e a reflexão, conforme indicam os excertos:

“(...) mas devido à falta de tempo, que todos têm, tanto os alunos como professores, os alunos acabam tendo que estudar um monte de matéria ao mesmo tempo. Sobra pouco tempo para eles estudarem só o conteúdo da matéria que eles estão fazendo, quanto mais informações adicionais. E também dos professores poderem se dedicar mais a preparação da aula, a busca de materiais adicionais (...)”.

“É muita disciplina, é um curso muito carregado, o aluno não tem tempo de reflexão e isso acaba gerando essa falta de discussão também, porque o aluno não se prepara para assistir a aula”.

Considerações presentes nas Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química (ZUCCO et al., 1999) vão ao encontro das colocações feitas pelos professores nas entrevistas. Nas Diretrizes é consensual a seguinte idéia: “os currículos vigentes estão transbordando de conteúdos informativos em flagrante prejuízo dos formativos, fazendo com que o estudante saia dos cursos de graduação com "conhecimentos" já desatualizados e não suficientes para uma ação interativa e responsável na sociedade, seja como profissional, seja como cidadão”.

- *Má formação do aluno no ensino básico:* os professores também chamam atenção para o fato dos alunos chegarem despreparados na universidade, por conta de uma formação deficiente no ensino básico, conforme indicam os excertos:

“ Um dos problemas é que o nosso aluno vem muito mal do segundo grau. Ele vem treinado até mesmo pelo fator vestibular. Ele passa o terceiro ano, seja o quarto ano fazendo cursinho, ele tem que decorar, tem que enfrentar o vestibular (...)”.

“ Isso primeiramente pelo treinamento que eles recebem. Os alunos do primeiro ano vêm com vícios do cursinho ou então desse pseudo colegial que se transformou num curso preparatório para o vestibular. E aí eles não discutem, eles simplesmente aceitam as informações (...)”.

Nesse sentido, resultados obtidos em avaliações mundiais para o ensino básico, como a do Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA), corroboram a colocação dos docentes, uma vez que o Brasil aparece nas últimas posições, quando comparado a outros países, indicando a existência de sérias deficiências no seu sistema educativo. O PISA ocorre a cada três anos e é considerado um dos sinalizadores das tendências no cenário da educação.

- *Falta de interesse por parte dos alunos:* o pouco comprometimento por parte dos alunos com as disciplinas também é destacado pelos docentes como agravante para a ausência da argumentação nas aulas. Acreditam que a falta de curiosidade dos alunos com relação aos tópicos ministrados funciona como impedimento para que a discussão encontre espaço nos ambientes de ensino, conforme indicam os excertos:

“(...) eu acho que falta também mais interesse por parte dos alunos para estudar a matéria da disciplina que ele está cursando e também buscar informações adicionais (...) se o aluno tem esse tipo de preocupação,

inevitavelmente ele vai trazer muito mais discussões para a sala de aula e sem dúvida vão surgir mais dúvidas”.

“A razão principal é a pouca leitura, a pouca curiosidade dos alunos e obviamente porque eles não têm nenhum tipo de interesse pela disciplina (...) fazem com uma certa obrigação e não como uma opção deles (...)”.

A análise realizada indica que as práticas de ensino comumente usadas pelos professores não oferecem espaço para que a argumentação ocorra em ambientes de ensino-aprendizagem de Química no Nível Superior. Os obstáculos apontados pelos professores na instauração de práticas argumentativas corroboram a necessidade de que os formadores de professores e estudiosos da linguagem desenvolvam pesquisas que subsidiem ações capazes de promover mudanças nessa realidade. Nessa perspectiva, no Brasil, estudos sobre a argumentação no Ensino de Ciências (VILLANI e NASCIMENTO, 2003; CAPECCHI e CARVALHO, 2000; SÁ e QUEIROZ, 2007a), assim como sobre a formação de professores no Ensino Superior de Química (ZANON et al., 2009; ARROIO et al., 2008), vêm sendo desenvolvidos nos últimos anos.

Desse modo, no que diz respeito à questão de pesquisa relacionada ao espaço para a argumentação no Ensino Superior de Química, os resultados obtidos apontam para o exíguo espaço destinado a tal prática nesse nível de ensino. Nessa perspectiva, partimos para a elaboração de propostas de ensino que propiciassem a ocorrência de argumentação na sala de aula, como a produção e aplicação de casos investigativos, cuja caracterização é apresentada no tópico seguir.

5.2. Caracterização dos casos

Para que pudéssemos estabelecer uma metodologia de análise dos argumentos empregados pelos estudantes na resolução dos casos fez-se necessário, inicialmente, classificá-los de acordo com suas características, uma vez que acreditamos não ser possível a realização de comparações entre argumentos empregados na resolução de casos de naturezas distintas. Desse modo, empregamos o IDEAL *Problem-Solving Model* (BRANSFORD e STEIN, 1984) como referencial para a identificação das etapas cumpridas pelos estudantes na resolução dos diferentes casos. Tais etapas foram identificadas nos enunciados formulados pelos alunos durante as apresentações orais, a partir da análise comparativa entre as etapas percorridas pelos grupos e as etapas que constituem o referido Modelo.

Na Tabela 5.2 apresentamos a análise da apresentação oral realizada pelo Grupo 1, da Turma C, responsável pela resolução do caso *Ataque das Cigarrinhas*. A unidade de análise empregada nessa etapa do trabalho consistiu em cada linha numerada das transcrições das falas dos estudantes durante as apresentações orais. As transcrições das apresentações orais de todos os grupos, com suas respectivas numerações de linhas, são apresentadas no CD-ROM, em anexo. A análise apresentada para o referido grupo exemplifica como a mesma foi realizada para os demais.

TABELA 5.2 – Análise da transcrição da apresentação oral sobre o caso *Ataque das Cigarrinhas* do ponto de vista das etapas do processo de resolução do caso.

Unidade de análise	Etapas	Fragmentos da transcrição
48 - 49	Identificação do problema	(48) <i>Diante de todo esse panorama, a pergunta que o seu Dionísio fez pra gente era como controlar esse ataque das cigarrinhas.</i>
1 - 48	Definição e representação do problema	(1) <i>Primeiro a gente vai falar como começou, porque que começou a se proliferar. Todos os danos causados em todas as áreas, quais as possíveis soluções e qual a solução que a gente achou mais conveniente. Tudo começou com a queima da palha da cana-de-açúcar, na região principalmente de SP, que começou a afetar a umidade relativa do ar, nas regiões, por exemplo, de Rio Preto, Araraquara, que são produtoras de cana (...).</i> (31) <i>Bom, as cigarrinhas geraram vários problemas na sociedade. A gente tem os problemas éticos, o principal talvez seja o cumprimento dessa lei (...).</i> (35) <i>O principal problema social é o desemprego, principalmente o rural (...).</i> (38) <i>Os problemas econômicos: como eu já falei, redução do rendimento industrial, redução de 0,7 toneladas do açúcar total recuperado por hectare (...).</i> (41) <i>Então, os problemas ambientais, eles são de duas espécies, tem os problemas ambientais causados pela queima da cana e pela cigarrinha (...).</i>
49 - 67	Exploração das possíveis estratégias	(49) <i>A gente achou viável três soluções. A primeira dela seria o controle químico, que apresenta uma alta ação sistêmica, tem um ótimo resultado e retorno econômico, não depende de nenhuma condição específica, nem do clima, nada. Porém, causa prejuízos ambientais enormes, (...).</i>

		(55) <i>O que é o controle biológico? É empregar um inseto, um predador assim, atacando o outro que esteja causando algum problema. Aí a gente tem aqui controle biológico por dois tipos: um por nematóides e um por fungos.</i>
67 - 108	Ação sobre as estratégias	(67) <i>Então a decisão que a gente tomou, foi a que a gente achou que é mais interessante no caso, é o controle biológico por fungos, mais especificadamente o <i>Metarhizium Anisopliae</i>. A multiplicação em escala industrial dele foi iniciada há trinta anos no Nordeste, quando eles começaram a ter problemas com a cigarrinha da folha (...).</i>

De acordo com o modelo IDEAL, a primeira etapa a ser seguida na resolução de um problema consiste em identificar qual a questão a ser resolvida ou simplesmente noticiar que o problema existe. Desse modo, nesta pesquisa entendemos como *Identificação do Problema* a etapa em que os estudantes argumentaram a respeito da definição do problema proposto ou quando os mesmos explicitavam a questão a ser resolvida. Desse modo, conforme a Tabela 5.3 ilustra, no caso analisado a explicitação do problema a ser resolvido somente é verificada nas linhas 48 a 49, quando o representante do grupo explicita a questão a ser resolvida no caso proposto.

Como *Definição e Representação do Problema* entendemos a etapa em que hipóteses sobre os possíveis problemas são levantadas e a descrição detalhada das características do problema identificado é apresentada e contextualizada. Nesse sentido, verificamos nas linhas 1 a 31, da Tabela 5.3, a contextualização do assunto com a apresentação de breve histórico sobre o surgimento do problema (infestação de cigarrinhas) e de aspectos científicos relacionados a esse tipo de praga. Nas linhas 31 a 48 são apresentadas as características do problema de acordo com aspectos éticos, sociais, econômicos e ambientais.

Relacionamos à etapa *Exploração das Possíveis Estratégias* o levantamento das possíveis alternativas de solução apontadas pelo grupo, comparações entre elas e a avaliação das vantagens e desvantagens de cada uma. Conforme verificamos nas linhas 49 a 67, o grupo inicia falando da existência de três alternativas viáveis para solucionar o problema: controle químico e controle biológico por nematóides ou fungos. A apresentação segue com a descrição detalhada de cada uma das alternativas, com suas respectivas vantagens e desvantagens.

Comparações entre as alternativas não foram identificadas, nessa etapa, na apresentação do grupo G1.

À etapa *Ação sobre as Estratégias* relacionamos a argumentação dos grupos a respeito da alternativa escolhida para solucionar o caso e a descrição detalhada das suas características. De acordo com a Tabela 5.3, na linha 67, o representante do grupo revela a solução escolhida e a partir de então apresenta dados a ela relacionados tais como: histórico de sua utilização, instituições e órgãos financiadores relacionados a pesquisas sobre o assunto, vantagens em relação às demais alternativas etc.

Em relação à última etapa do *IDEAL Problem-Solving Model*, chamada *Revisão e Avaliação dos Efeitos das Ações*, na maioria dos grupos nenhuma ação nesse sentido foi realizada, ou seja, o processo de resolução do caso finalizou com a escolha da melhor alternativa de solução para o problema.

A partir da observação das etapas percorridas pelos alunos no processo de resolução dos casos, conforme exemplificado na Tabela 5.2, correlacionamos tais etapas àquelas que constituem o *IDEAL Problem-Solving Model* (Tabela 5.3).

TABELA 5.3 – *IDEAL Problem-Solving Model* e processo de resolução dos casos.

<i>IDEAL Problem-Solving Model</i>	Processo observado na resolução dos casos
Identificação do Problema	Conclusão sobre a identificação do problema ou notificação de sua existência
Definição e Representação do Problema	Levantamento das possíveis causas do problema Descrição das características do problema Contextualização do assunto do caso
Exploração das Possíveis Estratégias	Levantamento de alternativas Avaliação das vantagens e desvantagens das possíveis alternativas Comparação entre as diferentes alternativas
Ação sobre as Estratégias	Argumentação sobre a alternativa escolhida para resolução do caso Descrição detalhada da alternativa escolhida
Revisão e Avaliação dos Efeitos	Avaliação da solução

A partir da análise dos enunciados dos alunos nas apresentações orais verificamos que, via de regra, as etapas seguidas no processo de resolução dos casos, ilustradas na Tabela 5.3, foram comuns para todos os grupos, salvo algumas peculiaridades. A primeira delas diz respeito à *Identificação do Problema*, uma vez que, enquanto alguns casos apresentam de forma clara e objetiva o problema a ser resolvido, outros exigem investigações, nesse sentido, por parte dos alunos. Ainda no que diz respeito à *Identificação do Problema*, constatamos que, enquanto alguns casos apresentam um único problema a ser solucionado, outros exigem a consideração de uma série de questões essenciais para resolvê-los. Divergências na frequência e na sequência em que tais etapas são identificadas nos enunciados dos alunos também foram identificadas, conforme discutiremos posteriormente.

Dessa maneira, com base nas peculiaridades mencionadas, os casos foram classificados em três tipos principais, que foram denominados: casos estruturados, casos mal-estruturados e casos de múltiplos problemas. Os três tipos de casos são definidos a seguir.

- **Casos estruturados:** se caracterizam por apresentar de forma bem definida no contexto da narrativa o problema a ser resolvido, podendo o mesmo apresentar múltiplas alternativas de solução. Cabe ao estudante a tarefa de analisá-las e optar pela mais viável. Por exemplo, no caso *Ataque das Cigarrinhas* foi definido claramente na narrativa que o problema a ser solucionado era a infestação da cigarrinha de raiz em uma plantação de cana-de-açúcar. Conforme verificamos na Tabela 5.2, alternativas distintas para resolver a questão foram apontadas e analisadas pelos grupos, que finalmente decidiram pela alternativa julgada como mais viável.

- **Casos mal-estruturados:** se caracterizam por não definir de forma objetiva o problema principal do caso, ficando a cargo dos estudantes a tarefa de identificação do problema a ser investigado, a análise das possíveis alternativas de solução para resolvê-lo e a posterior tomada de decisão sobre a alternativa mais adequada. Na narrativa do caso *Ameaça aos Cítricos*, por exemplo, é mencionado que limoeiros de um pomar pertencente a um produtor de cítricos têm apresentado sintomas estranhos, comprometendo a produção e ameaçando o restante da

plantação. Para que alternativas de soluções pudessem ser apontadas e a melhor decisão tomada, fez-se necessária, inicialmente, a identificação do problema que compromete os limoeiros, a partir da descrição dos sintomas apresentados no caso.

- **Casos de múltiplos-problemas:** se diferencia dos demais pelo fato de não apresentar um único e bem definido problema a ser solucionado. Na análise do caso o estudante percebe a necessidade de solucionar outros problemas inerentes ao problema principal apresentado no contexto do caso. Por exemplo, no caso *Reciclagem de Materiais*, um proprietário de uma pequena empresa de reciclagem de plásticos enfrenta problemas relacionados ao tratamento dos resíduos gerados no processo de reciclagem. Ao analisar o caso os grupos perceberam que três questões deveriam ser resolvidas: o que fazer com o óleo das embalagens? O que fazer com as embalagens depois de retirado o óleo? Como tratar os efluentes gerados no processo de reciclagem?

Na Figura 5.4 é ilustrada a classificação dos diferentes tipos de casos elaborados para as Turmas A, B e C.

Turmas	Casos Estruturados	Casos Mal-estruturados	Casos de Múltiplos Problemas
A	Praga do Coqueiro Caso das Próteses	Poluição em Rondônia Doença de Granja Ameaça nos Laranjais	—
B	A Praga do Carrapato	Praga do Feijão Ameaça aos Cacaueiros	Reciclagem de Materiais Doença Misteriosa em Artesãos
C	O Ataque das Cigarrinhas Formigas Cortadeiras Adubo na Plantação	Ameaça aos Cítricos	—

FIGURA 5.4 – Classificação dos casos elaborados para as turmas A, B e C.

Análise semelhante à ilustrada na Tabela 5.2 foi realizada para as apresentações orais de todos os grupos que solucionaram casos estruturados, mal-estruturados e de múltiplos problemas. Os resultados obtidos na análise das etapas empregadas na resolução dos casos estruturados são apresentados na Tabela 5.4, a seguir. Cabe destacar que a sequência das etapas é verificada na primeira coluna, que corresponde às unidades de análise, e não na segunda, onde as etapas são apresentadas sempre na mesma ordem.

TABELA 5.4 – Identificação das etapas do *IDEAL Problem-Solving Model* seguidas no processo de resolução dos casos estruturados.

CASOS ESTRUTURADOS (TURMA A)	
<i>Praga do Coqueiro (Grupo 1)</i>	
Unidade de análise	Etapa
1 - 3	Identificação do problema
3 - 14	Definição e representação do problema
14 - 23	Exploração das possíveis estratégias
23 - 34	Ação sobre as estratégias
<i>Praga do Coqueiro (Grupo 2)</i>	
1 - 9	Identificação do problema
55 - 57	
9 - 42	Definição e representação do problema
42 - 55	Exploração das possíveis estratégias
57 - 86	
86 - 139	Ação sobre as estratégias
<i>Praga do Coqueiro (Grupo 3)</i>	
13 - 19	Identificação do problema
1 - 13	Definição e representação do problema
19 - 35	
35 - 96	Exploração das possíveis estratégias
96 - 97	Ação sobre as estratégias
<i>Caso das Próteses (Grupo 1)</i>	
1 - 4	Identificação do problema
4 - 18	Definição e representação do problema
18 - 21	Exploração das possíveis estratégias
21 - 53	Ação sobre as estratégias
53 - 58	Revisão e avaliação dos efeitos das ações
<i>Caso das Próteses (Grupo 2)</i>	
1 - 10	Identificação do problema
10 - 15	Definição e representação do problema
15 - 43	Exploração das possíveis estratégias
43 - 72	Ação sobre as estratégias
<i>Caso das Próteses (Grupo 3)</i>	
1 - 9	Identificação do problema
9 - 20	Definição e representação do problema
20 - 53	Exploração das possíveis estratégias
53 - 68	Ação sobre as estratégias
CASOS ESTRUTURADOS (TURMA B)	
<i>A Praga do Carrapato (Grupo 1)</i>	
1 - 5	Identificação do problema
5 - 23	Definição e representação do problema
23 - 73	Exploração das possíveis estratégias
73 - 95	Ação sobre as estratégias
<i>A Praga do Carrapato (Grupo 2)</i>	
1 - 6	Identificação do problema
6 - 13	Definição e representação do problema
13 - 44	Exploração das possíveis estratégias
44 - 56	Ação sobre as estratégias
CASOS ESTRUTURADOS (TURMA C)	
<i>Ataque das Cigarrinhas (Grupo 1)</i>	
48 - 49	Identificação do problema
1 - 48	Definição e representação do problema
49 - 67	Exploração das possíveis estratégias
67 - 108	Ação sobre as estratégias
<i>Ataque das Cigarrinhas (Grupo 2)</i>	
1 - 2	Identificação do problema
2 - 51	Definição e representação do problema
51 - 59	Exploração das possíveis estratégias
59 - 94	Ação sobre as estratégias

Ataque das Cigarrinhas (Grupo 3)	
1 - 2	Identificação do problema
2 - 30	Definição e representação do problema
30 - 44	Exploração das possíveis estratégias
44 - 74	Ação sobre as estratégias
Formigas Cortadeiras (Grupo 1)	
1 - 4	Identificação do problema
4 - 27	Definição e representação do problema
27 - 115	Exploração das possíveis estratégias
115 - 151	Ação sobre as estratégias
Formigas Cortadeiras (Grupo 2)	
1 - 4	Identificação do problema
4 - 28	Definição e representação do problema
28 - 70	Exploração das possíveis estratégias
70 - 80	Ação sobre as estratégias
Formigas Cortadeiras (Grupo 3)	
1	Identificação do problema
2 - 20	Definição e representação do problema
20 - 74	Exploração das possíveis estratégias
75 - 94	Ação sobre as estratégias
Adubo da Plantação (Grupo 1)	
6 - 11	Identificação do problema
1 - 5	Definição e representação do problema
11 - 32	Exploração das possíveis estratégias
32 - 79	Ação sobre as estratégias
Adubo da Plantação (Grupo 2)	
1 - 15	Identificação do problema
65 - 73	
15 - 65	Definição e representação do problema
73 - 107	Exploração das possíveis estratégias
107 - 130	Ação sobre as estratégias
Adubo da Plantação (Grupo 3)	
1 - 7	Identificação do problema
7 - 73	Definição e representação do problema
82 - 111	Exploração das possíveis estratégias
73 - 82	Ação sobre as estratégias
111 - 158	

Conforme verificamos na Tabela 5.4, no processo de resolução dos casos estruturados todas as etapas foram seguidas, via de regra, em uma mesma sequência, que corresponde àquela apresentada do Modelo. Primeiramente a etapa de *Identificação do Problema*, quando os grupos noticiavam a questão a ser resolvida, já bem definida no caso. Em seguida, normalmente, verificamos a etapa *Definição e Representação do Problema*, quando os grupos apresentavam as possíveis causas para o problema, as suas características e contextualização. Após isso verificamos a etapa *Exploração das Possíveis Estratégias*, quando as possíveis alternativas foram apresentadas e argumentos a respeito da viabilidade de cada uma delas discutidas. A seguir, identificamos a etapa *Ação sobre as Estratégias*, quando os grupos finalmente defendiam a decisão tomada com base nos argumentos apresentados. A última etapa, *Revisão e Avaliação dos Efeitos das Ações*, somente foi verificada na apresentação oral do G1, responsável pelo Caso

das Próteses, na Turma A. O grupo avaliou os efeitos da decisão tomada a partir da simulação da situação do personagem do caso após a resolução do problema. Cabe destacar que a ordem normalmente verificada no seguimento das etapas divergiu na apresentação oral de quatro grupos, dois responsáveis pelo caso *Praga do Coqueiro*, um pelo caso *Ataque das Cigarrinhas* e um pelo caso *Adubo na Plantação*. Para essa mudança de padrão duas situações foram observadas. Na primeira delas, evidenciada na apresentação do G2 (*Praga do Coqueiro*) e do G2 (*Adubo na Plantação*), os estudantes iniciaram a apresentação da resolução do caso pela notificação da existência do problema, que foi interrompida pela etapa *Definição e Representação do Problema*. Com base na descrição das características do problema, inerente à segunda etapa, num segundo momento os estudantes tornam a notificar o problema de forma mais fundamentada. Na apresentação de G2 (*Praga do Coqueiro*), verificamos ainda argumentos indicativos da etapa *Exploração das Possíveis Estratégias*, antes que o problema fosse novamente notificado. A segunda situação foi verificada na apresentação oral do G3 (*Praga do Coqueiro*) e do G1 (*Ataque das Cigarrinhas*). Ambos iniciaram a apresentação com a descrição das características do problema e a contextualização do assunto envolvido na questão, colocações que caracterizam a etapa *Definição e Representação do Problema*. Somente após isso a notificação do problema a ser resolvido foi apresentada.

Na Tabela 5.5, a seguir, é apresentada a mesma análise para os casos mal-estruturados.

TABELA 5.5 – Identificação das etapas do *IDEAL Problem-Solving Model* seguidas no processo de resolução dos casos mal-estruturados.

CASOS MAL-ESTRUTURADOS (TURMA A)	
<i>Ameaça nos Laranjais (Grupo 1)</i>	
Unidade de análise	Etapa
11 - 14	Identificação do problema
1 - 11	Definição e representação do problema
14 - 43	
44 - 53	Exploração das possíveis estratégias
53 - 68	Ação sobre as estratégias
<i>Ameaça nos Laranjais (Grupo 2)</i>	
34 - 35	Identificação do problema
1 - 33	Definição e representação do problema
35 - 48	
48 - 53	Exploração das possíveis estratégias
53 - 63	Ação sobre as estratégias
<i>Ameaça nos Laranjais (Grupo 3)</i>	
15 - 16	Identificação do problema
1 - 15	Definição e representação do problema
16 - 37	

47 - 50	
37 - 47	Exploração das possíveis estratégias
50 - 76	
-	Ação sobre as estratégias
Doença de Granja (Grupo 1)	
10 - 12	Identificação do problema
1 - 10	Definição e representação do problema
12 - 28	
28 - 38	Exploração das possíveis estratégias
44 - 56	
38 - 44	Ação sobre as estratégias
56 - 57	
Doença de Granja (Grupo 2)	
38	Identificação do problema
1 - 38	Definição e representação do problema
84 - 93	
38 - 73	Exploração das possíveis estratégias
73 - 84	Ação sobre as estratégias
Doença de Granja (Grupo 3)	
1 - 5	Identificação do problema
5 - 10	Definição e representação do problema
15 - 25	
10 - 12	Exploração das possíveis estratégias
12 - 15	Ação sobre as estratégias
25 - 33	
Poluição em Rondônia (Grupo 1)	
19 - 21	Identificação do problema
1 - 19	Definição e representação do problema
21 - 56	
56 - 64	Exploração das possíveis estratégias
64 - 68	Ação sobre as estratégias
Poluição em Rondônia (Grupo 2)	
3 - 7	Identificação do problema
1 - 3	Definição e representação do problema
7 - 66	
66 - 80	Exploração das possíveis estratégias
-	Ação sobre as estratégias
CASOS MAL-ESTRUTURADOS (TURMA B)	
Praga do Feijão (Grupo 1)	
16 - 20	Identificação do problema
1 - 16	Definição e representação do problema
20 - 33	
33 - 110	Exploração das possíveis estratégias
110 - 150	Ação sobre as estratégias
Praga do Feijão (Grupo 2)	
17 - 19	Identificação do problema
37 - 39	
1 - 17	Definição e representação do problema
19 - 37	
37 - 53	
53 - 79	Exploração das possíveis estratégias
79 - 116	Ação sobre as estratégias
Praga do Feijão (Grupo 3)	
9 - 12	Identificação do problema
56 - 60	
69 - 71	
1 - 8	Definição e representação do problema
12 - 56	
60 - 69	
71 - 98	Exploração das possíveis estratégias
98 - 136	Ação sobre as estratégias

Ameaça nos Cacaueiros (Grupo 1)	
7 - 13	Identificação do problema
1 - 7	Definição e representação do problema
7 - 40	
40 - 134	Exploração das possíveis estratégias
134 - 155	Ação sobre as estratégias
Ameaça nos Cacaueiros (Grupo 2)	
1 - 9	Identificação do problema
9 - 44	Definição e representação do problema
44 - 91	Exploração das possíveis estratégias
91 - 102	Ação sobre as estratégias
Ameaça nos Cacaueiros (Grupo 3)	
1 - 5	Identificação do problema
5 - 30	Definição e representação do problema
30 - 60	Exploração das possíveis estratégias
60 - 85	Ação sobre as estratégias
CASOS MAL-ESTRUTURADOS (TURMA C)	
Ameaça aos Cítricos (Grupo 1)	
6 - 13	Identificação do problema
1 - 6	Definição e representação do problema
13 - 33	
33 - 52	Exploração das possíveis estratégias
-	Ação sobre as estratégias
Ameaça aos Cítricos (Grupo 2)	
13 - 16	Identificação do problema
1 - 13	Definição e representação do problema
16 - 65	
65 - 84	Exploração das possíveis estratégias
84 - 107	Ação sobre as estratégias
Ameaça aos Cítricos (Grupo 3)	
24 - 25	Identificação do problema
1 - 48	Definição e representação do problema
48 - 95	Exploração das possíveis estratégias
95 - 96	Ação sobre as estratégias

Conforme verificamos na Tabela 5.5, relacionada ao processo de resolução dos casos mal-estruturados, as mesmas etapas identificadas na resolução dos casos estruturados (Tabela 5.4) foram seguidas, porém, numa sequência mais desordenada. Como já explicado, para esses casos o problema não foi definido e entendemos como etapa de *Identificação do Problema* o momento em que os grupos concluíam a respeito da causa do problema. Desse modo, com exceção do G3, responsável pelo *Caso das Próteses*, e do G2 e G3, responsáveis pelo caso *Ameaça nos Cacaueiros*, todos os outros iniciam a apresentação oral pela segunda etapa, *Definição e Representação do Problema*, quando os mesmos argumentavam sobre suas razões para identificarem o problema como sendo este ou aquele. Ao contrário do que ocorreu na resolução dos casos estruturados que, via de regra, iniciou com a *Identificação do Problema*. Além disso, verificamos a etapa *Definição e Representação do Problema* em vários momentos da exposição oral e não em momento bem definido, como ocorreu para

os casos estruturados. As demais etapas seguiram, via de regra, o mesmo padrão observado anteriormente. Apenas o G1, responsável pelo caso *Ameaça aos Cítricos* e o G2, responsável pelo caso *Poluição em Rondônia*, não cumpriram a etapa *Ação sobre as Estratégias*, ou seja, não identificamos argumentos sobre a decisão tomada pelo grupo. Conforme percebemos, a desordem no cumprimento das etapas caracterizou a resolução dos casos mal-estruturados. No entanto, também verificamos que dois grupos, responsáveis pelo caso *Ameaça nos Cacaueiros* (G2 e G3), não seguiram esse padrão, ou seja, a sequência das etapas seguiu a ordem original. Ambos iniciaram a apresentação pela identificação direta do problema, sem detalhamentos a respeito do porquê de suas conclusões, seguida das demais etapas. Na Tabela 5.6, a seguir, é apresentada a análise das etapas seguidas no processo de resolução dos casos de múltiplos problemas.

TABELA 5.6 – Identificação das etapas do *IDEAL Problem-Solving Model* seguidas no processo de resolução dos casos de múltiplos problemas.

CASOS DE MÚLTIPLOS PROBLEMAS (TURMA B)	
<i>Doença Misteriosa em Artesãos (Grupo 1)</i>	
Unidade de análise	Etapas
90 - 92	Identificação do problema
1 - 90	Definição e representação do problema
92 - 95	
95 - 99	Exploração das possíveis estratégias
99 - 108	Ação sobre as estratégias
<i>Doença Misteriosa em Artesãos (Grupo 2)</i>	
8 - 15	Identificação do problema
1 - 8	Definição e representação do problema
15 - 24	
24 - 39	Exploração das possíveis estratégias
39 - 49	Ação sobre as estratégias
<i>Doença Misteriosa em Artesãos (Grupo 3)</i>	
1 - 17	Identificação do problema
22 - 62	
17 - 22	Definição e representação do problema
62 - 72	Exploração das possíveis estratégias
72 - 82	Ação sobre as estratégias
<i>Reciclagem de Materiais (Grupo 1)</i>	
1 - 7	Identificação do problema
7 - 14	Definição e representação do problema
30 - 39	
56 - 59	
88 - 105	
14 - 30	Exploração das possíveis estratégias
39 - 56	
59 - 61	
61 - 88	Ação sobre as estratégias
<i>Reciclagem de Materiais (Grupo 2)</i>	
1 - 5	Identificação do problema

5 - 43	Definição e representação do problema
43 - 66	Exploração das possíveis estratégias
90 - 93	
66 - 90	Ação sobre as estratégias
93 - 105	

Reciclagem de Materiais (Grupo 3)

1 - 6	Identificação do problema
6 - 49	Definição e representação do problema
49 - 62	Exploração das possíveis estratégias
62 - 114	Ação sobre as estratégias

Conforme observamos na Tabela 5.6 todas as etapas do *IDEAL Problem-Solving Model* foram consideradas pelos grupos que solucionaram casos de múltiplos problemas. Assim como ocorreu nos casos mal-estruturados, a sequência das etapas seguidas pelos grupos na resolução desse tipo de caso foi desordenada, apenas com exceção do G3, que solucionou o caso *Reciclagem de Materiais*. Esse foi o único grupo que seguiu a sequência original proposta no Modelo. Devido ao fato de casos dessa natureza apresentar mais de um problema a ser considerado, verificamos que maior ênfase foi dada, por alguns grupos, às etapas *Definição e Representação do Problema*, quando contextualizavam o assunto do caso e especulavam sobre as possíveis causas para o problema; e *Exploração das Possíveis Estratégias*, quando discutiam sobre as alternativas para solucionar cada uma das questões relacionadas ao caso.

Uma vez classificados os casos, partimos para a análise dos argumentos empregados nas suas resoluções. No tópico a seguir, apresentamos a análise estrutural dos argumentos identificados nas referidas etapas, de acordo com o Modelo de TOULMIN (2001), a Metodologia proposta por ERDURAN et al., (2004); e adaptações, por nós propostas, a essa metodologia. Para tanto, serão analisadas com base nos referenciais supracitados as apresentações orais de grupos pertencentes às Turmas A e C, que solucionaram os casos mal-estruturados *Ameaça nos Laranjais* e *Ameaça aos Cítricos*, respectivamente. Visamos com isso comparar a qualidade da argumentação dos estudantes, do ponto de vista estrutural, em situações em que a argumentação foi totalmente espontânea ou orientada.

5.3. Análise estrutural dos argumentos empregados na resolução dos casos durante as apresentações orais nas turmas A e C

De acordo com LEITÃO e ALMEIDA (2000) a argumentação não implica necessariamente na presença mínima de dois interlocutores. É possível haver argumentação em situações de monólogos como palestras e textos escritos, e que mesmo nessas condições é ainda o diálogo que estrutura a forma que a argumentação assume. Em tais situações, o diálogo se realiza pela presença de um *interlocutor imaginário* a quem a argumentação se dirige e o convencimento de um outro é sempre o fim último da argumentação. Nesse sentido, assumimos as apresentações orais sobre as resoluções dos casos como situações de monólogo, em que os estudantes apresentavam argumentos com o propósito de persuadir os demais grupos sobre o seu posicionamento.

Conforme mencionado anteriormente, buscamos neste trabalho elementos capazes de subsidiar discussões sobre a questão de pesquisa: *A argumentação é algo espontâneo ou ensinar os alunos a argumentar, lhes mostrando as características que deve ter uma adequada argumentação, pode promover suas habilidades argumentativas?* Desse modo, procuramos indícios sobre a efetividade, ou não, da adoção em sala de aula de uma postura que promovesse o “ensino da argumentação” a partir da análise comparativa dos argumentos produzidos pelos estudantes que haviam trabalhado com casos investigativos de caráter similar, nas distintas situações de ensino levadas a cabo na realização dessa pesquisa.

Dessa maneira, realizamos a análise comparativa da estrutura dos argumentos identificados nas apresentações orais de grupos pertencentes às turmas A e C. Cabe lembrar que na Turma A, a argumentação dos alunos foi totalmente espontânea, e nenhuma orientação no sentido de apresentar aspectos favoráveis a uma boa argumentação, foi fornecida aos estudantes. Na Turma C os estudantes foram orientados quanto aos elementos necessários a uma adequada argumentação científica, na perspectiva de TOULMIN (2001), e foram submetidos a uma série de atividades desenvolvidas com o propósito de estimular às suas habilidades argumentativas.

Com o intuito de exemplificar a forma como a análise estrutural dos argumentos empregados pelos estudantes durante as apresentações orais foi

realizada, apresentamos a análise dos argumentos elaborados nessas ocasiões pelos representantes dos grupos responsáveis pela resolução dos casos *Ameaça nos Laranjais* (Turma A) e *Ameaça aos Cítricos* (Turma C). Ambos são mal-estruturados e tratam de questões concernentes a doenças que atacam à citricultura. A análise comparativa entre os dois casos, selecionados para exemplificação, não foi aleatória. Essa análise comparativa dos argumentos elaborados pelos estudantes ao solucionarem casos mal-estruturados, com caráter semelhante, teve como objetivo tentar assegurar que as diferenças verificadas nas suas argumentações não seriam devidas à maior ou menor complexidade envolvida na solução de um caso ou de outro.

O caso *Ameaça nos Laranjais* informava os estudantes sobre uma estranha doença de origem misteriosa, capaz de aniquilar um pé de laranja em algumas semanas e, por essa razão, representava a maior ameaça para a citricultura do Estado de São Paulo e do sul de Minas Gerais. Como estudantes de Química, os grupos responsáveis pela resolução do caso tiveram a missão de descobrir o que estava se passando em pomares de laranja da região de Barretos – SP e propor possíveis alternativas de solução para o problema. O caso *Ameaça aos Cítricos* tratava de uma doença de origem desconhecida que estava comprometendo limoeiros da região de Araraquara - SP. Cabia aos grupos ajudar o produtor de cítricos a descobrir o que estava ocorrendo em seus pomares e ajudá-lo a encontrar a melhor solução para o caso.

A análise comparativa da argumentação dos estudantes para a resolução dos dois casos é apresentada a seguir. Nessa análise, os três grupos encarregados de solucionar o caso *Ameaça nos Laranjais* serão, de agora em diante, denominados de G1, G2 e G3 da Turma A, e os três grupos encarregados de solucionar o caso *Ameaça aos Cítricos* serão, de agora em diante, denominados de G1, G2 e G3, da Turma C.

Cabe lembrar que, de acordo com TOULMIN (2001), os elementos essenciais de um argumento são o dado, a justificativa e a conclusão, sem os quais um argumento não é válido. Nessa perspectiva, buscamos identificar em cada uma das etapas do *IDEAL Problem-Solving Model* a ocorrência de argumentação. No que diz respeito aos casos estruturados, verificamos a formulação de argumentos em duas etapas do modelo: *Exploração das Possíveis Estratégias*, quando os

estudantes argumentavam a respeito da potencialidade das diferentes alternativas para solucionar o problema; e *Ação sobre as Estratégias*, quando os estudantes argumentavam sobre a decisão apontada como mais viável para resolução do caso. Nos mal-estruturados, além de verificamos a ocorrência de argumentação nas etapas anteriormente citadas, a mesma também ocorreu nas etapas *Identificação do Problema* e *Definição e Representação do Problema*, quando os estudantes necessitavam argumentar sobre a identificação do problema a ser solucionado. O mesmo ocorreu para os casos de múltiplos problemas, quando os estudantes identificavam a necessidade de resolver outras questões inerentes ao problema principal apresentado no caso.

Começando a análise pela solução apontada pelos grupos para resolver o caso, verificamos que na Turma A o grupo G3 não indicou nenhuma solução e os grupos G1 e G2 chegaram à mesma conclusão: a subenxertia como a melhor alternativa para resolver o problema. A subenxertia é uma técnica de multiplicação vegetativa que permite atribuir à copa novos porta-enxertos, para substituir o original afetado por problemas fitossanitários ou problemas traumáticos, que causam deficiências no desenvolvimento das plantas (MÜLLER et al., 2002). Na Turma C, dois dos grupos, G2 e G3, chegaram à mesma conclusão: a prevenção como a melhor alternativa para resolver o problema. Já o grupo G1, embora tenha apresentado uma série de dados a respeito de diferentes alternativas de prevenção para o caso, concluiu a sua apresentação sem indicar a melhor alternativa para resolver o problema. Quanto à pertinência dos argumentos empregados pelos grupos na resolução dos casos, verificamos que, via de regra, as informações por eles fornecidas, são condizentes com as fontes de pesquisa por eles empregadas (artigos científicos, textos extraídos de *sites* de instituições renomadas etc.), a maioria delas anexada nos “Diários dos Casos”. Pequenas incoerências serão discutidas ao longo da discussão.

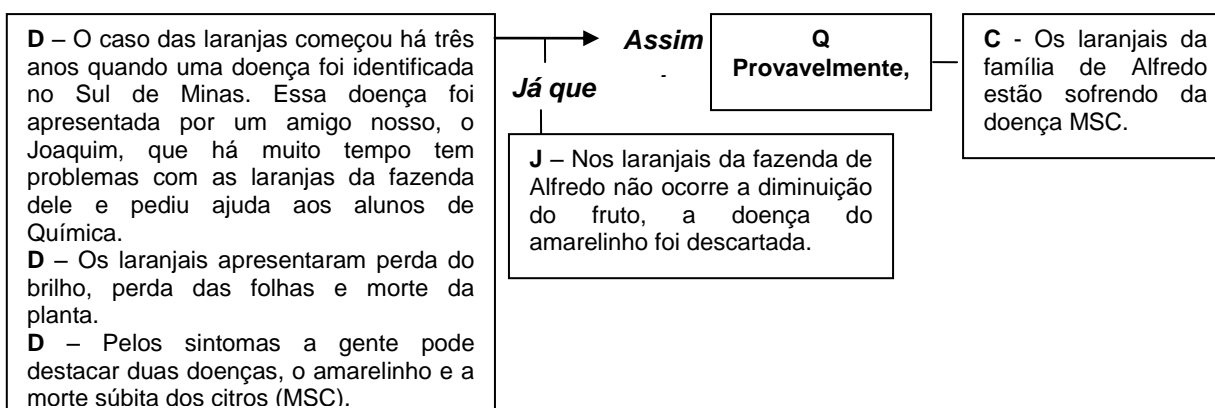
A análise estrutural da argumentação dos grupos em relação à identificação do problema e à solução escolhida por cada um deles, tomando inicialmente como referencial o Modelo de TOULMIN (2001), é apresentada no tópico a seguir.

5.3.1. Componentes do argumento identificados nas apresentações orais sobre a resolução do caso *Ameaça nos Laranjais*

As Figuras 5.5, 5.6 e 5.7 ilustram os componentes dos argumentos presentes nas apresentações orais dos grupos G1, G2 e G3, respectivamente, sobre a resolução do caso *Ameaça nos Laranjais*, aplicado na Turma A.

A Parte I da Figura 5.5 ilustra o argumento elaborado por G1, identificado nas etapas *Identificação do Problema* e *Definição e Representação do Problema*, com relação à doença que o grupo acreditava ter atacado os laranjais: a Morte Súbita dos Citros (MSC). Verificamos, nesse argumento, a presença de um qualificador modal (provavelmente), que indica a força conferida pela justificativa para que o grupo chegasse à conclusão sobre a causa do problema apresentado no caso. Na Parte II, relacionada às etapas *Exploração das Possíveis Estratégias* e *Ação sobre as Estratégias* o grupo conclui que a subenxertia é a melhor alternativa para resolver o problema, para tanto utiliza uma justificativa apoiada em um conhecimento básico; no entanto, associa a técnica a outras medidas de combate e controle. O grupo chama a atenção para a questão da necessidade de conscientização dos agricultores e de monitoramento do avanço da doença, aliadas ao desenvolvimento de pesquisas sobre suas causas e formas de controle. Nenhuma refutação foi identificada na argumentação de G1.

PARTE I – Etapas *Identificação do Problema* e *Definição e Representação do Problema*



PARTE II – Etapas *Exploração das Possíveis Estratégias e Ação sobre as Estratégias*

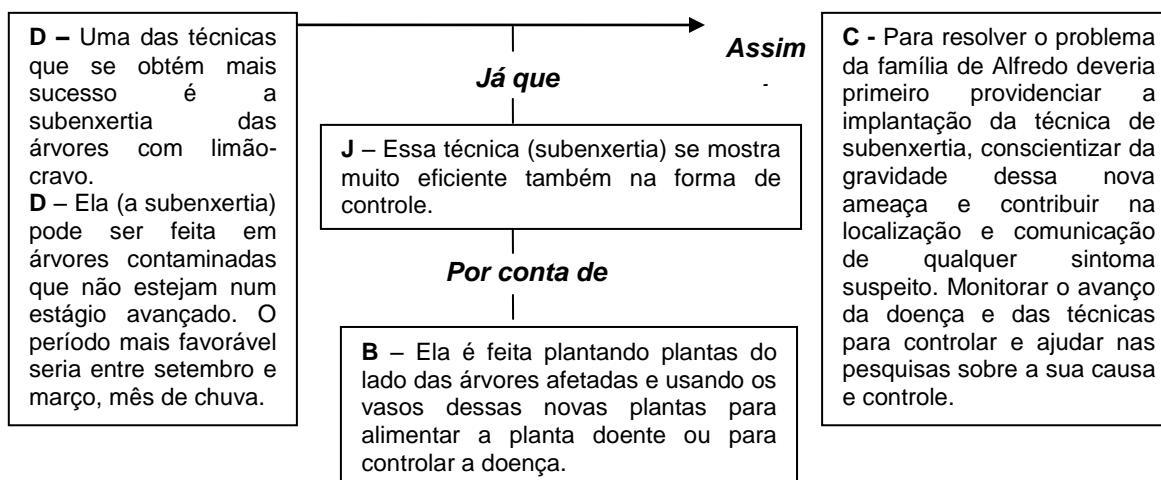


FIGURA 5.5 - Argumentos apresentados por G1 para a resolução do caso *Ameaça nos Laranjais*.

No primeiro dado apresentado por G1, ilustrado na Parte I, da Figura 5.5, observamos que o grupo se equivocou quanto aos personagens do caso, pois quem procurou a ajuda dos estudantes de Química foi Alfredo, e não Joaquim. Com relação à pertinência dos argumentos apresentados por G1, as informações fornecidas foram comprovadas em artigos publicados sobre o assunto e em materiais fornecidos pelo Fundo de Defesa da Citricultura (FUNDECITRUS), órgão que oferece apoio às pesquisas científicas para a descoberta de formas de controle ou manejo de doenças e pragas que afetam laranjais.

Embora G2 deixe claro em sua apresentação que a MSC seja a causadora do problema, nenhuma justificativa explícita sobre isso foi identificada, por essa razão, na análise, não consideramos como argumento a identificação do problema. Em contraponto, G2 sugeriu como solução para o caso, além da implantação da técnica de subenxertia, o uso das joaninhas como predadores naturais do besouro transmissor da doença. No argumento ilustrado na Figura 5.6, o grupo apresentou dados relacionados às medidas de combate à doença. As justificativas do grupo dizem respeito às medidas apontadas como solução para o caso. Refutações, qualificadores modais e conhecimentos básicos não foram identificados nos argumentos do grupo.

PARTE I – Etapas *Exploração das Possíveis Estratégias e Ação sobre as Estratégias*

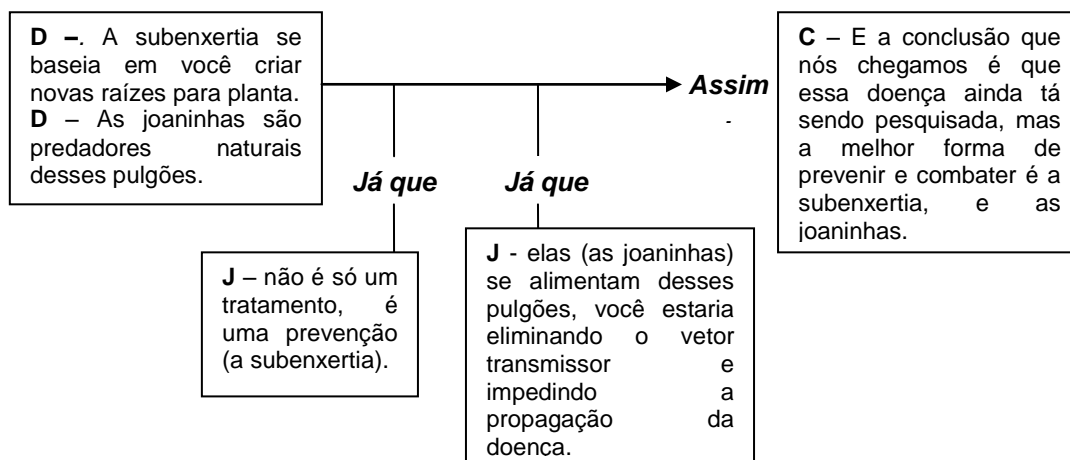
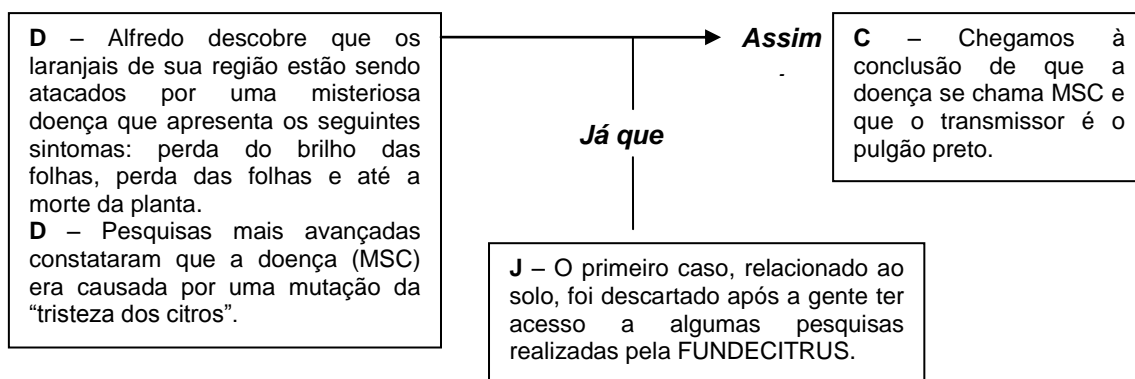


FIGURA 5.6 - Argumentos apresentados por G2 para a resolução do caso *Ameaça nos Laranjais*.

Conforme ilustra a Figura 5.7, G3 teve dificuldades em formular argumentos bem estruturados e interligados, apesar de apresentar muitas informações e demonstrar conhecimento sobre o assunto estudado. Das etapas *Identificação do Problema e Definição e Representação do Problema* extraímos dos argumentos do grupo sua conclusão sobre a identificação da doença: a MSC. Diferentemente dos outros grupos, este não apresentou nenhuma conclusão em relação à solução escolhida para o caso. A etapa *Ação sobre as Estratégias* não foi considerada pelo grupo. Nesse sentido, identificamos apenas um argumento, na etapa *Exploração das Possíveis Estratégias*, que justificou o porquê do descarte de uma das possíveis alternativas (uso de inseticidas), conforme verificamos na Parte II da Figura 5.7. Ou seja, durante a apresentação oral o grupo mostrou as possíveis alternativas de solução existentes para o problema, mas não apontou nenhuma como sendo a mais viável ou a escolhida pela equipe para resolução do caso. Qualificadores, refutações e justificativas não foram identificadas nos argumentos do grupo. Quanto ao conteúdo dos argumentos, constatamos a pertinência de todas as informações apresentadas.

PARTE I – Etapas *Identificação do Problema e Definição e Representação do Problema*



PARTE II – Etapa *Exploração das Possíveis Estratégias*

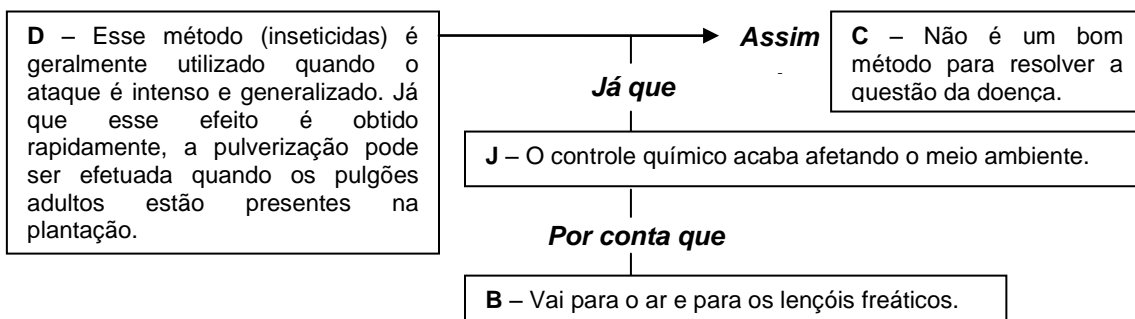


FIGURA 5.7 – Argumentos apresentados pelo grupo G3 para a resolução do caso *Ameaça nos Laranjais*.

5.3.2. Componentes do argumento identificados nas apresentações orais sobre a resolução do caso *Ameaça aos Cítricos*

As Figuras 5.8, 5.9 e 5.10 a seguir, ilustram os componentes dos argumentos presentes nas apresentações orais dos grupos G1, G2 e G3, respectivamente, sobre a resolução do Caso *Ameaça aos Cítricos*, aplicado na Turma C.

No argumento de G1 ilustrado na Parte I da Figura 5.8, identificado nas etapas *Identificação do Problema e Definição e Representação do Problema* verificamos que o grupo apresenta duas conclusões relacionadas à identificação do problema. Vale ressaltar que a justificativa 1 está relacionada à conclusão 1 e a justificativa 2 à conclusão 2. Esse arranjo é válido para todos os exemplos que virão posteriormente. Após concluir sobre a identificação do problema, o grupo apresenta uma série de dados relacionados às características da doença, diagnóstico, legislação e métodos diversos de prevenção e controle. Porém, no que diz respeito à

etapa *Ação sobre as Estratégias*, não fica clara na apresentação oral do grupo a alternativa mais viável, em sua opinião, para solucionar o problema.

Com relação à pertinência das informações contidas nos argumentos, a primeira justificativa não é condizente, uma vez que, segundo a FUNDECITRUS, algumas espécies de limoeiros são susceptíveis à “pinta preta”. No caso investigativo não é especificada a espécie do limoeiro. Assim, na primeira justificativa o aluno generalizou a informação.

PARTE I – Etapas *Identificação do Problema e Definição e Representação do Problema*

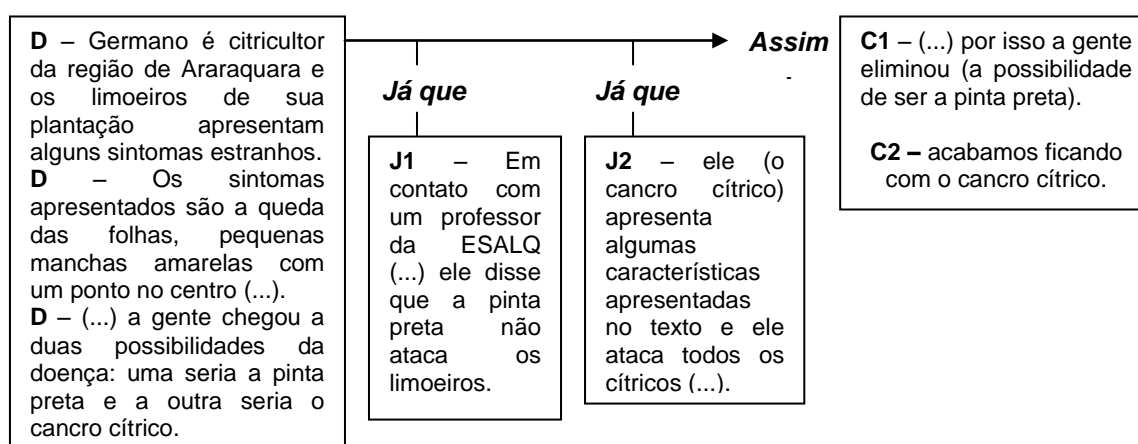
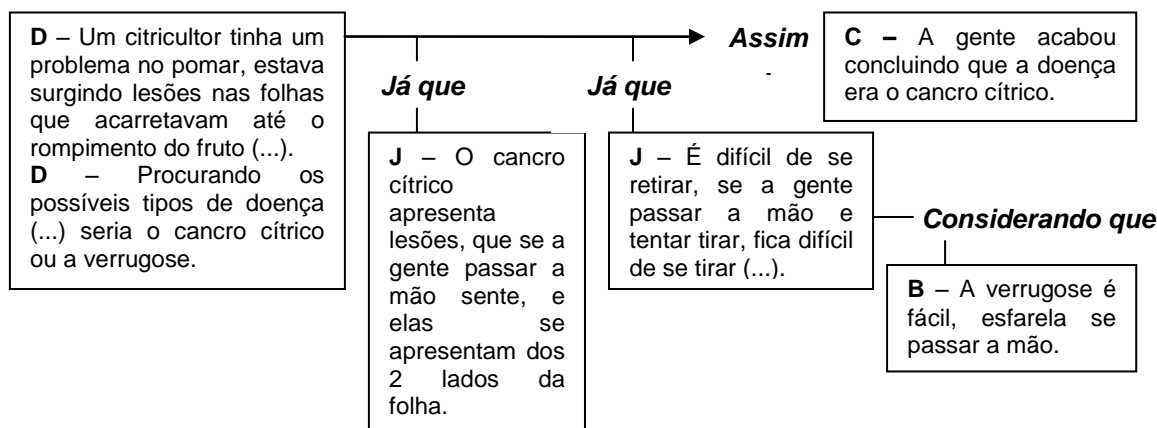


FIGURA 5.8 – Argumentos apresentados pelo G1 para a resolução do caso *Ameaça aos Cítricos*.

Na Parte I da Figura 5.9, que ilustra o argumento identificado nas etapas *Identificação do Problema e Definição e Representação do Problema*, verificamos a conclusão de G2 em relação à identificação da doença: o cancro cítrico. Assim como G1 este grupo apresenta dados fornecidos pelo contexto do caso e levanta hipóteses sobre quais as possíveis causas da doença. Na Parte II, correspondente às etapas *Exploração das Possíveis Estratégias e Ação sobre as Estratégias*, verificamos um número significativo de sete justificativas para a segunda conclusão apresentada: os métodos preventivos como mais viáveis para solucionar o problema. Além disso, também identificamos dois conhecimentos básicos que serviram de suporte para duas das justificativas. Para a primeira conclusão, da Parte II, que diz respeito a não existência de solução para o problema (que não seja a prevenção), identificamos uma refutação, ou seja, uma condição excepcional em que a conclusão não é válida.

PARTE I – Etapas Identificação do Problema e Definição e Representação do Problema



PARTE II – Etapas Exploração das Possíveis Estratégias e Ação sobre as Estratégias

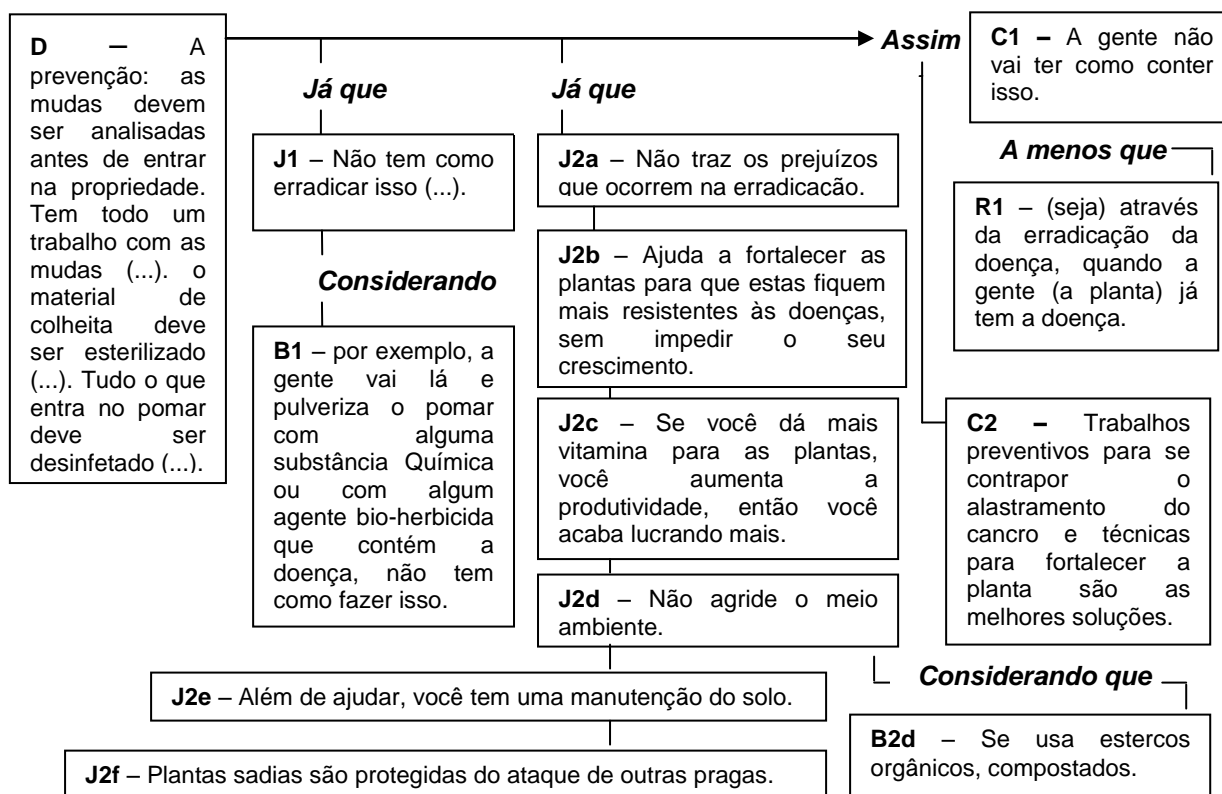
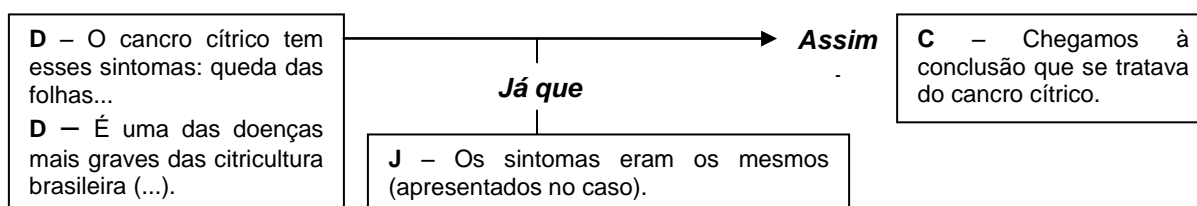


FIGURA 5.9 – Argumentos apresentados pelo G2 para a resolução do caso Ameaça aos Cítricos.

Nos argumentos identificados na apresentação oral de G3 observamos apenas a presença dos elementos fundamentais da argumentação na perspectiva de TOULMIN (2001): dado, justificativa e conclusão. Na Parte I da Figura 5.10, correspondente às etapas Identificação do Problema e Definição e Representação do Problema, a partir das características dos sintomas apresentados no caso, o

grupo conclui sobre a causa da doença: o cancro cítrico. Na Parte II, nas etapas *Exploração das Possíveis Estratégias* e *Ação sobre as Estratégias*, o grupo apresenta uma série de dados relacionados às diferentes formas de prevenção e controle da doença e conclui pela ausência de tratamento para o problema.

PARTE I – Etapas *Identificação do Problema* e *Definição e Representação do Problema*



PARTE II – Etapas *Exploração das Possíveis Estratégias* e *Ação sobre as Estratégias*

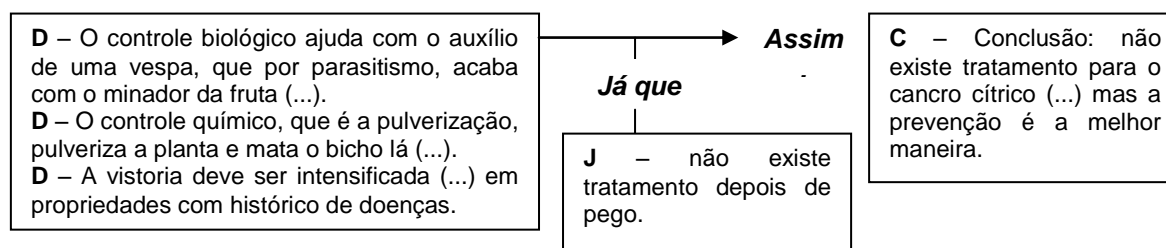


FIGURA 5.10 – Argumentos apresentados pelo G3 para a resolução do caso *Ameaça aos Cítricos*.

Com o intuito de compararmos a qualidade dos argumentos produzidos pelos grupos responsáveis pela resolução dos casos *Ameaça nos Laranjais* e *Ameaça aos Cítricos*, pertencentes às Turmas A e C, respectivamente, recorreremos à metodologia de análise proposta por ERDURAN et al., (2004), na qual a qualidade dos argumentos é avaliada a partir da observação da combinação dos componentes do argumento, segundo TOULMIN (2001), nas falas/textos escritos produzidos pelos alunos. Ou seja, as combinações que possuem um maior número de componentes, são típicas de um argumento mais bem elaborado. Um maior detalhamento da referida metodologia encontra-se no tópico *Referenciais Teóricos*.

Na análise realizada das apresentações orais sobre a resolução dos dois casos identificamos quatro tipos de combinações nos argumentos produzidos pelos grupos. A combinação do tipo Dado-Justificativa-Conclusão (DJC), que apresenta os elementos fundamentais de um argumento na visão de TOULMIN (2001), foi identificada com maior frequência durante as apresentações: duas vezes

na Turma A e três vezes na Turma C. Dois tipos de combinações com quatro componentes também foram identificados: a primeira é o do tipo Dado-Justificativa-*Backing*-Conclusão (DJBC), situação em que um conhecimento básico é inserido na argumentação com o propósito de dar suporte à justificativa apresentada, e a segunda do tipo Dado-Justificativa-Qualificador-Conclusão (DJQC). A combinação DJBC foi identificada duas vezes nos argumentos dos grupos pertencentes à Turma A e uma única vez nos pertencentes à Turma C. A combinação do DJQC foi identificada uma única vez na Turma A. Apenas uma combinação de cinco elementos, do tipo Dado-Justificativa-*Backing*-Refutação-Conclusão (DJBRC), a mais complexa dentre as identificadas, foi observada nos argumentos produzidos pelos grupos da Turma C.

Tendo em vista a metodologia adotada, não constatamos diferenças significativas entre a qualidade dos argumentos produzidos pelos grupos que foram submetidos a situações destinadas ao “ensino da argumentação” (Turma C) e os produzidos pelos alunos da Turma A, que elaboraram suas argumentações sem qualquer instrução sobre as características de um “bom” argumento. No entanto, com o intuito de obtermos elementos mais significativos que pudessem oferecer respostas à nossa questão de pesquisa (ensinar ou não a argumentar) e também verificar em que medida a natureza dos diferentes casos podem influenciar na produção de determinados tipos de argumentos, fez-se necessária uma análise estrutural que envolvesse outros casos de natureza similar e, conseqüentemente, maior número de grupos. Dessa maneira, realizamos, separadamente, a análise comparativa da estrutura dos argumentos identificados nas apresentações orais dos grupos que solucionaram casos estruturados e mal-estruturados. Tendo em vista que nessa análise consideramos apenas os casos aplicados nas Turmas A e C, pelo fato de na primeira a argumentação ter sido totalmente espontânea, e na segunda, orientada, não incluímos nessa análise os casos de múltiplos problemas, uma vez que os mesmos somente foram empregados na Turma B. Resultados da referida análise são apresentados no tópico a seguir.

5.3.3. Análise comparativa da estrutura dos argumentos identificados nas apresentações orais dos grupos que solucionarem casos estruturados

A análise estrutural de cada uma das apresentações orais sobre as resoluções dos casos, pelas Turmas A e C, foi realizada da mesma maneira que

analisamos os argumentos dos grupos que solucionaram os casos *Ameaça aos Laranjais* e *Ameaça aos Cítricos*, ilustrados em tópico anterior. Na Figura 5.11 é apresentada a análise estrutural, de acordo com a metodologia proposta por ERDURAN et al., (2004), dos argumentos identificados em cada uma das apresentações orais de grupos pertencentes às Turmas A e C, que solucionaram casos estruturados. Não incluímos a análise estrutural das apresentações orais sobre o caso *Adubo na Plantação*, uma vez que o mesmo, apesar de explicitar claramente o problema a ser resolvido e, portanto, ser considerado estruturado, se mostrou mais complexo que os demais pelo fato de a causa do problema ter sido motivo de questionamento pelos estudantes, dificultando a sua resolução. Desse modo, optamos por comparar a estrutura dos argumentos empregados na resolução de casos com características e complexidade semelhante.

Na Figura 5.11 o eixo x indica as diferentes combinações do TAP que foram usadas na resolução dos diferentes casos. O eixo y ilustra a número de vezes que cada combinação do TAP ocorreu no discurso dos representantes dos grupos.

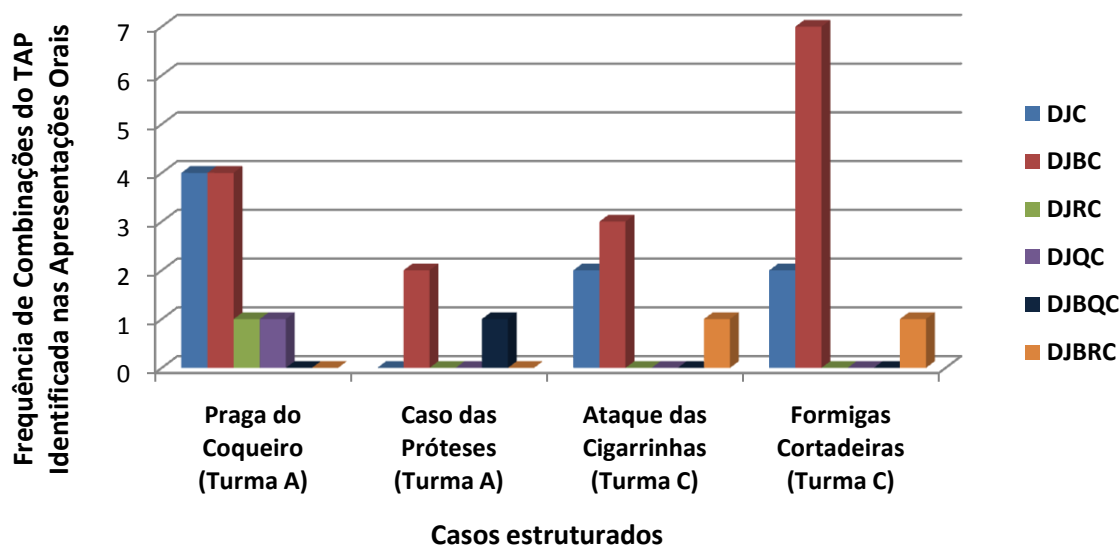


FIGURA 5.11 – Análise da frequência de combinações do TAP empregada nas apresentações orais sobre casos estruturados nas Turmas A e C.

Conforme verificamos na Figura 5.11 a combinação mais observada nas apresentações relacionadas aos casos estruturados são aquelas do tipo DJBC. A mesma foi identificada numa frequência de dezesseis vezes. Para todos os casos dessa natureza foi identificado esse tipo de combinação na apresentação de pelo menos um dos grupos. Tal combinação apresenta, além dos componentes

essenciais do argumento (DJC), o elemento adicional denominado *backing*, que serve de suporte para justificativas. De acordo com a Figura 5.11, a maior frequência desse tipo de combinação ocorreu para o caso *Formigas Cortadeiras*. Isso se deve ao fato de um dos grupos ter elaborado, predominantemente, argumentos com esse tipo de combinação para descartar cada uma das alternativas de solução considerada inviável para solucionar o caso.

A segunda combinação mais verificada foi a do tipo DJC, que apresenta os elementos essenciais do argumento, na perspectiva de TOULMIN (2001). Essa combinação foi identificada oito vezes. Apenas nas apresentações dos grupos que solucionaram o *Caso das Próteses* não foi identificada a presença de tal combinação. As combinações mais complexas identificadas, de acordo com a metodologia empregada, foram as do tipo DJBQC e DJBRC. A primeira foi identificada uma única vez na apresentação oral de um grupo responsável pelo *Caso das Próteses*, aplicado na Turma A. A do tipo DJBRC foi identificada uma vez na argumentação de um grupo responsável pelo caso *Ataque das Cigarrinhas* e uma vez na argumentação de um grupo responsável pelo caso *Formigas Cortadeiras*, ambos aplicados na Turma C. De acordo com tais resultados e considerando a metodologia de análise utilizada, não verificamos diferenças significativas nos argumentos produzidos por alunos pertencentes à Turma A, e alunos pertencentes à Turma C, orientados sobre aspectos favoráveis à argumentação, de acordo com o referencial teórico adotado.

Além disso, conforme observamos na Figura 5,11, a menor frequência de argumentos foi verificada nas apresentações orais dos grupos responsáveis pelo *Caso das Próteses*, apesar de os mesmos demonstrarem bastante envolvimento com o problema proposto, ao apresentarem informações relevantes e fundamentadas em diversas fontes de pesquisa. Tal constatação nos levou a verificar, além da quantidade e dos tipos de combinações do TAP presentes nas situações analisadas, com que frequência os diferentes componentes do argumento estavam presentes dentro de tais combinações. Desse modo, verificamos que, embora tenhamos identificado nas apresentações dos grupos que solucionaram o *Caso das Próteses* a ocorrência de poucos tipos de combinações, os mesmos eram abundantes em elementos como dados, justificativas e *backings*.

Nessa perspectiva, nos chama a atenção o fato de a metodologia proposta por ERDURAN et al., (2004) não fazer nenhuma distinção entre argumentos cujas combinações do TAP apresentem a ocorrência de elementos em frequências distintas. De acordo com a metodologia, não há diferença entre dois argumentos que apresentem uma mesma combinação de elementos, por exemplo, a do tipo CDJB, mesmo que em um argumento haja a ocorrência de três justificativas e em outro apenas uma. Fato que consideramos uma limitação da metodologia.

De acordo com JIMENEZ ALEIXANDRE e BUSTAMANTE (2003) argumentos de boa qualidade são aqueles acompanhados de justificativas. Nessa perspectiva, propusemos a classificação das combinações do TAP verificadas nas apresentações orais, considerando a frequência de vezes que elementos como justificativas e *backings* estão presentes no argumento. Considerando a abundância de dados muitas vezes presentes num argumento e o fato de elementos como refutações e qualificadores modais surgirem normalmente uma única vez dentro da combinação, a frequência dos mesmos não será considerada na análise.

Dessa maneira, na nossa análise, argumentos que apresentam uma mesma combinação, porém, maior quantidade de justificativas e *backings*, foram considerados mais complexos e, portanto, de melhor qualidade. As Figuras 5.12 e 5.13 apresentam a frequência de justificativas e de justificativas/*backings* identificadas em cada uma das combinações presentes nos argumentos dos grupos que solucionaram casos estruturados nas turmas A e C, respectivamente. Por exemplo, de acordo com a Figura 5.11, foram identificadas nos argumentos dos grupos que solucionaram o caso *Praga do Coqueiro* quatro combinações do tipo DJBC, cada uma delas representada por uma barra na Figura 5.12 (a). Conforme a Figura ilustra, na primeira delas verificamos a existência de cinco justificativas, sendo que quatro delas foram acompanhadas de *backings*, enquanto que na segunda delas verificamos duas justificativas, uma acompanhada de *backing*. O mesmo raciocínio é válido para os demais exemplos.

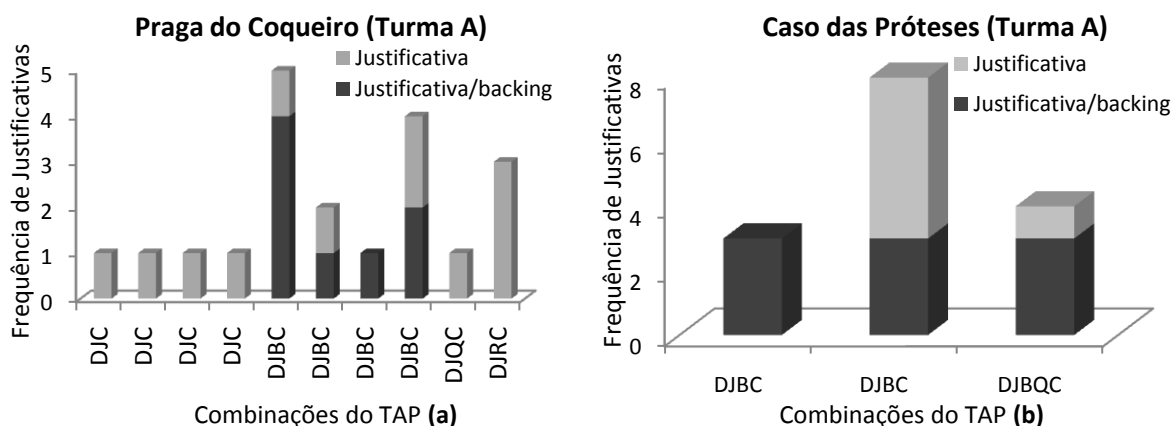


FIGURA 5.12 (a) e (b) – Análise da frequência de justificativas e *backings* empregados nas apresentações orais sobre casos estruturados na Turma A.

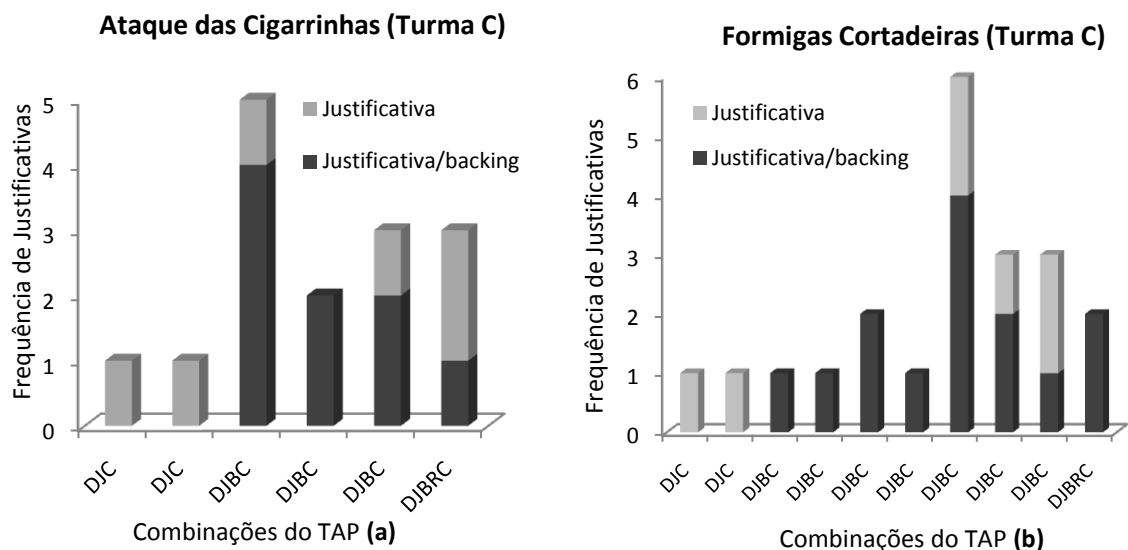


FIGURA 5.13 (a) e (b) – Análise da frequência de justificativas e *backings* empregados nas apresentações orais sobre casos estruturados na Turma C.

Conforme ilustram as Figuras 5.12 e 5.13 para todos os casos estruturados houve o uso significativo de justificativas e *backings* na elaboração dos argumentos empregados durante a apresentação das resoluções dos casos. Nenhum dos grupos que elaborou argumentos do tipo DJC, apresentou mais de uma justificativa para as suas conclusões. Como ilustrado na Figura 5.11, nas apresentações sobre o *Caso das Próteses*, aplicado na Turma A, poucos argumentos foram identificados, porém estes foram abundantes em número de justificativas. Dos casos estruturados este é o único que se diferencia dos demais por não envolver questões ambientais em seu contexto. Essa pode ser uma razão da pouca formulação de argumentos para sua resolução, se comparado aos demais

casos que tratavam de questões com forte impacto ambiental: ataque de pragas na agricultura. Segundo CAMPANER e DE LONGHI (2007), questões dessa natureza estimulam a capacidade crítica e reflexiva dos estudantes e lhes permitem analisar o mundo, avaliar as informações recebidas, ser consciente do impacto das atuações próprias e alheias, e hábeis para argumentar adequadamente diante das decisões a serem tomadas.

Dessa forma, acreditamos ser válido comparar os argumentos dos grupos que solucionaram os casos *Ataque das Cigarrinhas* e *Formigas Cortadeiras*, aplicados na Turma C, com aqueles empregados na resolução do caso *Praga do Coqueiro*, aplicado na Turma A, uma vez que todos tratam de questões ambientais. Nessa perspectiva, verificamos que em relação aos casos *Praga do Coqueiro* e *Formigas Cortadeiras*, aplicados nas Turmas A e C, respectivamente, foram identificadas dez tipos de combinações de argumentos para cada um deles. No que diz respeito à frequência de justificativas empregadas em tais argumentos não verificamos diferença significativa, entre uma turma que argumentou espontaneamente e outra que foi ensinada e estimulada a argumentar. No entanto, em relação ao número de *backings* verificamos que estes foram empregados com maior abundância no caso *Formigas Cortadeiras*. Das dez combinações identificadas, oito apresentaram justificativas acompanhadas de *backings*, em frequência significativa. No caso *Ataque das Cigarrinhas*, também aplicado na Turma C, o número de *backings* em relação ao número de justificativas empregadas, foi significativo, uma vez que das seis combinações identificadas, quatro delas foram acompanhadas de *backings* em quantidade considerável. Tais resultados sugerem que na Turma C houve maior empenho dos grupos em apresentar justificativas fundamentadas em algum tipo de conhecimento básico que lhe servia de suporte, o que nos leva a crer que as orientações oferecidas nessa turma, sobre como argumentar, surtiram efeito positivo na argumentação dos grupos. Nessa perspectiva, buscamos verificar a existência, ou não, dessa tendência, a partir de análise semelhante realizada para os casos mal-estruturados aplicados nas mesmas turmas. Os resultados dessa análise são apresentados a seguir.

5.3.4. Análise comparativa da estrutura dos argumentos identificados nas apresentações orais dos grupos que solucionarem casos mal-estruturados

A Figura 5.14 ilustra os diferentes tipos de combinações do TAP identificados nas apresentações orais dos grupos que solucionaram casos mal-estruturados nas turmas A e C. Não consideramos na análise o caso *Poluição em Rondônia* pelo fato de não ter sido possível registrar a apresentação oral de um dos grupos. Assim, optamos por incluir na análise apenas aqueles casos solucionados por igual número de grupos.

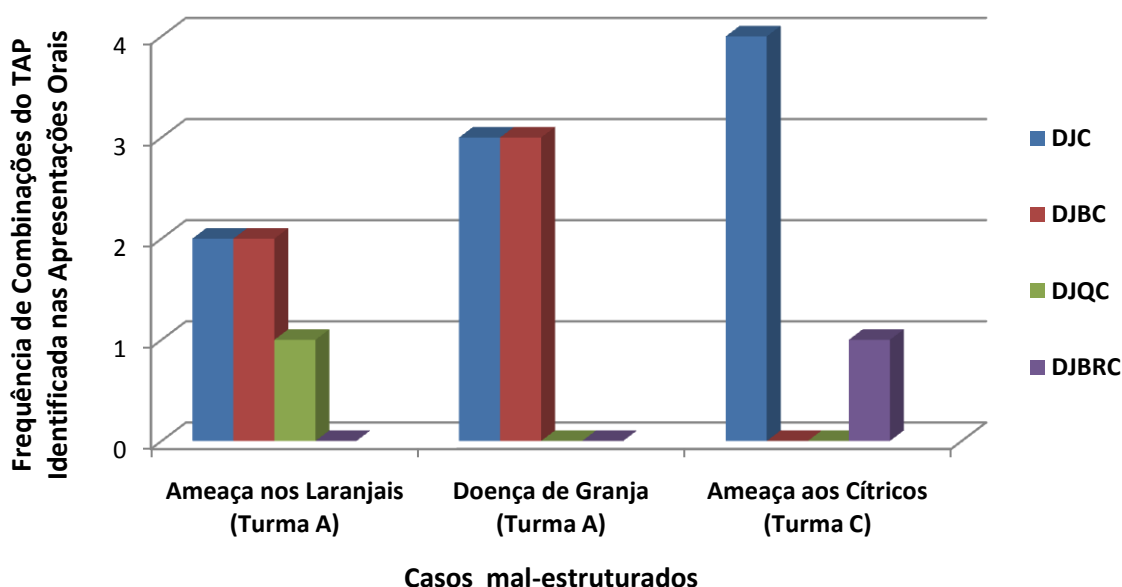


FIGURA 5.14 – Análise da frequência de combinações do TAP empregada nas apresentações orais sobre casos mal-estruturados nas Turmas A e C.

Conforme mencionamos anteriormente os casos mal-estruturados se diferenciam dos estruturados, principalmente, por não definir no contexto do caso o problema principal a ser resolvido. Partindo dessa consideração, é de se presumir que casos dessa natureza propiciem a elaboração de maior número de argumentos, uma vez que cabe aos grupos argumentar sobre a solução para o problema e também sobre a sua identificação. Em relação aos casos *Ameaça nos Laranjais* (Turma A) e *Ameaça aos Cítricos* (Turma C), identificamos nas apresentações de todos os grupos que os solucionaram pelo menos um argumento relacionado à identificação do problema. No caso *Doença de Granja* apenas um dos grupos elabora um argumento sobre a identificação do problema, os outros dois grupos que solucionaram esse caso apenas explicitam o problema, mas não justificam o porquê

de suas conclusões. Dessa forma, no que diz respeito ao número de combinações do TAP, o fato de haver a necessidade de identificação do problema pelos grupos não propiciou diferença expressiva, quando comparado com a quantidade de combinações identificadas nas apresentações sobre os casos estruturados.

Conforme verificamos na Figura 5.14, a combinação mais observada nas apresentações sobre os casos mal-estruturados são as do tipo DJC, que apresenta os elementos essenciais do argumento. A mesma foi verificada duas vezes relacionada ao caso *Ameaça nos Laranjais* (Turma A), três vezes ao caso *Doença de Granja* (Turma A) e quatro vezes ao caso *Ameaça aos Cítricos* (Turma C). A segunda combinação mais verificada foi a do tipo DJBC, que apresenta o elemento *backing* como fundamento para justificativa. Apenas nas apresentações dos grupos que solucionaram o caso *Ameaça aos Cítricos* (Turma C) não foi identificada a presença de tal combinação. A única combinação de cinco elementos (DJBRC), a mais complexa dentre as identificadas, de acordo com a metodologia empregada, somente foi identificada uma única vez, na apresentação oral de um grupo responsável pelo caso *Ameaça aos Cítricos*.

Considerando a metodologia proposta por ERDURAN et al., (2004), verificamos que, assim como para os casos estruturados, não houve diferenças significativas na estrutura dos argumentos produzidos por alunos pertencentes à Turma A, e aqueles produzidos por alunos pertencentes à Turma C. No entanto, algumas considerações podem ser feitas a partir da análise do número de justificativas e justificativas/*backings* identificadas nas combinações de argumentos.

Considerando que o caso *Doença de Granja* se diferencia dos outros dois por envolver basicamente conhecimentos científicos relacionados à área de Bioquímica, o excluímos dessa análise comparativa. A análise dos dados nos leva a acreditar que o tipo de conhecimento exigido na análise do problema é um aspecto crucial que pode favorecer ou dificultar a qualidade da argumentação. As Figuras 5.15 (a) e (b) apresentam, respectivamente, a frequência de justificativas e de justificativas/*backings* identificadas em cada uma das combinações presentes nos argumentos dos grupos que solucionaram casos mal-estruturados nas turmas A e C.

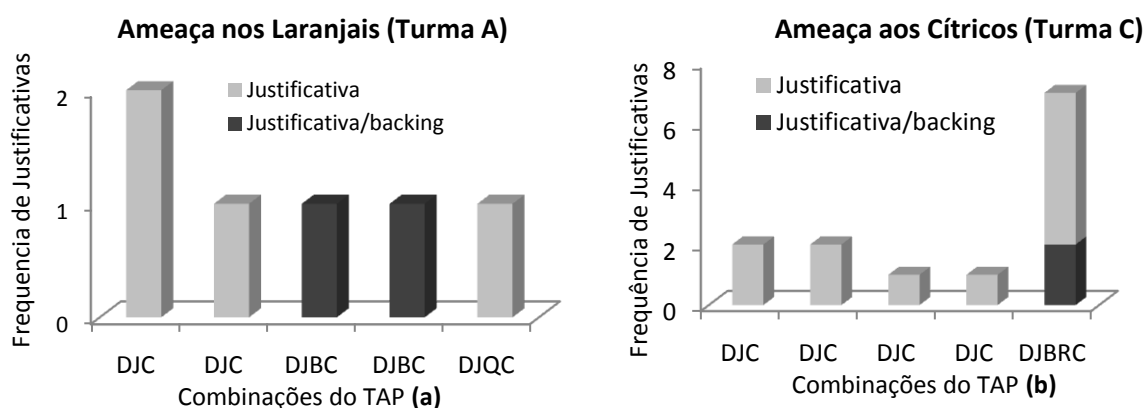


FIGURA 5.15 (a) e (b) – Análise da frequência de justificativas e *backings* empregados nas apresentações orais sobre casos mal-estruturados nas Turmas A e C.

Como verificamos nas Figuras 5.15 (a) e (b), foi igual o número de combinações de argumentos identificado nas duas situações analisadas. No entanto, no que diz respeito ao número de justificativas empregadas, verificamos que o caso aplicado na Turma C, foi consideravelmente superior. Por exemplo, somente na combinação do tipo DJBRC, sete justificativas foram identificadas, duas delas acompanhadas de *backings*. No que diz respeito ao emprego de *backings* não houve diferença significativa nos argumentos empregados na resolução dos dois casos. Desse modo, de acordo com a perspectiva de análise proposta, novamente a argumentação empregada na Turma C, se mostrou mais complexa, se comparada a Turma A.

Com base nos resultados discutidos anteriormente e levando em conta que as orientações fornecidas à Turma C sobre aspectos favoráveis à argumentação somente enfocaram a parte estrutural, podemos tecer algumas considerações relacionadas à nossa questão de pesquisa: *a argumentação é algo espontâneo ou ensinar os alunos a argumentar pode promover suas habilidades argumentativas?*

Pesquisadores têm procurado estabelecer relações entre a habilidade argumentativa dos indivíduos e os seguintes aspectos: idade, gênero, inteligência e conhecimento prévio. No que diz respeito à idade, a sua influência na argumentação foi verificada de diferentes maneiras em faixas etárias específicas: observou-se melhor desenvolvimento da argumentação de crianças entre oito anos e o início da adolescência (KUHN, 1991); por outro lado, isso não foi verificado entre a

adolescência e a idade adulta. (KUHN, 1991; PERKINS, 1985; MEANS e VOSS, 1996). FELTON e KUHN (2001) desenvolveram e aplicaram um sistema de categorização para as estratégias empregadas no discurso argumentativo de adolescentes e adultos e verificaram que adultos empregam estratégias argumentativas de forma mais consistente e efetiva que adolescentes. Observaram que os adultos são mais hábeis em ajustar as estratégias para atender as demandas do seu contexto. Por outro lado, os adolescentes mostram pouca ou nenhuma capacidade de adaptação no emprego de estratégias em diferentes contextos. No presente trabalho, aspectos relacionados à idade dos participantes não foram considerados, uma vez que a faixa etária dos estudantes envolvidos era semelhante, aproximadamente, dezessete a dezenove anos.

Em relação ao gênero, KUHN (1991) não aponta nenhuma distinção no desempenho da argumentação de alunos de diferentes gêneros. Sobre a inteligência, MEANS e VOSS (1996) verificaram que estudantes superdotados apresentam melhor desempenho em relação aos medianos, ou àqueles que estão abaixo da média, em quase todas as habilidades argumentativas testadas. Na presente pesquisa, nenhuma análise relacionada ao gênero ou a níveis intelectuais foi realizada. Nesses dois aspectos consideramos semelhante o perfil dos alunos avaliados nas três turmas.

Em relação ao conhecimento prévio, KUHN (1991) constatou que especialistas em determinado domínio não argumentam melhor no domínio de sua experiência do que argumentariam a respeito de outros temas. Fato que sugere que um elevado conhecimento sobre determinado assunto não determina a qualidade do pensamento argumentativo. MEANS e VOSS (1996) verificaram que o conhecimento está relacionado a alguns aspectos do pensamento argumentativo, tais como a geração de razões ou afirmações mais qualificadas, mas não a outros aspectos. PERKINS et al., (1991) não verificaram correlação significativa entre o conhecimento prévio a respeito de determinado assunto e a qualidade de argumentos a ele relacionados. Com base nessas colocações, acreditamos que o fato de os casos propostos na presente pesquisa tratarem de temas abrangentes, não familiares para os estudantes, não tenha comprometido a qualidade dos argumentos produzidos pelos estudantes nesse contexto.

No que diz respeito à forma de comparação da qualidade dos argumentos, esta tem se dado de diferentes maneiras. Há estudos que apresentam considerações em relação ao desenvolvimento da argumentação baseadas na utilização de pré-testes e pós-testes idênticos (FELTON, 2004). Outros, como o de ZOHAR e NEMET (2002), apresentam considerações baseadas na utilização de pré-testes e pós-testes; na divisão dos participantes em dois grupos: experimental e de comparação; e na realização de tarefas que visam especular sobre a capacidade dos estudantes de transferir as habilidades desenvolvidas no contexto de Genética para o contexto de dilemas da vida diária. Outros ainda, não fazem menção a tais testes e avaliam a qualidade da argumentação empregada a partir da análise dos dados obtidos com a realização das atividades propostas utilizando metodologias de análise específicas (MALONEY e SIMON, 2006). Dessa maneira, o presente trabalho também foi desenvolvido. Uma vez que nosso objetivo consistiu em verificar tendências na argumentação dos estudantes quando submetidos a diferentes situações de ensino, aplicamos as atividades em turmas que acreditamos possuir perfis semelhantes e buscamos observar diferenças na qualidade da argumentação em distintos contextos, a partir da análise de argumentos empregados em apresentações e debates sobre a resolução de casos.

A análise baseada no Modelo de TOULMIN (2001) e na metodologia proposta por ERDURAN et al. (2004) para os casos estruturados e mal-estruturados não apontou melhora significativa na argumentação, do ponto de vista estrutural, dos alunos pertencentes à Turma C, orientada a argumentar de acordo com o referencial teórico adotado (TOULMIN, 2001). Por outro lado, a análise realizada sob o ponto de vista das adaptações feitas à metodologia de ERDURAN et al. (2004), que permitem a análise mais aprofundada dos elementos presentes nas diferentes combinações de um argumento (justificativas e *backings*), levam a crer que a argumentação orientada, situação proposta na Turma C, favoreceu a elaboração de argumentos com maior fundamentação pelos alunos.

A constatação supracitada vai ao encontro da colocação de McNEILL et al., (2006), quando afirmam que os estudantes argumentam melhor quando recebem instrução explícita para isso. No estudo, os autores investigaram se fornecer aos estudantes um contínuo apoio instrucional (uso de *scaffolds*) os preparavam mais adequadamente para a construção de argumentos científicos relacionados a uma unidade de Química. A eficiência dos *scaffolds* foi verificada a

partir da análise de atividades escritas realizadas por 331 estudantes do Ensino Básico, em Midwest, nos Estados Unidos, durante um período de oito semanas. Os resultados apontaram significativa aprendizagem em relação aos componentes de uma explicação científica. Entretanto, os autores sinalizam principalmente para o fato de que os estudantes apresentam melhores explicações quando já não são subsidiados pelo recurso. Alertam ainda que o objetivo do Ensino de Ciências consiste em melhor preparar os estudantes para participar de discussões científicas fora da sala de aula, uma vez que, quando confrontados com a Ciência em situações da vida real, não haverá suporte instrucional para reduzir a complexidade das tarefas. Desse modo, recomenda que paulatinamente os procedimentos de apoio sejam retirados, de modo a melhor preparar os estudantes para participação efetiva nas discussões científicas.

ZOHAR e NEMET (2002) investigaram sobre os efeitos da instrução explícita da estrutura formal do argumento e da realização de atividades didáticas favoráveis a essa prática, em um contexto cuja abordagem tratava de dilemas relacionados à Genética. Os autores especularam sobre o desenvolvimento das habilidades argumentativas de estudantes do Ensino Básico, em Israel, antes e após a instrução explícita da estrutura do argumento; e sobre a possibilidade de estas serem transferidas para contextos da vida cotidiana. Os participantes foram divididos em dois grupos: experimental e de comparação. As habilidades argumentativas foram avaliadas no grupo experimental por meio de tarefas escritas e discussões sobre dilemas bioéticos. Os resultados oriundos da realização das duas estratégias fundamentaram a conclusão dos autores de que integrar o ensino explícito da estrutura formal do argumento ao ensino do conteúdo promove melhorias no desempenho dos estudantes, do ponto de vista do conhecimento relacionado à temática e à argumentação.

KUHN (1991) ao investigar as respostas de crianças e adultos sobre questões concernentes a problemas sociais complexos concluiu que muitos desses indivíduos apresentaram grandes dificuldades em construir relações entre dados e conclusões, elementos essenciais para que um argumento seja válido. Essa constatação fundamentou a ideia defendida pela autora, que acredita que para a grande maioria dos indivíduos o emprego de argumentos válidos não ocorre naturalmente, mas somente por meio da prática. Afirma ainda que a argumentação necessita ser apropriada pelas crianças e explicitamente ensinada por meio de

instruções adequadas, tarefas estruturadas e modelos, e que simplesmente promover discussões sobre questões científicas ou sócio-científicas não é suficiente para assegurar a prática da formulação de argumentos válidos.

Um dos principais aspectos a destacar na análise dos resultados diz respeito ao quanto a natureza do caso e o tipo de conhecimento nele envolvido é determinante na qualidade da argumentação. Pois, conforme mencionamos anteriormente, acreditamos que o tipo de conhecimento exigido na análise dos casos pode ter favorecido ou dificultado a qualidade da argumentação. Nesse sentido, CHO e JONASSEN (2002), ao especularem sobre a eficiência do uso de *scaffolds online* como suporte para a argumentação de estudantes de graduação diante da resolução de problemas, sugerem que os efeitos observados durante uma atividade variam de acordo com o tipo de problema apresentado ao aluno. Além disso, a complexidade envolvida em determinados assuntos também parece exercer influência sobre a qualidade da argumentação.

De maneira mais específica esse aspecto é também apontado por ZOHAR e NEMET (2002) quando afirmam que a natureza dos dilemas de Genética Humana também influencia a qualidade da argumentação. No estudo desenvolvido pelos autores, os estudantes não foram solicitados a discutir dilemas autênticos integrantes do seu cotidiano, em que eles pudessem ter acesso ao histórico do caso ou aos pensamentos dos envolvidos. Em vez disso, eles foram apresentados a situações arbitrárias direcionadas ao objetivo do ensino que era abordar questões relacionadas à Genética. Segundo os autores, estas características específicas do contexto da pesquisa devem servir de alerta para possíveis generalizações nas conclusões feitas a partir dos resultados, considerando que em outro contexto estes poderiam se apresentar de maneira distinta. Desse modo, os autores sugerem que estudos adicionais que avaliem a argumentação dos estudantes em diferentes contextos sejam realizados.

Vale ressaltar que o contexto apresentado no presente trabalho se assemelha ao anteriormente mencionado, por envolver dilemas com abordagem em questões sócio-científicas. Nesse sentido, OSBORNE et al., (2004) mencionam que os resultados por eles obtidos forneceram a clara indicação de que apoiar e desenvolver a argumentação em contextos científicos é significativamente mais difícil que em contextos sócio-científicos. Essa afirmação parte da crença de que a

qualidade da argumentação depende do corpo de conhecimentos do indivíduo, que será utilizado na elaboração de dados e justificativas. Além disso, no contexto de questões sócio-científicas, os estudantes podem recorrer a ideias e conhecimentos desenvolvidos informalmente por meio de experiências do cotidiano e de seus próprios valores. Em contraponto, argumentos em contextos científicos requerem conhecimento específico do fenômeno estudado. Assim, promover a argumentação científica na sala de aula exige que evidências relevantes sejam fornecidas pelos estudantes para que argumentos de melhor qualidade sejam construídos e avaliados.

Nesse sentido, BRAUND et al. (2007) apresentam uma comparação a respeito de duas situações de ensino, uma em contextos científicos, e a outra, sócio-científicos. A primeira atividade (aspectos científicos) estimulava os alunos, divididos em pequenos grupos, a argumentar a respeito da classificação de um organismo unicelular. Na segunda atividade (aspectos sócio-científicos), os alunos, também em pequenos grupos, foram incentivados a argumentar a respeito do tema Tráfico de Órgãos. Segundo os autores a argumentação em contextos de ciência pura parece ser vista pelos professores como mais fáceis e melhor sucedidas do que em contextos que apresentam questões mais flexíveis e menos controláveis, como ética ou moralidade. Para o professor, argumentos sobre questões controversas requerem consciência da ciência básica e das diferentes posições éticas e morais de alunos de origens culturais, muitas vezes distintas. Os autores sugerem que, para que discussões sobre a ciência (evidências científicas) e questões vistas da perspectiva moral, ética ou religiosa possam encontrar espaço e co-existir, deve ser promovido um debate dividido em duas partes: primeiro a ciência e, então, as questões éticas envolvidas, como no estudo de SIMON et al. (2006). Na pesquisa, voltada para a formação de professores, materiais e estratégias foram desenvolvidos visando promover a argumentação em contextos científicos e sócio-científicos. Nessa perspectiva, BRAUND et al. (2007) apontam que cursos como o apresentado por SIMON et al. (2006) tendem a promover uma visão de ciência desvincilhada de suas raízes culturais e sociais. Segundo eles, isso tem acontecido no Ensino de Ciências de alguns países desenvolvidos, e que evidências mostram que muitos estudantes percebem a ciência como anti-social e desvinculada da humanidade. Por outro lado, estudantes de muitos países em desenvolvimento (incluindo a África do

Sul) são mais favoráveis no sentido de apresentar a ciência como um objeto de estudo.

Outro aspecto digno de nota é o tempo relativamente curto da aplicação da nossa proposta (sete semanas em cada turma), que pode ter influenciado na obtenção dos resultados no que diz respeito à qualidade dos argumentos. Nesse sentido, o trabalho de OSBORNE et al. (2004), que teve como foco principal desenvolver materiais e estratégias que fomentassem a argumentação dos estudantes e auxiliassem o trabalho dos professores no ensino da argumentação, aponta que apesar de os resultados indicarem melhora da qualidade da argumentação dos estudantes quando devidamente instruídos, a mudança não foi significativa. Segundo eles, o desenvolvimento efetivo da habilidade de argumentação é um processo que ocorre em longo prazo. Ressaltam ainda que seus resultados são contrários aos obtidos por ZOHAR e NEMET (2002), que verificaram melhora significativa da argumentação dos estudantes após uma intervenção relativamente curta, por razões que eles não conseguem explicar.

Por fim, acreditamos ainda que o fato de as atividades por nós propostas com o intuito de favorecer a argumentação terem se dado por meio de tarefas escritas e os argumentos avaliados foram aqueles apresentados na forma oral, pode ter influenciado na avaliação da argumentação dos estudantes, na Turma C. Nesse sentido, SIMONNEAUX (2008) discute sobre os efeitos de uma atividade que visou preparar os estudantes para a prática da argumentação. Foram fornecidos aos estudantes textos que expressavam opiniões divergentes a respeito de temas controversos, com abordagem SSI, e posteriormente foi solicitada aos estudantes a redação de um texto, em que eles expressassem as suas próprias opiniões a respeito da questão. A análise se deu por meio de pré-testes e pós-testes aplicados a alunos de um grupo experimental e de um grupo de controle. Os resultados obtidos indicaram que a atividade foi efetiva em favorecer a qualidade da argumentação escrita, mas, por outro lado, esse favorecimento não foi verificado na qualidade da argumentação oral.

Em contraponto às colocações supracitadas que fazem apologia ao ensino da estrutura formal do argumento como forma de favorecer o desenvolvimento de tal prática, KNUDSON (1991), defende a ideia de que instruir os estudantes sobre como argumentar não surte nenhum efeito positivo em relação ao

desenvolvimento de tal habilidade. Esse conflito de opiniões aponta para a necessidade do desenvolvimento de pesquisas futuras que forneçam subsídios que melhor favoreçam a compreensão sobre o quanto é válido, ou não, “ensinar a argumentar”. Ou ainda, em que situações estratégias dessa natureza podem ser adequadas ou inadequadas.

A análise dos dados obtidos nessa etapa nos levam a concordar com CAPECCHI e CARVALHO (2000), quando afirmam que o Modelo de TOULMIN é uma ferramenta poderosa para a compreensão da argumentação no pensamento científico, porque: relaciona dados e conclusões mediante leis de caráter hipotético; mostra o papel das evidências na elaboração de afirmações; realça as limitações de dada teoria; realça a sustentação de dada teoria em outras teorias; os qualificadores e as refutações indicam a capacidade de ponderar diante de diferentes teorias com base nas evidências apresentadas; e ajuda a relacionar as características do discurso com aspectos da argumentação científica. Desse modo, concluímos que a análise estrutural do argumento com base no Modelo de TOULMIN fornece os indícios necessários para se avaliar a qualidade da argumentação nas perspectivas supracitadas.

No entanto, para a avaliação da qualidade dos argumentos acreditamos ser necessária a consideração de outros aspectos que julgamos relevantes e que dizem respeito aos tipos de estratégias empregadas na resolução dos diferentes casos. Nessa perspectiva, o Modelo de Análise de Argumentação Aplicável a Processos de Resolução de Questões Sócio-científicas, descrito no capítulo *Referenciais Teóricos*, foi desenvolvido. De acordo com o Modelo a qualidade da argumentação é realizada do ponto de vista dos critérios considerados na análise do caso, das fontes de evidências utilizadas e das estratégias de aprendizagem empregadas. Vale ressaltar que nessa análise não temos a intenção de fazer comparações entre a argumentação de grupos pertencentes às diferentes turmas. Nosso objetivo consiste em verificar possíveis tendências na argumentação dos estudantes quando submetidos ao Estudo de Casos que apresentam distintas características. Resultados da análise a partir do referido Modelo são apresentados a seguir.

5.4. Análise das apresentações orais utilizando o Modelo de Análise de Argumentação Aplicável a Processos de Resolução de Questões Sócio-científicas

Visando responder com maior propriedade a nossa questão de pesquisa, relacionada à qualidade da argumentação empregada pelos alunos durante a aplicação das propostas, buscamos construir um Modelo de análise que abarcasse aspectos relevantes do ponto de vista do desenvolvimento de uma boa argumentação. Tais aspectos foram frequentemente observados no processo de resolução de casos. Além disso, a construção do modelo foi planejada de modo a ultrapassar a esfera da resolução de casos e auxiliar na análise de argumentos produzidos em situações que promovam atividades que exijam a resolução de problemas, especialmente com abordagem em questões sócio-científicas.

Nossa proposta de análise das apresentações orais sobre a resolução dos casos, utilizando o Modelo de Análise de Argumentação Aplicável a Processos de Resolução de Questões Sócio-científicas, teve como objetivo avaliar a argumentação dos estudantes durante a referida atividade, quando os mesmos expunham as etapas percorridas no processo de resolução dos casos e defendiam a decisão tomada pelo grupo para solucionar o problema, visando com isso convencer os demais grupos sobre suas opiniões, situação que caracteriza um processo argumentativo.

Com exceção da perspectiva de análise que trata das estratégias sociais e que, de acordo com PAIVA (1998), são aquelas que promovem a interação e a cooperação de uns com os outros, todas as outras perspectivas que constituem o Modelo foram consideradas na análise das apresentações orais. Para a análise selecionamos as apresentações orais de três grupos que solucionaram, cada um deles, um caso estruturado, um caso mal-estruturado e um caso com múltiplos problemas. Respectivamente, os casos selecionados foram: *Caso das Próteses*, *Ameaça aos Cítricos* e *Reciclagem de Materiais*. A seguir é apresentada uma breve descrição dos casos selecionados para análise, com destaque nas características que os diferenciam.

- **Caso estruturado:** o *Caso das Próteses* trata da situação de um jovem, vítima de um grave acidente de moto, que provocou uma grande fratura no seu maxilar. As seqüelas causadas pelo acidente o tornaram uma pessoa

desmotivada e com dificuldades de se relacionar com outras pessoas. Além disso, o jovem ficou com dificuldades para falar e mastigar comidas sólidas. A situação tornou-se mais complicada devido aos poucos recursos financeiros da família. Como futuros químicos, cabia aos grupos responsáveis pela resolução do caso, ajudar a equipe de médicos a escolher o tipo de prótese mais adequado para o jovem. Conforme a descrição acima, trata-se de um caso estruturado, em que o problema é bem definido no contexto do caso. Além disso, diferente da maioria dos casos, esse não trata de aspectos ambientais. O caso apresenta distintas possibilidades de solução e são abundantes as fontes de pesquisa sobre o assunto.

- **Caso mal-estruturado:** o caso *Ameaça aos Cítricos* trata de uma doença de origem desconhecida que estava comprometendo limoeiros de uma determinada região paulista. Cabia aos grupos ajudar o produtor de cítricos a descobrir o que estava ocorrendo em seus pomares e ajudá-lo a encontrar a melhor solução para resolver o caso. Trata-se de um caso mal-estruturado, ou seja, cabia aos grupos identificar qual o problema a ser solucionado. Diferente do *Caso das Próteses*, o caso envolve fortemente questões ambientais, é de difícil resolução, as alternativas são escassas e insuficientes para promover a solução definitiva para o problema.

- **Caso com múltiplos problemas:** o caso *Reciclagem de Materiais* trata de um problema vivenciado por recicladores de embalagens plásticas de óleo lubrificante usadas em motores automotivos. O problema se deve ao descarte diário nos locais de troca de óleo (postos de gasolina, centros de troca, concessionárias etc.) de frascos plásticos contaminados com óleo lubrificante e aditivos. O óleo residual, contido nestes frascos, dificulta o processo de reciclagem e prejudica a qualidade dos artefatos reciclados produzidos. Cabia aos grupos encontrar alternativas viáveis para o problema, levando em consideração o impacto gerado ao meio ambiente. Esse caso se diferencia dos demais, principalmente, pelo fato de não apresentar um único problema a ser solucionado, ou seja, ao analisar o caso os grupos perceberam que três questões deveriam ser resolvidas: o que fazer com o óleo das embalagens? O que fazer com as embalagens depois de retirado o óleo? Como tratar os efluentes gerados no processo de reciclagem? Esse caso, em relação aos demais, apresentou maior complexidade, no que diz respeito à quantidade de problemas a serem solucionados.

Natureza dos critérios considerados na resolução dos casos

A primeira perspectiva de análise do Modelo consiste em especular sobre a natureza dos critérios considerados pelos grupos no estudo dos problemas e nas soluções apontadas para os mesmos. Assim, classificamos os argumentos empregados nas apresentações orais de acordo com a sua natureza **ambiental** (aqueles relacionados ao impacto ambiental provocado pelo problema ou como consequência das diferentes alternativas de solução); **científica** (aqueles argumentos que fizeram referência a assuntos concernentes às distintas áreas da Ciência como Química, Física, Biologia, Bioquímica, Genética etc.); **econômica** (apresentação de dados relacionados ao impacto econômico decorrente do problema ou comparações sobre a viabilidade econômica das diferentes alternativas de solução para o caso); **ética** (enunciados que abordaram questões éticas envolvidas no problema ou na sua resolução); **social** (enunciados que fizeram menção a termos como geração de empregos ou qualidade de vida do indivíduo ou sociedade). Fez-se ainda necessária a criação da categoria “**outra**”, que é peculiar para cada um dos casos. Nessa categoria foram classificados aqueles argumentos de natureza distinta às anteriormente citadas e que foram usados para justificar ou descartar a escolha por determinada alternativa de solução para os casos.

A Figura 5.16 apresenta fragmentos de fala que exemplificam a análise realizada das apresentações orais dos Grupos G1, G2 e G3, que solucionaram o caso estruturado *Caso das Próteses*. O Quadro não ilustra a análise na íntegra. Na Figura 5.19, apresentada posteriormente, são ilustrados os resultados da análise completa das apresentações orais dos grupos responsáveis pelos três tipos de casos.

CASO ESTRUTURADO Caso das Próteses (Grupos G1, G2, G3)	
Natureza	Linha (grupo): Fragmentos das apresentações orais
Ambiental	Nenhum
Científica	24 (G1): (...) a prótese apresenta uma baixa rejeição pelo organismo, ou seja, o polímero é composto por ácidos graxos e estes estão presentes em grandes quantidades em nosso organismo dentro do grupo dos lipídios, então as moléculas do corpo humano não enxergam esta prótese como um organismo estranho. 30 (G2): As próteses metálicas sofrem oxidação-redução. 31 (G2): As próteses vegetais incentivam a produção de células ósseas naturais (...).
Econômica	11 (G1): (...) a escolha do material deveria ter algumas prioridades (...) a relação custo-benefício, uma vez que a cirurgia seria feita pelo SUS, então este custo-

	<p><i>benefício seria muito importante, porque o menor custo é o mais viável.</i></p> <p>27 (G1): <i>Apresenta baixo custo (prótese de mamona), pois é encontrada em grande escala no Brasil, devido ao clima e adaptação.</i></p> <p>40 (G2): <i>As próteses vegetais são aproximadamente 40% mais baratas que as metálicas (...).</i></p>
Ética	<p>56 (G2): <i>As desvantagens são os problemas burocráticos, por exemplo, a existência de cartel, ou seja, as indústrias que estão há muito tempo no mercado não acham viável que um produto tão barato seja divulgado, ou seja, várias empresas de ligas metálicas combinam entre elas preços e é uma forma de boicotar a população da prótese de mamona.</i></p> <p>11 (G3): <i>O problema ético seria, por exemplo, um médico que se recusa a resolver o caso dele quando vê que ele não tem condições financeiras para pagar, ou até mesmo um plano de saúde que não cobre quando vê o alto custo da cirurgia, ou até mesmo o governo, que de certa forma se abdica desses casos, mesmo que tenha na lei que todo cidadão tenha direito à saúde pelo estado.</i></p> <p>61 (G3): <i>(...) porque existe um problema, quando um médico escolhe uma prótese para colocar no paciente, ele ganha uma porcentagem. Então como a prótese de mamona ainda não está no mercado, muitos médicos não escolhem por ela, porque não tem lucro. Então isso também se enquadra em um problema ético, porque não está visando a melhoria do paciente.</i></p>
Social	<p>4 (G1): <i>A sociedade apresenta um relativo preconceito em relação aos deficientes físicos (...).</i></p> <p>17 (G1): <i>(...) tem que ter reflexos na melhoria das condições de vida do paciente.</i></p> <p>16 (G3): <i>Os problemas sociais seriam o quê? A baixa auto-estima. É óbvio que um cara que está com a cara desfigurada não consegue se envolver com ninguém, que não seja a família dele. Ele não vai ao shopping, não sai, não vai a uma festa, não namora. Isso porque ele sofre preconceito de todo mundo, ninguém quer se relacionar com ele e tem preconceitos. Ele sofre a exclusão social.</i></p>
Outra	<p>31 (G1): <i>(...) apresenta uma rápida recuperação pós-operatória e evita a manipulação da falha óssea através de radiografia computadorizada.</i></p> <p>42 (G2): <i>No pós-operatório não há necessidade de fisioterapia quando se utiliza essa prótese vegetal, porque ela se adapta muito bem ao corpo.</i></p>

FIGURA 5.16 – Análise dos argumentos de acordo com a natureza dos critérios considerados por G1, G2 e G3 ao solucionarem o caso estruturado *Caso das Próteses*.

Como verificamos na Figura 5.16, com exceção do aspecto ambiental, todos os outros aspectos foram critérios considerados pelos alunos no processo de resolução do *Caso das Próteses*. A produção de argumentos de natureza ética, como os problemas burocráticos mencionados pelo G2, na linha 56, ou a negligência médica, ressaltada pelo G3, nas linhas 11 e 61, foi bastante estimulada no processo de resolução desse caso, se comparado aos demais, cujos problemas enfatizavam mais fortemente aspectos de outra natureza. A análise também sugere que o caso estimulou a elaboração de argumentos de natureza científica, fundamentados em conhecimentos da área de Bioquímica ou Físico-Química, por exemplo, conforme as

colocações do G1 (linha 21) e G2 (linhas 30 e 31), respectivamente. Argumentos de natureza econômica foram frequentemente ressaltados pelos alunos, conforme verificamos nas colocações de G1 (linhas 11 e 27) e G2 (linha 40), uma vez que a avaliação da relação custo-benefício foi fundamental na resolução do caso, considerando as condições financeiras do personagem. Argumentos de natureza social como a necessidade de melhorias na qualidade de vida do personagem ou a exclusão social vivenciada por deficientes físicos foram aspectos também evidenciados nas colocações de G1 (linha 17) e G3 (linha 16), respectivamente. Classificamos na categoria “outra” aqueles argumentos que não se adequaram a nenhuma das categorias do modelo, como por exemplo, aspectos práticos relacionados ao maior conforto do paciente no período pós-operatório, proporcionado pelo procedimento empregado no implante da prótese escolhida, como ressaltado pelo G1 (linha 31) e G2 (linha 42).

Na Figura 5.17 é apresentada a análise da natureza dos critérios considerados por G1, G2 e G3 ao solucionarem o caso mal-estruturado *Ameaça aos Cítricos*.

CASO MAL-ESTRUTURADO <i>Ameaça aos Cítricos (Grupos G1, G2, G3)</i>	
Natureza	<i>Linha (grupo): Fragmentos das apresentações orais</i>
Ambiental	<p>94 (G1): <i>Ajuda a fortalecer as plantas para que estas fiquem mais resistentes à doença, sem impedir o seu crescimento.</i></p> <p>78 (G2): <i>Os biofertilizantes são interessantes porque eles não ficam no solo, eles vão embora.</i></p> <p>96 (G2): <i>Não agride o meio ambiente, porque se usa esterco orgânicos, compostados (...).</i></p>
Científica	<p>46 (G1): <i>Essa pesquisa é da UNICAMP em parceria com a USP e com a UNESP. Ela vai pegar duas bactérias, uma menos nociva e outra mais nociva, que causam o cancro e ela vai fazer o sequenciamento genético. Eles descobriram o gene causador (...).</i></p> <p>66 (G2): <i>(...) o que seria enxerto? Eu pego uma planta, no caso um citro, e pego outra planta da mesma espécie que tenha mais vitaminas que ela. Então eu vou fazer tipo uma simbiose das duas, pra que a planta que eu tenho, ela fique mais resistente.</i></p> <p>18 (G3): <i>A morte súbita, ela mexe mais com a planta em si de cítricos, ela atinge o xilema da planta, aonde vai o produto bruto da “coisa”. Todo mundo sabe, sem o produto bruto morre toda a planta.</i></p>
Econômica	<p>35 (G2): <i>Então para a citricultura isso aqui acaba com tudo. Acaba com a renda do proprietário.</i></p> <p>95 (G2): <i>Se você dá mais vitamina para as plantas, você aumenta até a produtividade, então você acaba lucrando mais.</i></p> <p>106 (G2): <i>(...) tem um forte impacto na economia nacional se não forem feitas essas medidas.</i></p>

	83 (G3): (...) ele está sujeito a multas, multas que deixarão ele num prejuízo grande, pior do que ele já está. Essas multas acontecem pelo fato de ele não avisar que ele está com a doença, pelo fato dele tentar esconder a doença e pelo fato dele não fazer nada pela doença. E é a mais cara, acho que é 35 mil se ele deixar isso acontecer. Os prejuízos são minimizados quanto mais cedo a doença for combatida.
Ética	28 (G1): Ou você previne ou você destrói, porque não existem ainda métodos curativos. A destruição ela é obrigada pela legislação, de acordo com o decreto federal 444 de 1974, fala sobre isso, sobre a eliminação de doenças provocadas por bactérias. Mas aí tem a Lei Estadual nº 10478, que através da Lei Federal, ela pega uma brecha. Ela trata especificadamente sobre agricultura, cítricos e outras coisas. Essa lei é do Mário Covas, a primeira é do Getúlio Vargas.
Social	Nenhum

FIGURA 5.17 – Análise dos argumentos de acordo com a natureza dos critérios considerados por G1, G2 e G3 ao solucionarem o caso mal-estruturado *Ameaça aos Cítricos*.

De acordo com a Figura 5.17, verificamos que os aspectos considerados na resolução desse caso se limitaram àqueles de natureza ambiental, científica e econômica. Argumentos com enfoque em questões ambientais foram identificados nos enunciados de G1 (linha 94) e G2 (linhas 78 e 96), quando são apresentadas vantagens ambientais relacionadas à utilização de diferentes medidas profiláticas para o problema. Argumentos de natureza científica também foram identificados, como verificamos na colocação de G1, linha 46, quando são apresentados, em linhas gerais, os princípios de uma pesquisa sobre sequenciamento genético para o combate do cancro cítrico (doença que ataca todas as espécies de citros e é considerada uma das mais graves doenças da citricultura brasileira), desenvolvida por meio da parceria entre universidades paulistas; e na colocação de G2, linha 66, quando o grupo apresenta princípios da técnica de subenxertia, também empregada no combate do cancro cítrico. A produção de argumentos de natureza econômica também foi verificada, conforme observamos na linha 35, quando G2 apresenta considerações a respeito do impacto do problema, do ponto de vista financeiro, para o proprietário da plantação de cítricos. O grupo apresenta ainda, nas linhas 95 e 106, respectivamente, considerações de natureza econômica relacionadas ao aumento de lucro proporcionado pelo aumento da produtividade decorrente da aplicação de medidas preventivas; e do impacto na economia nacional proporcionado pela sua ausência. Apenas nos argumentos de G1, linha 28, identificamos menção a aspectos éticos como a obrigatoriedade imposta pela legislação em relação à destruição de plantações comprometidas por

doenças provocadas por bactérias. Argumentos de natureza social não foram considerados pelos estudantes na resolução desse caso.

Na Figura 5.18, é apresentada a análise da natureza dos critérios considerados por G1, G2 e G3 ao solucionaram o caso com múltiplos problemas *Reciclagem de Materiais*.

CASO COM MÚLTIPLOS PROBLEMAS Reciclagem de Materiais (Grupos G1, G2, G3)	
Natureza	Linha (grupo): Fragmentos das apresentações orais
Ambiental	<p>32 (G1): <i>E qual o grande problema dele? Ele tipo demora muito para a degradação dele, é em torno de 100 anos, então você não pode simplesmente jogar no lixão, porque vai demorar, vai surgir muita sujeira no mundo e tem que dá um jeito de tratar isso ou reutilizar as embalagens que estão sujas de óleo (...).</i></p> <p>15 (G2): <i>a amenização do impacto ambiental, pois o PEAD demora 100 anos para a biodegradação deles e sem esses PEADs no lixão, aumentaria a vida útil do lixão. A melhoria da qualidade de vida da população, obviamente.</i></p> <p>29 (G3): <i>(...) um problema ecológico, 1 litro de óleo é capaz de esgotar o oxigênio em 1 milhão de litros de água. Quer dizer, é muito pouco para acabar com a vida de muita água. Assim, ele acaba formando uma película de óleo na superfície, impedindo que a luz ultrapasse nas águas, impedindo assim a fotossíntese, retirando assim todo o oxigênio da água e não permitindo vida aeróbica na água.</i></p>
Científica	<p>15 (G1): <i>O cloreto férrico ele reage com os grupos hidroxilas que tem na substância e vai formar Fe(OH)₃, o que faz esse hidróxido? Ele vai pegar as impurezas da substância, concentrar nelas e fazer tipo uma filtração (...). Daí você vai fazer o quê com isso? (...) não pode jogar fora ainda porque o cloreto férrico vai deixar a substância em pH 9, pH 9 não, pH 3 mais ou menos. Vai deixar a substância ácida. E você vai neutralizar o óleo com NaOH, deixando a estrutura com pH 7 (...).</i></p> <p>56 (G2): <i>Bom, esse processo ele precisa ter alguns cuidados relacionados ao trabalho com solvente orgânicos e o ponto de fulgor do hexano é 18 graus e é mais baixo que a temperatura ambiente. Bom, o que seria o ponto de fulgor? Seria a temperatura em que a substância evapora e forma uma substância inflamável com o ar.</i></p> <p>19 (G3): <i>Ele (PEAD) tem uma boa resistência quanto a temperaturas, para manter as suas características físicas, ele pode estar numa temperatura de até 120° e uma mínima de -80°. Ele tem uma grande resistência a impactos, resistência contra agente químicos, quer dizer, pode ser utilizados ácidos, bases, diversas coisas assim sem alterar a sua estrutura Química.</i></p>
Econômica	<p>44 (G1): <i>Só que o hexano tem vários problemas, o hexano tem alto custo, porque ele é uma fração de petróleo, então é difícil conseguir ele, ele é bem tóxico e bem volátil.</i></p> <p>21 (G2): <i>Bom, a utilização da reciclagem na produção dos plásticos tem sido estimulada, isso acontece por quê? Porque o plástico reciclado é 40% mais barato que a resina virgem e isso é importante porque o preço do petróleo flutua muito, como todos sabem a gasolina vem aumentando e por isso é afetado pelo mercado internacional. Então, como o plástico é feito de derivado de petróleo, o aumento do petróleo aumenta o preço da resina.</i></p> <p>7 (G3): <i>Encontramos que o Brasil produz cerca de 730 milhões de embalagens de óleo lubrificante por ano e desses 730 milhões apenas 17,5% é reciclada. A reciclagem no Brasil movimenta cerca de 160 bilhões de dólares por ano, então se a gente conseguisse pelo menos 80% de reciclagem, teríamos um lucro muito maior, com um aspecto econômico positivo para a reciclagem desse material.</i></p>

Ética	<p>26 (G2): <i>E também porque foram aprovadas leis ambientais, porque as empresas que produzem elas também têm que coletar e também são responsáveis pela reciclagem dos próprios plásticos produzidos por elas.</i></p> <p>36 (G3): <i>Um problema para a reciclagem das embalagens são as altas taxas tributárias, impostos sobre produtos industrializados. (...) Existe na resolução do CONAMA e numa porção de artigos, que todo óleo utilizado deverá ser destinado à reciclagem, sabemos que isso não acontece. Como a gente viu apenas 17,5% é reciclado. Tá na lei, deveria ser todo, mas não é. Temos esse retrato que fala que os impostos sobre os produtos industrializados são de 5%, por esse imposto, às vezes não fica muito atrativo a reciclagem desses produtos e talvez seja por isso que não seja totalmente reciclado. Uma outra lei federal: a coleta, transporte e destino final do lixo deverão processar-se em condições que não prejudique ao ambiente, à saúde e ao bem estar público. Apesar de todas as leis destinadas ao âmbito da reciclagem, ainda não se tem incentivos fiscais e as empresas ficam na informalidade (...).</i></p>
Social	<p>14 (G2): <i>Bom quais seriam as vantagens da reciclagem: seria a geração de novos empregos, o social.</i></p> <p>11 (G3): <i>A indústria de reciclagem plástica emprega 1,5 milhões de pessoas, vendo aí também o aspecto social, do porquê seria melhor ter um maior índice de reciclagem das embalagens.</i></p>
Outra	<p>69 (G1): <i>A praticidade, você vai jogar, chacoalhar do mesmo jeito que nem você fez com o hexano (...).</i></p> <p>66 (G3): <i>O material fabricado com 100% de resina reciclada teve a mesma aprovação do controle de qualidade quando comparado com o material fabricado com 70% de resina virgem. Quer dizer, foram feitos testes (...) mostrando então que o método de remoção de óleo por detergente é realmente eficaz.</i></p>

FIGURA 5.18 – Análise dos argumentos de acordo com a natureza dos critérios considerados por G1, G2 e G3 ao solucionarem o caso com múltiplos problemas *Reciclagem de Materiais*.

Como verificamos na Figura 5.18, o caso *Reciclagem de Materiais* estimulou significativamente a produção de argumentos de diferentes naturezas pelos três grupos que o solucionaram. O impacto ambiental foi um aspecto fortemente considerado pelos grupos na análise desse caso, como observamos nas colocações de G1 e G2, linhas 32 e 15, respectivamente, ao destacarem a questão do tempo de degradação no meio ambiente dos Polietilenos de Alta Densidade (PEADs), material constituinte de embalagens plásticas. Por outro lado, G3, na linha 29 apresenta o grave impacto causado na vida aquática provocado pela liberação de óleo no meio ambiente. O caso também estimulou fortemente a consideração de aspectos científicos na análise dos problemas a serem resolvidos. Na colocação de G1, na linha 15, por exemplo, o grupo apresenta argumentos que envolvem conceitos como reações químicas, métodos de separação, acidez e basicidade. O enunciado de G2, na linha 56, envolve o conceito de ponto de fulgor; e o de G3, na linha 19, envolve questões relacionadas às propriedades físico-químicas dos

PEADs. Questões econômicas também permearam os argumentos dos grupos que solucionaram esse caso. G1, por exemplo, na linha 44, justifica a decisão do grupo de descartar o uso do hexano, como método para retirar o óleo residual das embalagens plásticas, pelo alto custo do produto, que se deve a dificuldades na sua obtenção. Nos enunciados de G2 e G3, nas linhas 21 e 7, respectivamente, são apresentados aspectos econômicos relacionados à prática da reciclagem, como as vantagens de utilização do plástico reciclado em relação à resina virgem, que apresenta oneroso custo; e dados sobre a quantidade de embalagens recicladas, por ano, no Brasil, e o impacto econômico provocado no âmbito nacional. Questões éticas também foram levantadas pelos grupos. Na linha 26, colocada por G2, por exemplo, o grupo ressalta os deveres das empresas de coletar e reciclar o plástico produzido; por outro lado, G3, na linha 36, coloca diversos obstáculos que dificultam a prática da reciclagem no Brasil, como altas taxas tributárias e impostos sobre os produtos industrializados, não cumprimento de leis e ausência de incentivos fiscais. Argumentos de natureza social, como geração de empregos, também foram considerados na resolução desse caso, conforme verificamos nas colocações de G2 e G3, nas linhas 14 e 11, respectivamente. Dentre os argumentos classificados na categoria “outra”, por exemplo, destacamos no Quadro 5.3 a colocação de G1, linha 69, relacionada à praticidade do uso de ácido em relação à utilização do hexano como forma de limpar as embalagens plásticas; e o enunciado de G3, linha 66, que apresenta dados relacionados a resultados obtidos no controle de qualidade de material fabricado com resina reciclada e resina virgem, como forma de justificar a decisão do grupo para a resolução do caso.

A Figura 5.19 mostra a frequência de argumentos produzidos nas apresentações orais sobre os casos: *Caso das Próteses*, *Ameaça aos Cítricos* e *Reciclagem de Materiais*. O eixo x indica a natureza dos critérios considerados pelos grupos no processo de resolução dos casos e o eixo y indica a frequência de vezes que os mesmos foram mencionados durante as apresentações orais dos grupos responsáveis por cada caso.

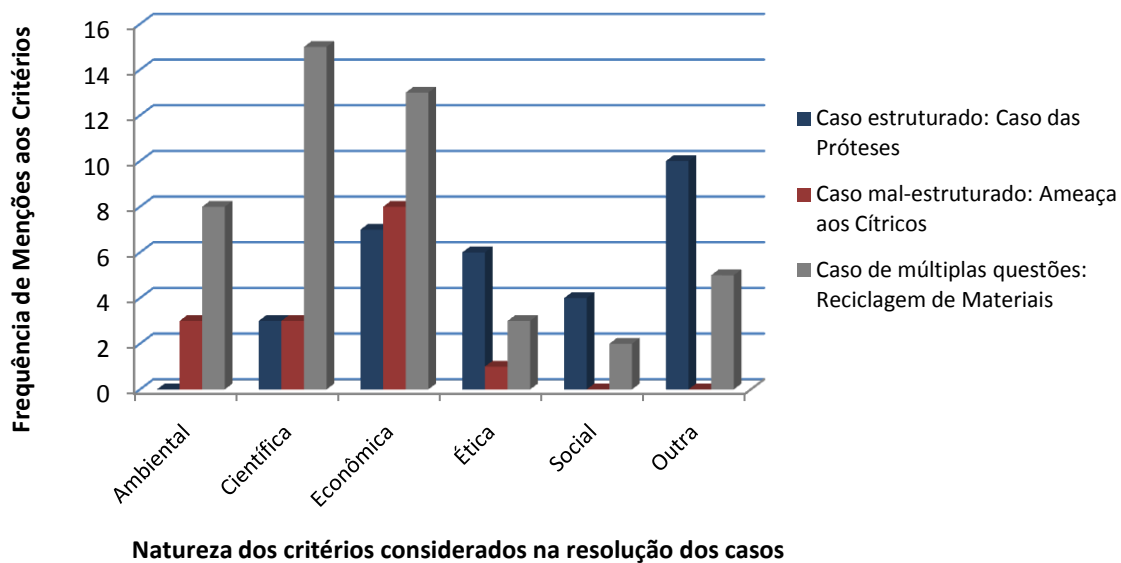


FIGURA 5.19 – Análise global dos argumentos de acordo com a natureza dos critérios considerados na análise do caso estruturado, mal estruturado e de múltiplos problemas.

Conforme verificamos na Figura 5.19, os três tipos de casos propostos estimularam a produção de argumentos de distintas naturezas pelos grupos que os solucionaram, porém em frequências que divergiram de acordo com o tipo de problema proposto. O caso de múltiplos problemas *Reciclagem de Materiais*, por exemplo, indubitavelmente, estimulou mais significativamente a produção de argumentos de natureza ambiental, científica e econômica, em relação aos demais casos propostos. Argumentos fundamentados em critérios éticos, sociais e de “outra” natureza, também foram identificados na resolução desse caso. De fato, a maior quantidade de questões a serem resolvidas no caso provocou a necessidade de elaboração de mais argumentos por parte dos estudantes, que para resolver o problema principal, tiveram a tarefa de solucionar questões relacionadas a diferentes etapas do processo de reciclagem. No entanto, não podemos desconsiderar o fato de que a temática em foco abre espaço para que aspectos ambientais sejam fortemente contemplados, uma vez que os efeitos da reciclagem são expressivos nesse campo, assim como no campo econômico e social. Além disso, o caso permite a consideração de aspectos científicos mais relacionados à Química, o que pode ter favorecido maior produção de argumentos dessa natureza pelos estudantes.

O caso estruturado *Caso das Próteses* também se mostrou eficiente em estimular a produção de argumentos pelos estudantes. Como verificamos na Figura 5.19, argumentos de natureza ética, econômica e social foram bastante considerados pelos estudantes na análise do caso, por estarem intrinsecamente relacionados com as características do problema proposto. Por essa mesma razão, argumentos de natureza ambiental não foram considerados na análise do problema. Argumentos de natureza científica fundamentados na área de Bioquímica, por exemplo, foram identificados, porém em frequência pouco significativa. Na categoria “outra” foi classificado um número significativo de argumentos. Estes são estritamente peculiares ao caso e dizem respeito, por exemplo, a procedimentos médicos relacionados à resolução do caso.

Como ilustra a Figura 5.19, o caso mal-estruturado *Ameaça aos Cítricos*, dentre os três tipos de casos analisados, foi o que menos estimulou a produção de argumentos, no que diz respeito à perspectiva de análise que verifica a natureza dos critérios considerados na análise do caso. O fato de o caso apresentar como característica principal a não identificação do problema a ser resolvido parece não ter exercido nenhuma influência quanto à natureza dos argumentos empregados. Argumentos de natureza econômica foram identificados com maior frequência, tais como: o impacto econômico negativo provocado pela queda da produtividade do produto em questão; análise dos custos envolvidos nas medidas de prevenção do problema e do lucro resultante do aumento da produtividade proporcionado pelo emprego de medidas profiláticas adequadas. Argumentos de natureza ambiental, científica e ética foram identificados, porém em frequência menos significativa. Aspectos sociais ou de “outra” natureza não foram considerados pelos grupos na análise do caso.

Diante dos resultados observados e descritos acima constatamos que a natureza dos critérios empregados pelos alunos na resolução dos casos independe do tipo de caso (estruturado, mal-estruturado ou de múltiplos problemas), mas se deve unicamente aos aspectos mais fortemente envolvidos no problema proposto. Por exemplo, aspectos ambientais foram frequentemente abordados no caso mal-estruturado *Reciclagem de Materiais*, enquanto que em nenhum momento aspectos dessa natureza foram observados na resolução do caso estruturado *Caso das Próteses*.

Os resultados obtidos na análise são consistentes com aqueles obtidos por PATRONIS et al., (1999) ao realizarem atividade envolvendo questão sócio-científica. No referido trabalho argumentos de distintas naturezas também foram considerados pelos alunos quando submetidos à elaboração de um projeto relacionado à construção de uma estrada em determinada área. Concordamos com os autores, quando afirmam que a variedade e a natureza dos argumentos que emergem em atividades envolvendo questões sócio-científicas, assim como sua relação com o processo argumentativo e de tomada de decisão, são competências que não são usualmente aparentes nas aulas convencionais de Ciências.

Fontes de evidências empregadas na argumentação sobre a resolução dos casos

A segunda perspectiva do Modelo de Análise de Argumentação sobre Aspectos do Processo de Resolução de Questões Sócio-científicas diz respeito às fontes de evidências normalmente empregadas como forma de garantir confiabilidade às informações fornecidas. São classificadas como evidências pessoais ou de autoridade, de acordo com as suas fontes (KIM e SONG, 2005). A Figura 5.20 ilustra as fontes de evidências identificadas nas apresentações orais dos grupos que solucionaram o caso estruturado *Caso das Próteses*.

Caso Estruturado Caso das Próteses (Grupos G1, G2, G3)	
Fontes de Evidências	<i>Linha (grupo): Fragmento das apresentações orais</i>
Especialista	<p>45 (G2): <i>Ele (polímero) foi desenvolvido pelo professor Augusto (nome fictício), responsável pelo laboratório de Química Analítica do Instituto (...).</i></p> <p>65 (G3): <i>Como no Brasil tem muita mamona, vai ser produzida aqui e patenteada pelo professor e por isso vai ser bem mais barata.</i></p>
Instituição	<p>37 (G3): <i>Agora a gente tem a prótese de mamona, que é um estudo novo, inclusive desenvolvido aqui no Instituto.</i></p>
Conhecimento prévio	<p>55 (G3): <i>Porque o SUS como a gente sabe... o governo tem a obrigação de cuidar do cidadão e o SUS seria esse recurso.</i></p>
Experiência pessoal	<p>26 (G3): <i>A gente tem aqui uma chapa de um amigo nosso que fez essa cirurgia, ele tem reumatismo, a cartilagem do osso dele não reconstituiu, então gruda um osso no outro. Aí é a região da bacia, ele teve que fazer a cirurgia e colocou prótese de platina, que pega toda essa região, para ele poder recuperar os movimentos.</i></p> <p>30 (G3): <i>A gente tem uma outra chapa de um rapaz jovem também, e com vinte anos já teve que fazer essa cirurgia. E essa cirurgia não foi barata, custou trinta mil reais, ele teve que fazer isso em toda a articulação. Inclusive a mãe desse rapaz está brigando até hoje na justiça com o plano de saúde dele, porque não quiseram cobrir. Isso se enquadraria em um problema ético.</i></p>

	43 (G3): <i>A gente tem exemplo de cirurgia, por exemplo, a desse rapaz durou dez horas. E em média a cirurgia com prótese de mamona dura duas horas.</i>
--	--

FIGURA 5.20 – Análise das fontes de evidências empregadas por G1, G2 e G3 ao solucionarem o caso estruturado *Caso das Próteses*.

Conforme observamos no Figura 5.20 duas evidências de autoridade foram empregadas pelos grupos durante a apresentação do processo de resolução do caso: *especialista* e *instituição*. Duas vezes os alunos mencionaram um especialista no assunto, professor na própria instituição, conforme verificamos nas colocações de G2 e G3, linhas 45 e 65, respectivamente. Menção à instituição como forma de garantir confiabilidade à informação também foi verificada, conforme constatamos no enunciado de G3, linha 37. No que diz respeito ao emprego de evidências pessoais identificamos enunciados que indicavam *conhecimento prévio* do aluno e outros que indicavam *experiência pessoal*. Vale ressaltar que consideramos *conhecimento prévio* quando o aluno explicita que já era conhecedor de determinada informação. Pois, assim como KIM e SONG (2005) e CHINN e ANDERSON (1998), constatamos que, geralmente, as evidências ficam implícitas nos argumentos dos estudantes e, por essa razão, optamos por considerar somente aqueles enunciados que são, segundo os alunos, resultados de conhecimento prévio, conforme verificamos na colocação de G3, linha 55, quando o aluno afirma saber quais as obrigações do Sistema Único de Saúde em relação aos cidadãos. Identificamos enunciados que indicavam *experiência pessoal* quando G3, nas linhas 26, 30 e 43, apresentam dados relacionados ao histórico de duas pessoas, por ele conhecidas, que vivenciaram situação semelhante ao do personagem do caso.

Na Figura 5.21 apresentamos análise semelhante à descrita anteriormente para os argumentos empregados por G1, G2 e G3, responsáveis pela resolução do caso mal-estruturado *Ameaça aos Cítricos*.

Caso mal-estruturado Ameaça aos Cítricos (Grupos G1, G2, G3)	
Fontes de Evidências	<i>Linha (grupo): Fragmento das apresentações orais</i>
Especialista	9 (G1): <i>Apesar de alguns sintomas serem semelhantes, a gente, em contato com um pesquisador da ESALQ, da Escola Superior de Engenharia, Luiz Queiroz... ele disse que a pinta preta não ataca os limoeiros, então por isso a gente eliminou (...).</i>
Instituição	46 (G1): <i>Essa pesquisa é da UNICAMP em parceria com a USP e com a UNESP (...).</i>
Internet	107 (G2): <i>(...) os sites... (aluno pronuncia “os sites” ao apontar para uma série de</i>

	<i>sites ilustrada no slide, que serviram como fonte de pesquisa).</i>
Conhecimento prévio	89 (G3): (...) porque a bactéria, como todo mundo sabe... Cobre mata a bactéria, não sempre, mas muitas vezes.

QUADRO 5.21 – Análise das fontes de evidências empregadas por G1, G2 e G3 ao solucionarem o caso mal-estruturado *Ameaça aos Cítricos*.

Como verificamos na Figura 5.21 três tipos de evidências de autoridade foram empregadas pelos grupos: *especialista*, quando G1, na linha 9, destaca a informação fornecida por um pesquisador especialista no assunto, na tentativa de conferir confiabilidade à decisão do grupo de eliminar uma das possíveis causas para o problema; *instituição*, quando na colocação de G1, linha 46, o mesmo explicita as instituições responsáveis por uma pesquisa sobre sequenciamento genético para o combate do cancro cítrico; e *internet*, quando G2, na linha 107, menciona que muitas das informações fornecidas foram extraídas de *sites* da internet. Classificamos como *conhecimento prévio* o enunciado de G3, na linha 89, quando ao falar sobre uma técnica chamada pulverização cúprica, destaca ser de conhecimento da turma a capacidade do elemento químico cobre eliminar a bactéria.

A Figura 5.22 ilustra a análise realizada para o caso de múltiplos problemas *Reciclagem de Materiais*, solucionado pelos grupos G1, G2 e G3. Vale destacar que os nomes dos pesquisadores que constam na Figura 5.23 são fictícios. Isso vale para todas as figuras que apresentaram enunciados que façam menção ao nome de pessoas envolvidas na resolução do caso.

Caso de múltiplos problemas Reciclagem de Materiais (Grupos G1, G2, G3)	
Fontes de Evidências	Linha (grupo): <i>Fragmento das apresentações orais</i>
Especialista	83 (G1): (...) e um projeto lá do laboratório de resíduos químicos que a professora Selma meio que mostrou algumas fotos, a gente perguntou pra ela e com isso a gente conseguiu mesmo o material necessário pra resolver o caso (...). 43 (G2): Bom, através das pesquisas, conforme o engenheiro químico Marcelo Martins da Universidade Federal do Rio de Janeiro, ele apresentou três tipos de separação do óleo. 111 (G3): Agradecemos (...) ao Dirceu..., um químico que nós visitamos e nos esclareceu algumas informações, ao Eduardo (estudante de pós-graduação), ao engenheiro químico Marcelo Martins que nos respondeu o e-mail...
Instituição	66 (G2): Bom, então como resolver o problema do Hélio? Aqui no IQSC através de pesquisas... 104 (G2): (...) Aqui também nós utilizamos a fonte da UNESP.
Artigos de revista	82 (G1): Aqui são as referências onde a gente conseguiu pegar essas coisas, revistas , sites, livros (...).

	<p>104 (G2): e aqui essa revista da Pesquisa FAPESP.</p> <p>39 (G3): Existe na resolução do CONAMA e numa porção de artigos, que todo óleo utilizado deverá ser destinado à reciclagem (...).</p>
Internet	<p>82 (G1): Aqui são as referências onde a gente conseguiu pegar essas coisas, revistas, sites, livros (...).</p> <p>103 (G2): nesse site particular tem o método...</p>
Livro	<p>82 (G1): Aqui são as referências onde a gente conseguiu pegar essas coisas, revistas, sites, livros (...).</p>
Conhecimento prévio	<p>24 (G2): (...) o preço do petróleo flutua muito, como todos sabem a gasolina vem aumentando e por isso é afetado pelo mercado internacional (...).</p> <p>14 (G3): Todos nós sabemos que a reciclagem é uma boa opção e infelizmente não é explorado esse recurso, tanto quanto deveria ser.</p>
Experiência pessoal	<p>88 (G1): Uma coisa é falar na teoria, que isso com isso vai dar aquilo, outra coisa é você ver na prática. Então eu trouxe um pouquinho de óleo, dois tipos de óleo, vou pôr o avental (...). (...) Esse aqui é óleo natural e esse aqui é um óleo que eu achei por aí, mais impuro assim. (...) peguei do laboratório lá, é um óleo de motor (...). Dá pra ver já que tem uns floquinhos aqui em cima, esse negocinho branco, já pegou as impurezas (...). Só vou mostrar que quando você joga a soda, ele vai decantar, ele vai atingir um pH mais ou menos 9 e as impurezas vão lá pra baixo. Vamos ver como que está o pH (mede com uma fita o pH).</p>

QUADRO 5.22 – Análise das fontes de evidências empregadas por G1, G2 e G3 ao solucionarem o caso de múltiplos problemas *Reciclagem de Materiais*.

De acordo com a Figura 5.22, o emprego de quatro tipos de fontes de autoridade foi mencionado por grupos que solucionaram o caso *Reciclagem de Materiais*. Os grupos G1, G2 e G3 explicitaram ter recorrido a *especialistas* da área de Química Ambiental na busca de informações, conforme verificamos nas linhas 83, 43 e 111. Menções à *instituição* como fonte de evidência também foram identificadas nos enunciados de G2, linhas 66 e 104, ao ressaltarem os nomes das instituições responsáveis por pesquisas que serviram como fontes de informações. *Artigos de originais de pesquisa ou de divulgação científica* foram mencionados por G1, G2 e G3, como verificamos nas linhas 82, 104 e 39, respectivamente. G1 e G2, nas linhas 82 e 103, respectivamente, ressaltam ter recorrido a sites da *internet* como fonte de pesquisa. Apenas G1, na linha 82, menciona o uso de *livros*. Quanto ao emprego de evidências pessoais identificamos a fonte *experiência pessoal*, quando o G1, na linha 88, apresenta dados de uma atividade experimental realizada pelo representante do grupo, no final da apresentação oral. Iniciativa dessa natureza somente foi observada na apresentação oral desse grupo. Também identificamos a fonte *conhecimento prévio* na colocação de G2, na linha 24, ao explicitar que é de conhecimento da turma o fato do preço da gasolina estar aumentando e isso ser

resultado da oscilação do preço do petróleo. Tal enunciado foi colocado para justificar a necessidade do uso de resina reciclada ao invés da resina virgem na fabricação de produtos.

Vale ressaltar que o nosso principal objetivo nessa análise não consiste em qualificar a argumentação de acordo com a fonte de evidência, mas verificar em que medida e com que finalidade os estudantes recorreram a essas fontes na elaboração de seus argumentos. A Figura 5.23 ilustra a análise global das fontes de evidências empregadas pelos grupos responsáveis pelo caso estruturado, mal estruturado e de múltiplos problemas. O eixo x ilustra os diferentes tipos de fontes de evidências e o eixo y a frequência de vezes que o emprego das mesmas foi mencionado pelos alunos.

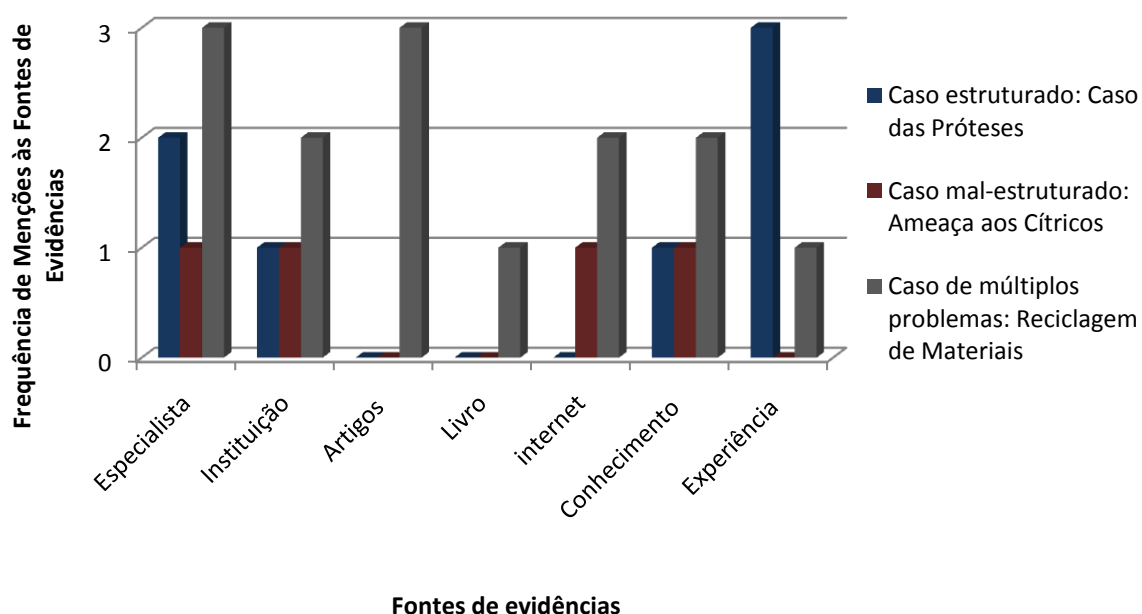


FIGURA 5.23 – Análise dos argumentos de acordo com as fontes de evidências empregadas na análise do caso estruturado, mal estruturado e de múltiplos problemas.

Como observamos na Figura 5.23 menções ao contato com especialistas sobre o assunto envolvido no caso foram identificadas nos argumentos sobre o processo de resolução dos três tipos de casos. A procura por tais profissionais, por meio de e-mails, entrevistas ou visitas, de fato, foi algo bastante evidenciado no trabalho dos grupos. Outro aspecto digno de nota é o destaque dado pelos grupos a instituições renomadas de pesquisa, como forma de conferir credibilidade aos argumentos. Na resolução dos três casos verificamos menção a

essa fonte por pelo menos um dos grupos que o solucionaram. Apenas nos argumentos de grupos que solucionaram o caso de múltiplos problemas *Reciclagem de Materiais* foram identificadas menções ao emprego de artigos de revistas ou livros. Apenas nos argumentos dos grupos que solucionaram o *Caso das Próteses* não foram destacadas buscas em *sites* da internet. Embora saibamos, por meio de fontes como o “Diário do Caso”, que tal recurso tenha sido empregado, este não foi mencionado pelos grupos. De fato, a maior facilidade na busca de informações, devida à acessibilidade ao professor da instituição, especialista no assunto, fez com que tais grupos recorressem menos a essa fonte que os demais e, principalmente, que a enfatizassem como forma de garantir confiabilidade aos argumentos apresentados. Também verificamos que para os três casos foram utilizados como fonte de evidências *conhecimentos prévios* relacionados ao assunto estudado. Nos argumentos de grupos que solucionaram o caso estruturado *Caso das Próteses* identificamos como fonte de evidência a *experiência pessoal* dos alunos. De fato, observamos maior empatia dos alunos em relação a esse caso que aos demais, provavelmente devido ao fato de o problema tratar da situação de um jovem estudante, com características semelhantes às dos próprios alunos. Essa fonte de evidência também foi identificada por um dos grupos que solucionou o caso *Reciclagem de Materiais*, ao apresentar dados resultantes de uma atividade experimental realizada pelo representante do grupo no final da apresentação oral sobre a solução do caso.

No trabalho de KIM e SONG (2005) o apelo direto a autoridades foi empregado para justificar a evidência e também com as seguintes finalidades: ocultar ignorância sobre determinado assunto ou exemplificação. Por exemplo, para esconder a ignorância sobre a pergunta de um oponente ou para sair de uma situação difícil, os alunos se referem a uma fonte externa autoritária. Nas apresentações orais verificamos que, por se tratar de um de monólogo, e não haver nessa situação a formulação de questões pelos oponentes, as fontes de autoridade foram explicitadas principalmente com o intuito de conferir confiabilidade aos argumentos elaborados pelos alunos sobre a questão, e ao mesmo tempo, isentá-los da responsabilidade sobre a veracidade dos mesmos. Além disso, por tratar de uma situação relativamente formal, com tempo determinado para exposição, as apresentações orais não pareceram situações muito propícias para a explicitação das fontes de evidências empregadas.

Cabe ainda destacar que a análise do emprego de fontes de evidências em situações de comunicação oral é perfeitamente coerente com a natureza da disciplina na qual a proposta foi aplicada, uma vez que, dentre os seus objetivos, se destaca a familiarização dos estudantes com as distintas fontes primárias e secundárias de pesquisa, assim como a capacidade de busca dos alunos em tais fontes.

Estratégias de aprendizagem empregadas na resolução dos casos

A Psicologia Cognitiva baseada na Teoria do Processamento da Informação tem concentrado seus esforços em esclarecer como os seres humanos adquirem, armazenam e utilizam as informações. Adeptos dessa visão destacam a importância de se transcender o ensino dos fatos e de se assegurar a apropriação, por parte dos estudantes, dos processos psicológicos pelos quais se aprendem os fatos. Acreditam no ensino de estratégias de aprendizagem como um caminho frutífero em direção à auto-regulação da aprendizagem (BORUCHOVITCH, 2007).

Nesse sentido, buscamos analisar quais as estratégias de aprendizagem empregadas no processo de resolução dos casos e verificar em que medida cada tipo de caso estimulou determinados tipos de estratégias pelos estudantes. Nas Figuras 5.24, 5.25 e 5.26 são apresentados, respectivamente, fragmentos de fala extraídos das apresentações orais dos grupos que solucionaram caso estruturado, caso mal-estruturado e caso de múltiplos problemas, que ilustram as estratégias de aprendizagem empregadas no processo de resolução dos casos. Cabe destacar que as Figuras não ilustram a análise na íntegra.

Caso estruturado Caso das Próteses (Grupos G1, G2, G3)	
Estratégias de aprendizagem	Linha (grupo)/Estratégia: fragmento das apresentações orais
Cognitivas	<p>32(G2)/Analogia: <i>As próteses extraídas dos vegetais são “enxergadas” como células de gordura, então quando você coloca no lugar do osso, o osso “pensa” assim: aqui não é lugar de gordura, é lugar de osso, incentivando a produção de células ósseas.</i></p> <p>23 (G1)/Organização: <i>Bom, a prótese apresenta várias características, entre elas, as mais interessantes estão descritas no quadro (...).</i></p> <p>52 (G1)/Organização: <i>A resolução do caso foi feita pelo grupo e está exposta a seguir: a cirurgia foi feita com sucesso; (...). (organiza em tópicos os efeitos das ações tomadas).</i></p> <p>34 (G3)/Apresentação de prós e contras: <i>A prótese de silicone pode reconstituir um membro, mas não a mobilidade. A mobilidade você perde totalmente com uma prótese de silicone. Ela é cara também, tem rejeição e pode ser usada para fins estéticos. Ultimamente, ela tem sido mais utilizada pra</i></p>

	<p>isso, mas tem muita rejeição.</p> <p>21 (G2)/Comparação: Agora a gente vai fazer uma comparação entre as próteses metálicas e as próteses vegetais (...). As próteses vegetais são até 88% mais leves que as próteses metálicas de titânio, cromo e platina (...). As próteses vegetais não interferem em exames de tomografia como fazem as metálicas (...). As próteses vegetais são totalmente biocompatíveis, enquanto as de metais são vistas pelo organismo como corpos estranhos (...). As próteses vegetais são mais maleáveis e estáveis que as metálicas (...). Com o uso das próteses vegetais o paciente não precisa mais ficar na CTI e com dois dias já pode ir para casa (...). As próteses metálicas, normalmente, levam de 15 a 20h para serem feitas as cirurgias (...). As próteses vegetais são aproximadamente 40% mais baratas que as metálicas (...).</p> <p>29 (G1)/Comparação: A prótese de platina pesa 400g ao passo que a prótese sintetizada do polímero da mamona pesa 90g.</p>
Metacognitivas	<p>11 (G1)/Planejamento: Bom, a escolha do material deveria ter algumas prioridades: a relação custo-benefício, uma vez que a cirurgia seria feita pelo SUS (...); um menor índice de rejeição pelo organismo (...); uma boa cicatrização; uma leveza (...), o que acarretaria certamente a uma comodidade ao paciente (...). E além de tudo, tem que ter reflexos na melhoria das condições de vida do paciente. Bem, o grupo pesquisou, pesquisou... e então encontrou três tipos de próteses interessantes, a de platina, a de titânio, e a prótese de um polímero derivado do óleo da mamona (G1).</p> <p>9 (G2)/Planejamento: (...) cabe ao grupo descobrir qual é a prótese e qual é o procedimento para operação de João Carlos.</p> <p>46 (G3)/Monitoramento: Mas só que a gente tem que analisar agora quanto custa as três e ver qual seria mais viável (...). Como o João Carlos, ele é um rapaz relativamente pobre e não tem dinheiro para pagar a cirurgia, então a gente tem que analisar que uma cirurgia com uma prótese de titânio, por exemplo, é muito cara (...).</p> <p>53 (G1)/Avaliação: a cirurgia foi feita com sucesso; a equipe de médicos optou pela prótese sintetizada por um polímero derivado do óleo da mamona, pelas características apresentadas; todas as informações sobre a prótese e a cirurgia foram passadas a João Carlos antes da cirurgia, ou seja, o paciente estava consciente do que ia ser feito. Hoje, João Carlos mastiga comidas sólidas e sorri normalmente. Conseguiu também retomar seus estudos e o convívio social que havia perdido.</p>
Afetivas	<p>28 (G2)/Empatia: Imagine vocês, ter no seu rosto uma placa de metal, não é uma coisa fácil de acostumar.</p>

FIGURA 5.24 – Análise dos argumentos de acordo com as estratégias de aprendizagem empregadas pelo G1, G2 e G3 ao solucionarem o caso estruturado *Caso das Próteses*.

A partir da análise das estratégias de aprendizagem empregadas pelos grupos nas apresentações orais sobre o *Caso das Próteses*, ilustradas na Figura 5.24, notamos considerável frequência do seu emprego, pelos alunos, quando submetidos à resolução do referido caso. No que diz respeito às estratégias cognitivas, verificamos o emprego dos seguintes tipos: *analogia*: quando para facilitar a compreensão da informação, G2, na linha 32, estabelece relações entre capacidades humanas (enxergar, pensar) e a ação do osso diante da prótese de

mamona; *organização*: quando, por exemplo, G1, nas linhas 23 e 52, explicita a organização em tópicos como forma de facilitar a visualização e o entendimento das informações mostradas; *apresentação de prós e contras*: quando são mostradas as vantagens e desvantagens relacionadas a uma mesma possibilidade de solução para o problema por G3, na linha 34; e *comparação*: quando são mostradas, por G2, na linha 21, comparações entre as distintas alternativas para resolver o caso. As estratégias cognitivas *questionamento* e *hipótese* não foram verificadas.

As três estratégias metacognitivas que constituem o Modelo de Análise de Argumentação Aplicável a Processos de Resolução de Questões Sócio-Científicas foram identificadas durante a exposição do processo de resolução desse caso: *planejamento*: quando G1, na linha 11, estabelece critérios que deverão ser considerados na análise do caso ou quando G2, na linha 9, explicita a questão a ser resolvida; *monitoramento*: quando G3, na linha 46, monitora as ações a serem realizadas com base na análise dos custos que deverá levar em conta as condições do personagem do caso; *avaliação*: quando G1, na linha 53, simula a situação do personagem do caso após solucionado o problema, ou seja, o grupo avalia os efeitos de suas próprias ações na vida do personagem.

Quanto às estratégias afetivas verificamos a ocorrência da estratégia *empatia*, por G2, na linha 28, quando sugere imaginar a situação vivenciada pelo personagem do caso. O emprego das estratégias afetivas *solidariedade* e *valores pessoais* não foi identificado na análise.

A Figura 5.25 ilustra as estratégias de aprendizagem empregadas pelos grupos G1, G2 e G3, responsáveis por solucionar o caso mal-estruturado *Ameaça aos Cítricos*.

Caso mal-estruturado Ameaça aos Cítricos (Grupos G1, G2, G3)	
Estratégias de aprendizagem	Linha (grupo)/Estratégia: fragmento das apresentações orais
Cognitivas	<p>6 (G1)/Hipótese: <i>Aí a gente pesquisando sobre essas doenças, a gente chegou a duas possibilidades de doença: uma seria a pinta preta e a outra seria o cancro cítrico.</i></p> <p>9 (G1)/Comparação: <i>Apesar de alguns sintomas serem semelhantes, a gente, em contato com um pesquisador da ESALQ (...) ... ele disse que a pinta preta não ataca os limoeiros, então por isso a gente eliminou. E acabamos ficando com o cancro cítrico, porque ele apresenta algumas características apresentadas no texto e ele ataca todos os cítricos.</i></p> <p>86 (G2)/ Comparação: <i>Você prevenindo você gasta um pouco, mas comparado com o gasto que você teria pra destruir, esperar aqueles dois anos para poder plantar... Além daqueles dois anos, se crescer algum, qualquer brotamento que</i></p>

	<p>tiver da planta nessa região, você tem que ir cortando. Você vai ter que ter uma constante manutenção daquela área que você erradicou, você vai ter um gasto muito maior, ao contrário se você prevenisse. Você tem um gasto, mas pelo menos você tem certeza que não vai ter danos futuros.</p> <p>15 (G3)/Comparação: A pinta preta (...) tem certa semelhança com o cancro cítrico, na verdade quase nada, porque são pintas bem pequeninhas. Mas ela não ataca o fruto em si, a fruta que é atacada pela pinta preta ela não é vendida ao mercado, não é vendida à exportação, mas é muito vendida pra indústria de suco, a parte de dentro não é afetada. A morte súbita mexe mais com a planta em si de cítricos, atinge o xilema da planta, aonde vai o produto bruto da “coisa”. (...) A leprose tem uma certa característica bem semelhante ao cancro, só diferencia o seguinte: a leprose afeta a fruta, deixando preta, mas só que ao invés de romper a casca, ela derruba a fruta, deixa inútil a planta. E por fim, tem o cancro cítrico que tem esses sintomas: queda das folhas (...) Bom, então chegamos à conclusão que se tratava de cancro cítrico, os sintomas eram os mesmos.</p>
Metacognitivas	<p>8 (G2)/Planejamento: Então os objetivos da pesquisa para tentar achar uma maneira de sanar esse problema era analisar os sintomas e a partir dos sintomas ver qual era a doença. Depois disso, descobrir a melhor maneira de se erradicar a doença. A partir daí buscar meios de evitar a reincidência (...).</p> <p>6 (G3)/Planejamento: A nossa história fala sobre um proprietário de uma fazenda, na qual ele cultivava laranja, limão e tangerina, mexericas. Dentre essas três, há um problema com os limões. Ele nota esses sintomas aqui: queda das folhas (...). Aí o que acontece: ele vê que tem uns sobrinhos, que somos nós, que são químicos, e pede ajuda pra eles, e eles falam que nos dia seguinte eles vão trazer a solução.</p> <p>36 (G1) Monitoramento (...) como foi dito não existe um método curativo. Então o que tem que fazer? Tem que eliminar todo o material contaminado (...).</p>
Afetivas	<p>6 (G2)/Empatia: Então o nosso amigo Germano liga para uns primos deles, e como eles eram estudantes pede uma solução para o problema e isso foi o que o nosso grupo tentou fazer da melhor maneira.</p>

FIGURA 5.25 – Análise dos argumentos de acordo com as estratégias de aprendizagem empregadas pelo G1, G2 e G3 ao solucionarem o caso mal-estruturado *Ameaça aos Cítricos*.

A partir da análise dos argumentos empregados nas apresentações orais dos grupos que solucionaram o caso mal-estruturado *Ameaça aos Cítricos* verificamos que, no processo de resolução, algumas estratégias de aprendizagem foram empregadas. Em relação às estratégias cognitivas, observamos o uso da *hipótese*, como verificamos no enunciado de G1, na linha 6, quando são apresentadas as suposições do grupo para a causa do problema a ser resolvido. Também verificamos o emprego da estratégia *comparação* pelos três grupos que solucionaram o caso. G1 e G3, nas linhas 9 e 15, respectivamente, fazem uso dessa estratégia com o intuito de identificar o problema a partir da análise comparativa das características apresentadas pelas possíveis doenças causadoras do problema. Por outro lado, G2, na linha 86, apresenta comparações entre a viabilidade econômica resultante da prevenção do problema, se comparada aos custos inerentes à medida

de erradicação. As estratégias *questionamento*, *elaboração*, *analogia*, *organização* e *apresentação de prós e contras* não foram identificadas na análise.

No que diz respeito às estratégias metacognitivas, verificamos o emprego da estratégia *planejamento*, conforme verificamos na colocação de G2, na linha 8, quando o grupo apresenta os objetivos do trabalho a ser desenvolvido para solucionar o problema; e na colocação de G3, na linha 6, ao explicitar o problema a ser resolvido e a tarefa do grupo de trazer a solução para o problema. Também verificamos o emprego da estratégia *monitoramento*, quando, por exemplo, G1 na linha 36, se questiona sobre as ações que deverão ser tomadas diante do fato de não haver um método curativo para o problema. A estratégia *avaliação* não foi identificada na análise.

Quanto às estratégias afetivas verificamos o uso da estratégia *empatia* quando, na linha 6, G2 apresenta o personagem do caso como amigo do grupo e se dispõe a procurar a solução para o caso da melhor maneira possível. O emprego das estratégias afetivas *solidariedade* e *valores pessoais* não foi identificado na análise.

A Figura 5.26 ilustra as estratégias de aprendizagem empregadas pelos grupos G1, G2 e G3, responsáveis por solucionar o caso de múltiplos problemas *Reciclagem de Materiais*.

Caso de Múltiplos Problemas Reciclagem de Materiais (Grupos G1, G2, G3)	
Estratégias de aprendizagem	Linha (grupo)/Estratégia: fragmento das apresentações orais
Cognitivas	<p>47 (G3)/Hipótese: <i>E como são informais, às vezes não tem fiscalização e, salvo o Hélio, acredito que todas as outras devem lançar seus efluentes poluídos pelos mares causando um grande impacto ambiental negativo.</i></p> <p>26 (G1)/Organização: <i>Aqui é um fluxograma de como tratar, você vai ter a água, o sabão, o óleo e tal em mais ou menos pH 9, aí você vai ter que adicionar o cloreto férrico, vai misturar isso e vai verificar o pH, se tiver que menor que 7 joga em OH, se tiver maior que 7 joga mais cloreto férrico até baixar e deixa em pH 7. Deixa em pH 7, deixa decantar, filtra.</i></p> <p>23 (G1)/Apresentação de prós e contras: <i>Existe um método alternativo com a bactéria, só que tem um único problema, essa bactéria é eficiente pra tirar todo o óleo embalado, só que demora muito. Então não é muito viável para o Hélio usar a bactéria, porque ele precisa rápido tirar o óleo da embalagem.</i></p> <p>9 (G2)/Apresentação de prós e contras: <i>Ele utiliza o detergente com uma solução de detergente e água e lava os plásticos. Esse método é eficiente, só que o problema é que o custo do tratamento desses efluentes são muito caros (...).</i></p> <p>51 (G1)/Comparação: <i>Bom, o hexano é muito caro, vamos pegar outro mais barato, água e detergente.</i></p>

	<p>90 (G2)/Comparação: Bom, agora comparando os métodos, o método de extrusão em cascata não precisa ser comparado, porque ele foi automaticamente descartado, por não ser mesmo eficiente, não aconteceu a remoção do óleo, os produtos reciclados apresentaram imperfeições, odores. Já a extração com hexano foi descartada por ser realmente muito perigoso e altamente tóxico (...).</p>
Metacognitivas	<p>2 (G1)/Planejamento: A história é a seguinte, o Hélio é o dono de uma empresa de reciclagem, só que ele está com um problema pra reciclar o plástico, por quê? Porque não dá pra reciclar as embalagens sujas de óleo, é difícil de tirar o óleo das embalagens, como é que eu vou fazer? Ele pensou tal, e chegou à conclusão que tem três problemas pra resolver: o que fazer com o óleo das embalagens, o que fazer com as embalagens depois e o que fazer com o resíduo de óleo eliminado das embalagens, tem que tirar ele.</p> <p>11 (G1)/Monitoramento: Daí a embalagem (...) pode vir com um pouquinho de óleo e o que você vai fazer o que com esse óleo? Você não pode simplesmente pegar e jogar ele na pia, porque não vai dá certo, você vai ter que tratar ele (...).</p> <p>30 (G1)/Monitoramento: O que fazer com as embalagens PEAD? (...) você não pode simplesmente jogar no lixão (...) e tem que dar um jeito de tratar isso ou reutilizar as embalagens que estão sujas de óleo. Se você precisa jogar mais óleo no motor, você não precisa pegar outra embalagem, colocar mais óleo e colocar no motor no carro, por exemplo, você pega a mesma embalagem que você usou.</p> <p>39 (G1)/Monitoramento: O que a gente vai fazer com o resíduo de óleo, pra tirar da embalagem? A gente pesquisou alguns métodos e descobriu três métodos que são bem viáveis, só que cada um tem suas vantagens e suas desvantagens (...).</p> <p>56 (G1)/Monitoramento: Sem contar que esse resíduo tem que ser tratado, você vai jogar como todos os outros, mas você vai jogar e tirar o detergente, mas o impacto vai ficar, uma boa parte de água e detergente. O que você vai fazer com isso? Não pode jogar fora também. Os outros métodos que eu vou falar depois, tem um jeito mais fácil de tratar (...).</p> <p>66 (G1)/Monitoramento: Daí o que você vai fazer? Ver a toxicidade dele. Ele não é tão tóxico como o hexano (...).</p> <p>73 (G1)/Monitoramento: (...) porque daí você vai tratar o ácido como? Você vai ter, por exemplo, um tambor lá com seu óleo que vai ser tratado (...).</p> <p>108 (G3)/Avaliação: Dessa forma, resolvemos o problema de Hélio, ele pode agora economizar com o tratamento de efluentes, já que a vermiculita é barata e investir na produção de plásticos recicláveis, quer dizer aumentar mais ainda a sua produção de plásticos recicláveis.</p>

FIGURA 5.26 – Análise dos argumentos de acordo com as estratégias de aprendizagem empregadas pelo G1, G2 e G3 ao solucionarem o caso de múltiplos problemas *Reciclagem de Materiais*.

Conforme verificamos na Figura 5.26, no processo de resolução do caso de múltiplos problemas *Reciclagem de Materiais*, distintas estratégias de aprendizagem foram empregadas pelos grupos que o solucionaram. Em relação às estratégias cognitivas observamos o emprego da *hipótese* na colocação de G3, na linha 47, ao supor que a maioria das empresas de reciclagem lança seus efluentes nos mares, causando impacto ambiental negativo. Na colocação de G1, na linha 26, verificamos a estratégia *organização*, quando o grupo apresenta uma fluxograma

que facilita a explicação sobre o tratamento para retirada do óleo das embalagens. Nas colocações de G1 e G2, nas linhas 23 e 9, respectivamente, verificamos o emprego da estratégia *apresentação de prós e contras*, quando os grupos apresentam vantagens e desvantagens relacionadas a uma mesma alternativa de solução para o problema. Outra estratégia empregada na resolução desse caso foi a *comparação*, conforme observamos nas colocações de G1 e G2, linhas 51 e 90, respectivamente, ao fazerem comparações entre as características das diferentes alternativas, na tentativa de obter elementos que auxiliassem na escolha pela mais viável.

As estratégias metacognitivas foram empregadas de maneira significativa na resolução do caso *Reciclagem de Materiais*. A colocação de G1, na linha 2, exemplifica o emprego da estratégia *planejamento*, quando o grupo apresenta os problemas a serem considerados para resolver o caso. A sequência de colocações de G1, nas linhas 11, 30, 39, 56, 66 e 73, exemplifica como o emprego da estratégia *monitoramento* foi fortemente estimulado na resolução desse caso. É possível observar o controle do grupo em relação às diversas ações necessárias para a resolução do caso, por meio de sucessivos questionamentos sobre o que deveria ser feito nas diferentes etapas do processo. Na colocação de G3, na linha 108, identificamos a estratégia *avaliação*, quando o grupo avalia os efeitos da decisão tomada no sistema de produção do personagem do caso. Não foi identificado o emprego de estratégias afetivas na resolução desse caso.

As Figuras 5.27 e 5.28 mostram, respectivamente, a frequência do emprego das estratégias cognitivas e metacognitivas usadas pelos grupos no processo de resolução dos três casos analisados. O eixo x indica as estratégias identificadas nas apresentações orais dos grupos e o eixo y a frequência de vezes em que foram usadas.

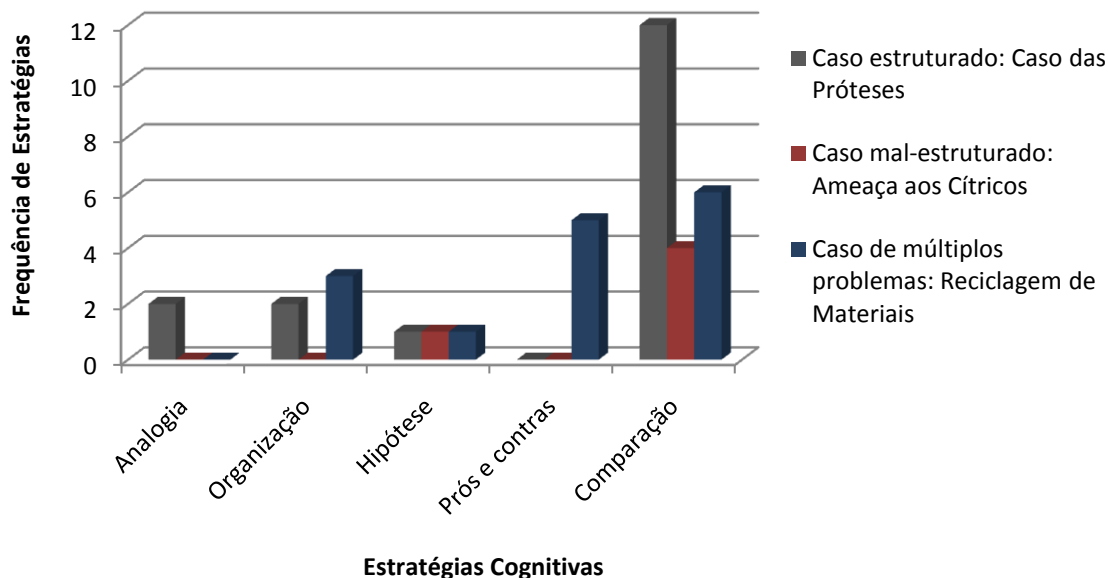


FIGURA 5.27 – Frequência do emprego de estratégias cognitivas durante o processo de resolução do caso estruturado, mal-estruturado e de múltiplos problemas.

Independentemente do tipo de problema e, portanto, das diferenças relacionadas aos procedimentos para a sua resolução, existe uma série de procedimentos e habilidades que são comuns em todos os problemas. Em outras palavras, para resolver um problema é necessário prestar atenção, recordar, relacionar certos elementos entre si, além de que, na maioria dos problemas essas habilidades devem ser utilizadas numa determinada ordem para que atinjamos a nossa meta (COSTA e MOREIRA, 1997). Nessa perspectiva, o aluno é, então, encarado como um sujeito ativo, autodeterminado, capaz de processar informação de forma complexa, idiossincrática, aprendendo através da utilização ativa de estratégias cognitivas (FIGUEIRA, 2006). Na resolução dos casos um grupo de procedimentos, que chamamos de estratégias cognitivas, também foi identificado na argumentação dos grupos.

Segundo KIM e SONG (2005) a argumentação é uma atividade cognitiva que envolve justificativas, evidências e razões para defender um ponto de vista de tal maneira que este se torne aceitável pelos demais. As estratégias cognitivas são diferenciadas das metacognitivas por vários autores, como aponta FIGUEIRA (2006). As estratégias cognitivas são consideradas técnicas, procedimentos específicos para o sujeito atingir os objetivos, realizar as tarefas, atividades invocadas que permitem o desenvolvimento cognitivo. Por outro lado, as

estratégias metacognitivas são consideradas procedimentos de verificação das estratégias cognitivas, isto é, procedimentos que permitem ao sujeito certificar-se de que os objetivos foram alcançados. São atividades invocadas que monitorizam e regulam a aprendizagem e o desenvolvimento ou progresso cognitivo. Deste modo, a autora considera que cognição e metacognição são processos independentes, embora complementares.

Partindo da definição de estratégias cognitivas como procedimentos específicos para o sujeito atingir os objetivos, classificamos como tais aquelas estratégias empregadas pelos estudantes com o intuito de solucionar o caso proposto, objetivo da atividade. Dentre as estratégias empregadas se destaca a frequência significativa do uso da *comparação*, situação em que os estudantes apresentavam comparações entre as distintas alternativas existentes para solucionar o problema, na tentativa de optar pela mais viável; ou entre as características das possíveis causas do problema, na tentativa de identificá-lo. De acordo com a Figura 5.27, verificamos que os três casos estimularam o emprego da referida estratégia. No entanto, o caso estruturado *Caso das Próteses* mostrou-se mais eficiente pelo fato de o problema apresentar mais aspectos a serem considerados. Nesse caso, além dos fatores econômicos, fortemente considerados nos outros casos, aspectos peculiares ao caso como comodidade do paciente pela escolha de próteses mais leves e maleáveis, interferência das diferentes próteses em exames, biocompatibilidade ou recuperação pós-operatória foram questões ressaltadas pelos alunos. No caso mal-estruturado *Ameaça aos Cítricos*, dos quatro enunciados classificados como *comparação* apenas um estava relacionado com as diferentes alternativas de solução, os demais estavam relacionados à análise comparativa das possíveis causas do problema, uma vez que a principal característica desse tipo de caso é a não identificação do problema no contexto do caso. Dessa maneira, verificamos que a natureza do caso estimulou o emprego da estratégia *comparação* pelos estudantes.

A estratégia *apresentação de prós e contras* apenas foi identificada na resolução do caso de múltiplos problemas *Reciclagem de Materiais*, quando os grupos apresentavam as vantagens e desvantagens relacionadas a uma mesma alternativa de solução para o problema. A estratégia *analogia* apenas foi identificada na resolução do caso estruturado *Caso das Próteses*, quando os estudantes estabelecem relações entre capacidades humanas (enxergar, pensar) e a ação do

osso diante da prótese de mamona. A estratégia *hipótese* foi identificada na mesma frequência para os três diferentes tipos de casos. Para cada caso, identificamos apenas uma única vez a ocorrência da estratégia. No que diz respeito à *organização*, estratégia que segundo WEINSTEIN e MAYER (1986), citados por FIGUEIRA (2006), implica na transformação da informação de forma que seja mais fácil a compreensão: categorização da informação, agrupamento da informação em blocos, esquemas, resumos, construção de diagramas, mapas, *flowcharts*, criação de uma hierarquia de fontes de informação, apenas os grupos que solucionaram o caso mal-estruturado *Ameaça aos Cítricos* não recorreram a esse tipo de estratégia. Se observamos a Figura 5.27 constatamos que esse foi o caso que menos estimulou o emprego de estratégias cognitivas pelos estudantes, se comparado aos demais. O fato de o caso ser de difícil resolução, não favoreceu com que estratégias como *comparação* e *apresentação de prós e contras* fossem empregadas, uma vez que não havia diversidade de alternativas a serem consideradas. Além disso, o fato de o caso não apresentar possibilidades efetivas de solução parece ter desmotivado os estudantes, o que sugere o pouco emprego de outros tipos de estratégias. Ideia que encontra respaldo na colocação de FIGUEIRA (2006), quando ressalta que a motivação é considerada um componente fundamental do comportamento estratégico e o precursor da utilização de estratégias.

As estratégias metacognitivas são orientadas para apoiar os processos executivos de controle como o planejamento, o monitoramento e a regulação dos processos cognitivos e do comportamento (BORUCHOVITCH, 2007). De acordo com ALVES e LUZ (2007) as capacidades metacognitivas relacionam-se aos conhecimentos que o estudante possui acerca dos seus processos de pensamentos, como descreve e toma consciência dos seus próprios pensamentos, como auto-regula e auto-controla aquilo que está por fazer e como conduz as ações durante a resolução de problemas. A Figura 5.28 ilustra a frequência do emprego das estratégias metacognitivas pelos grupos no processo de resolução dos diferentes tipos de casos.

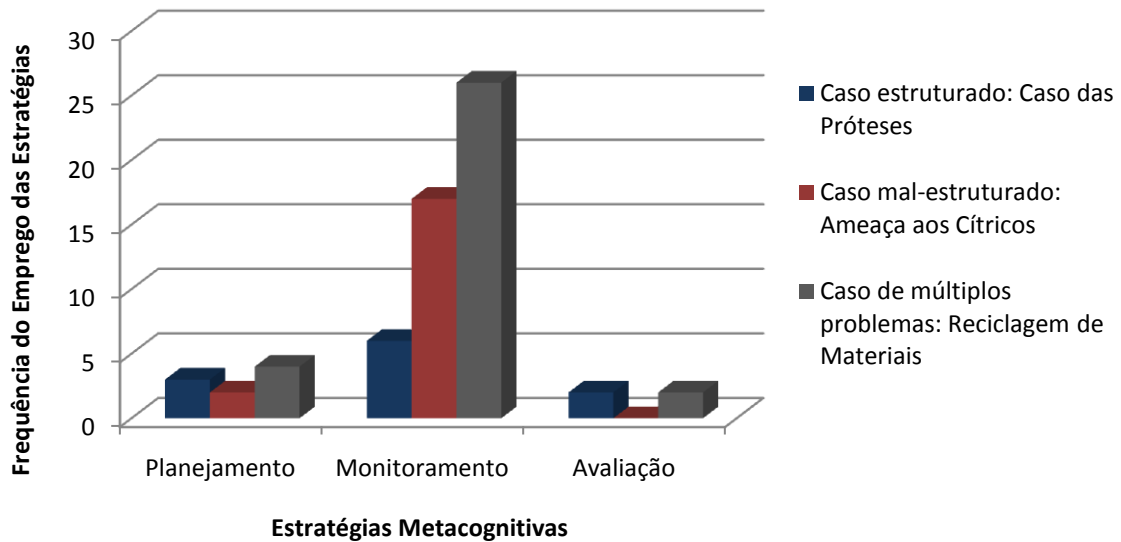


FIGURA 5.28 – Frequência do emprego de estratégias metacognitivas durante o processo de resolução do caso estruturado, mal-estruturado e de múltiplos problemas.

Conforme verificamos na Figura 5.28, a maior frequência do emprego de estratégias metacognitivas ocorreu na resolução do caso de múltiplos problemas *Reciclagem de Materiais*. A maior quantidade de problemas a ser solucionada levou ao constante *monitoramento* dos grupos em relação a cada uma das decisões necessárias para a resolução do caso, como evidenciamos na FIGURA 5.26, nos sucessivos questionamentos do próprio grupo sobre o que o deveria ser realizado na etapa seguinte. No entanto, a referida estratégia também foi observada de maneira expressiva nas apresentações orais dos outros dois casos. Verificamos que os três casos estimularam o emprego da estratégia *planejamento*, quando os grupos explicitavam os objetivos e os critérios a serem considerados na análise do problema, como forma de direcionar as ações a serem desenvolvidas. A estratégia *avaliação* foi identificada na apresentação oral de dois grupos que solucionaram o caso estruturado e de dois grupos que solucionaram o caso de múltiplos problemas, quando argumentavam sobre os efeitos das decisões tomadas para solucionar o caso. Não identificamos o emprego de tal estratégia em relação ao caso mal-estruturado. Ademais, a única estratégia metacognitiva empregada na resolução desse caso foi o *planejamento*, por dois grupos que o solucionaram. Acreditamos que a escassez de alternativas, assim como a insuficiência das mesmas para solucionar o problema tenha dificultado o emprego da estratégia *monitoramento* e principalmente da *avaliação* em relação aos efeitos das decisões tomadas.

Assim como PAIVA (1998), em pesquisa realizada com graduandos de um curso de Licenciatura em Letras, constatamos que as estratégias metacognitivas foram empregadas com frequência significativa, enquanto que as afetivas foram as menos usadas pelos alunos. Destas, apenas a estratégia *empatia* foi identificada duas vezes nos enunciados de grupos que solucionaram o caso estruturado *Caso das Próteses*. O fato de o caso tratar do problema vivenciado por um jovem estudante, com características semelhantes às dos próprios alunos, parece ter estimulado a sua empatia, como verificamos em enunciados em que se colocaram no lugar do personagem do caso, ao imaginarem as suas emoções e angústias.

Segundo PAIVA (1998) as pessoas aprendem de forma diferente em decorrência de seus diferentes estilos e contextos de aprendizagem. A sala de aula é apenas um dos fatores que interfere no progresso do aprendiz. Compete ao professor, dentro de um enfoque humanístico, incentivar os alunos a se responsabilizarem por sua aprendizagem, conscientizando-os sobre os processos cognitivos e treinando-os no uso de estratégias mais eficientes. Nessa perspectiva, o planejamento cuidadoso, por parte do professor, tanto no que diz respeito à elaboração dos casos, como no acompanhamento do seu processo de resolução, se faz necessário, de modo que a problemática envolvida no caso, assim como a condução da atividade seja favorável ao atendimento dos objetivos propostos.

5.5. Análise dos argumentos empregados nos debates sobre a resolução dos casos nas Turmas B e C

Na literatura encontramos diversos trabalhos que utilizam o debate como estratégia para promover a argumentação na sala de aula, especialmente sobre questões sócio-científicas (SIMONNEAUX, 2001; SANTOS et al., 2001). Nessa pesquisa também recorreremos a esse tipo de estratégia como forma de favorecer a argumentação dos estudantes a respeito da resolução dos casos propostos.

Conforme mencionamos no capítulo *Metodologia de Pesquisa*, na Turma A, que corresponde ao nosso trabalho de mestrado (SÁ, 2006), as sessões de apresentações orais e posteriores discussões foram organizadas de tal modo que reunissem, em cada ocasião, três grupos com casos distintos. Nessa situação, ao analisarmos as discussões ocorridas após as apresentações, percebemos que os questionamentos dos alunos que assistiam à exposição das resoluções dos casos

se limitavam a simples perguntas sobre definições gerais de termos específicos do caso e sobre algumas curiosidades inerentes ao assunto. Assim, não verificamos ocorrência de argumentação na grande maioria das discussões. Apenas em uma das apresentações isto se fez possível: durante a apresentação de um dos grupos sobre a resolução do caso *Praga do Coqueiro*, um aluno de outro grupo, que também trabalhava com o mesmo caso, compareceu às apresentações e fez vários questionamentos que favoreceram a elaboração de argumentos por parte do grupo expositor.

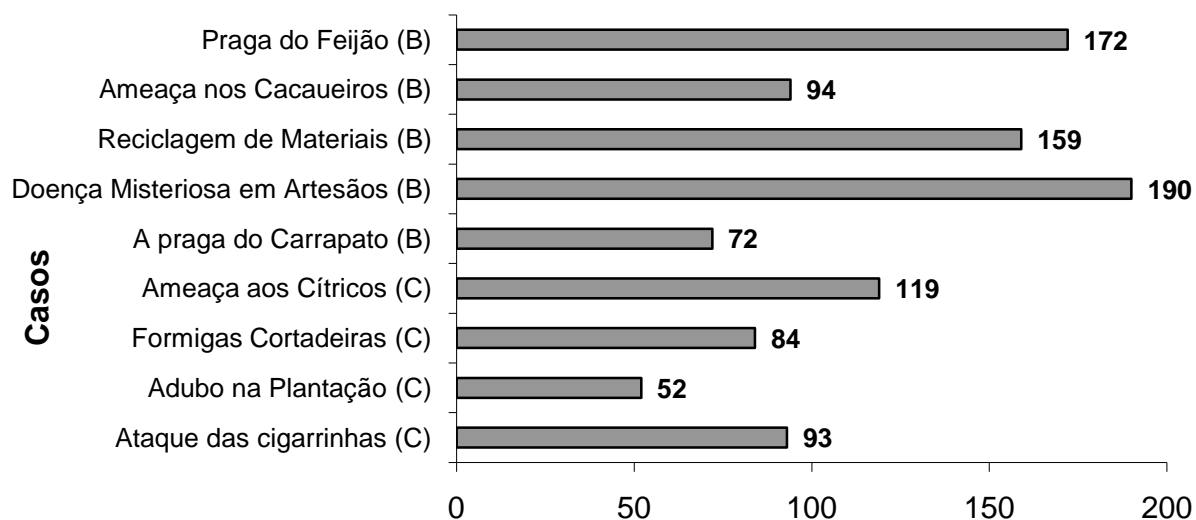
Tendo em vista a não ocorrência de argumentação na Turma A, realizamos modificações na estratégia aplicada nas propostas dos anos subsequentes. Dessa maneira, nas Turmas B e C, as sessões de apresentações orais foram seguidas de debates estruturados entre grupos que haviam solucionado casos iguais. A análise dos debates nas duas turmas foi realizada sob duas perspectivas. A primeira diz respeito à frequência dos turnos de conversação ocorridos durante os debates sobre cada caso e como cada um desses casos estimulou, ou não, o debate na sala de aula. A segunda foi realizada com base no Modelo de Argumentação Aplicável a Processos de Resolução de Questões Sócio-Científicas.

5.5.1. Análise da frequência dos turnos de conversação durante os debates entre os grupos pertencentes às turmas B e C

No trabalho desenvolvido por ZOHAR e NEMET (2002) as autoras avaliaram a argumentação de estudantes quando submetidos a uma atividade que envolvia dilemas relacionados à Genética Humana. Na análise da qualidade dos argumentos elaborados pelos alunos as autoras quantificaram os turnos de conversação ocorridos durante duas discussões entre os estudantes a respeito dos dilemas. Nesse sentido, com o intuito de analisarmos em que medida cada um dos casos propostos, nas turmas B e C, estimulou o debate entre os diferentes grupos que ficaram responsáveis por solucioná-los, verificamos a quantidade de turnos de conversação existentes em cada um dos debates e procuramos, a partir desses resultados, investigar sobre possíveis tendências devidas a natureza dos diferentes casos.

A Figura 5.29 apresenta a análise quantitativa dos turnos de conversação ocorridos durante os debates nas turmas B e C. O eixo x indica os

casos propostos e as respectivas turmas em que os mesmos foram aplicados. O eixo y ilustra a quantidade de turnos de conversação ocorridos nos debates entre os grupos responsáveis por cada um dos casos.



Quantidade de Turnos de Conversação Identificados nos Debates

FIGURA 5.29 - Quantidade de turnos de conversação ocorridos nos debates promovidos nas turmas B e C.

No que diz respeito às soluções apontadas para os casos verificamos que alguns deles foram solucionados de maneira distinta, enquanto outros, de maneira semelhante. De acordo com a Figura 5.29, discutiremos a seguir possíveis relações entre a quantidade de turnos de conversação e a forma como os casos foram solucionados (soluções distintas ou semelhantes), além de outras características inerentes ao problema que possam ter fomentado maior discussão entre os grupos.

Casos com soluções distintas

Como é possível perceber na Figura 5.29, os casos *Doença Misteriosa em Artesãos*, *Praga do Feijão* e *Reciclagem de Materiais* se destacaram significativamente dos demais em relação ao elevado número de turnos de conversação verificados nos debates. Em relação ao caso *Doença Misteriosa em Artesãos*, 190 turnos de conversação foram verificados. Em linhas gerais, o caso aborda o problema de um artesão que vem apresentando uma série de sintomas que levam a crer que se devam à sua atividade profissional. Trata-se de um caso de difícil resolução, em que vários critérios necessitaram ser estabelecidos pelos

alunos, após concluírem que o artesão sofria de uma doença incurável: silicose. No entanto, mesmo nessas condições os estudantes deveriam apontar quais alternativas seriam viáveis para amenizar o problema do artesão, levando em consideração aspectos econômicos, sociais, éticos etc. Os três grupos incumbidos de solucionar o caso concordaram quanto à falta de solução para a doença do artesão, mas, de maneiras distintas, apontaram uma variedade de ações que deveriam ser realizadas com o intuito de propiciar melhor qualidade de vida para o personagem. Além disso, o debate girou em torno da legislação vigente, no que diz respeito aos direitos desses trabalhadores, e de ações que poderiam ser levadas a cabo pelas autoridades governamentais no sentido de evitar o problema. Desse modo, percebemos que o caso proposto estimulou um debate mais prolongado por envolver questões que foram além do problema de saúde do personagem, como por exemplo, questões econômicas e éticas, relacionadas aos direitos não garantidos pelo governo a essa classe de profissionais. Essas questões provocaram forte empatia por parte dos alunos com o problema proposto. Nesse sentido, HERREID (1998) aponta o fator empatia como um dos requisitos essenciais a ser considerado em um caso.

Em seguida, os debates sobre os casos *Praga do Feijão* e *Reciclagem de Materiais*, apresentaram maior quantidade de turnos de conversação, 172 e 159, respectivamente. Assim como no caso *Doença Misteriosa em Artesãos*, os grupos que os solucionaram também chegaram a soluções distintas. Assim, percebemos que nessas situações os debates foram mais prolongados, uma vez que os estudantes possuíam mais elementos pra discutir, pelo fato de apresentarem uma solução que divergia daquelas apresentadas pelos outros grupos.

Além disso, os casos *Doença Misteriosa em Artesãos* e *Reciclagem de Materiais* são casos de múltiplos problemas que, como a própria denominação sugere, apresenta mais de um problema a ser solucionado e conseqüentemente requer maior discussão a respeito de tais questões. Para o caso *Formigas Cortadeiras* também foram apresentadas soluções distintas pelos grupos responsáveis por sua resolução. No entanto, um número menos significativo de turnos de conversação foi identificado no debate. Na análise verificamos que apesar de os três grupos apresentarem soluções distintas, não houve grande resistência de nenhum deles para aceitar a solução apontada pelos demais, razão pela qual o debate não foi tão prolongado.

Casos com soluções semelhantes

Para os demais casos, as soluções apontadas foram iguais, por pelo menos dois dos grupos que o solucionaram. No entanto, vale ressaltar que mesmo nessa situação os debates foram acirrados, pois a solução final do caso não foi o único aspecto discutido pelos estudantes. Todo o processo que conduziu à solução do caso gerou questionamentos entre os diferentes grupos, mesmo aqueles que optaram pela mesma alternativa de solução.

O quarto caso com maior número de turnos de conversação foi o *Ameaça aos Cítricos* (119). Para este, assim como para o caso *Doença Misteriosa em Artesãos*, os grupos alegaram não haver solução para o problema: doença que atacava os frutos cítricos (cancro cítrico). Nesse caso, o debate também foi acirrado no que diz respeito a aspectos éticos relacionados à erradicação das plantas e aos métodos de prevenção, uma vez que não havia alternativas capazes de curar a doença. Desse modo, a partir da análise dos dois debates, verificamos que problemas que não apresentam soluções capazes de resolvê-los de modo imediato e que abarcam questões que ultrapassam o contexto do caso, como direitos humanos e medidas de prevenção em níveis locais e nacionais, parecem estimular a ocorrência de debates mais prolongados.

Na análise verificamos que não houve diferença significativa em relação ao número de turnos de conversação nos debates sobre os casos *Ameaça aos Cacaueiros* (94), *Formigas Cortadeiras* (84), *Ataque das Cigarrinhas* (93) e a *Praga do Carrapato* (72), o que sugere que tais casos apresentam complexidade semelhante. Vale destacar que no debate sobre o caso *Praga do Carrapato* apenas dois grupos o solucionaram, e, por essa razão, o debate foi menos prolongado em relação aos casos anteriormente mencionados.

Dentre os casos propostos, o *Adubo na Plantação* apresentou a menor quantidade de turnos de conversação (52). De fato, tal caso parece ter provocado conflito entre os estudantes em relação ao problema a ser solucionado. Alguns alunos alegaram que embora o contexto do caso sugira que o problema diz respeito ao tipo de adubação empregado numa plantação de arroz, não reconheceram que a adubação seja o problema. Isso provocou um conflito entre os alunos sobre até que ponto as ideias colocadas no caso deveriam ser consideradas na sua solução.

Com exceção do caso *Doença Misteriosa em Artesãos*, todos os casos propostos nas Turmas B e C, tratavam de questões que envolviam fortemente aspectos ambientais. Nesse sentido, encontramos na literatura trabalhos que apresentam propostas que contemplam tais aspectos no intuito de propiciar o debate na sala de aula e com isso promover uma série de habilidades entre os estudantes, tais como tomada de decisão, capacidade de solucionar problemas e argumentação (JIMENEZ ALEIXANDRE, 2002; SÁ e QUEIROZ, 2009). Nessa perspectiva, de acordo com a quantidade de turnos de conversação verificada nos debates sobre os casos, percebemos que as questões ambientais propostas promoveram a ocorrência de debates prolongados.

De modo geral, as considerações supracitadas apontam para a necessidade de atenção no processo de elaboração de casos. Ou seja, é pertinente que, ao se elaborar um caso, se verifiquem as possibilidades de solução que o mesmo apresenta, que tipos de aspectos podem estar envolvidos na sua solução, o grau de complexidade da questão e a coerência do problema proposto. É essencial que na construção do caso sejam inseridas questões ou situações que possam conduzir aos objetivos propostos com a sua aplicação (SÁ e QUEIROZ, 2009a).

5.5.2. Análise dos argumentos identificados nos debates entre grupos pertencentes às Turmas B e C utilizando o Modelo de Argumentação Aplicável a Processos de Resolução de Questões Sócio-Científicas

Para análise dos argumentos produzidos durante os debates entre os diferentes grupos, utilizamos o Modelo de Análise de Argumentação para Questões Sócio-científicas, descrito no capítulo *Referenciais Teóricos* desta tese. Segundo o Modelo a análise da argumentação é realizada sob três diferentes perspectivas, todas elas consideradas na análise dos argumentos empregados durante os debates. Com o emprego do referido Modelo analisamos todos os debates ocorridos nas turmas B e C com o intuito de verificar possíveis tendências na argumentação dos grupos, do ponto de vista do referencial adotado, quando incumbidos de solucionar casos de diferentes tipos. Para exemplificar como a análise dos debates foi realizada selecionamos os debates de grupos que solucionaram os mesmos casos cujas apresentações orais foram analisadas, com exceção do caso estruturado *Caso das Próteses*, uma vez que na Turma A, como já discutido anteriormente, não houve a ocorrência de debates. Dessa forma, foi analisado o debate promovido a respeito da resolução do caso estruturado *Ataque das*

Cigarrinhas; do caso mal-estruturado *Ameaça aos Críticos*; e do caso com múltiplos problemas *Reciclagem de Materiais*. Com a seleção dos mesmos casos temos também a intenção de fazer comparações entre a argumentação dos grupos quando submetidos a diferentes situações de ensino. Ou seja, além da natureza do caso, também buscamos verificar o quanto cada situação (apresentação oral e debate) foi capaz de estimular determinados tipos de argumentos pelos estudantes. A seguir é apresentada uma breve descrição do caso estruturado *Ataque das Cigarrinhas*, considerando que os demais já foram descritos em tópico anterior.

Caso estruturado: O caso denominado *Ataque das Cigarrinhas*, proposto na Turma C, trata de questões relacionadas à proliferação de pragas que atacam plantações de cana-de-açúcar. Como futuros profissionais de Química, cabia aos grupos responsáveis pela resolução desse caso, ajudar um produtor de cana-de-açúcar, morador na cidade de Piracicaba, São Paulo, a enfrentar o ataque de cigarrinhas em sua plantação. Trata-se de um caso estruturado, em que o problema é bem definido no contexto do caso e aborda fortemente questões ambientais. No que diz respeito às resoluções apontadas para o caso, constatamos que os três grupos chegaram à mesma solução, ou seja, todos os grupos optaram pelo controle biológico, utilizando o fungo *Metarhizium Anisopliae*. No entanto, vale ressaltar que, muito embora os três grupos tenham concordado quanto à solução apontada para o caso, o debate foi extremamente acirrado. Várias colocações feitas pelos grupos durante suas apresentações foram questionadas pelos demais, fato que demonstra a atenção prestada durante as apresentações orais e o envolvimento dos alunos com o tema.

Natureza dos critérios considerados na resolução dos casos

A primeira perspectiva de análise consistiu em verificar a natureza dos critérios considerados nos argumentos dos estudantes a respeito da resolução do caso durante os debates. Assim, classificamos os argumentos de acordo com a sua natureza ambiental, científica, econômica, ética ou social, conforme explicado anteriormente. Na Figura 5.30 apresentamos fragmentos da análise realizada dos argumentos identificados nos debates ocorridos entre os grupos responsáveis pelo caso *Ataque das Cigarrinhas*, proposto na Turma B, solucionado por G1, G2 e G3. Cada “tomada de palavra”, por um determinado sujeito falante, corresponde a um turno de conversação (unidade de análise), identificado na primeira coluna da

Figura, juntamente com o autor da fala (nome fictício) e seu respectivo grupo. Vale ressaltar que na Figura 5.30, assim como nas demais Figuras que apresentam fragmentos de turnos de conversação, a análise não é ilustrada na íntegra, e cada sequência de conversação em destaque corresponde a um episódio. Por exemplo, a sequência 1 a 7 corresponde a um episódio, enquanto que a sequência 24 a 30, corresponde a outro episódio. Essa organização é válida para as análises posteriores. Buscamos transcrever todas as falas dos alunos durante a discussão, preservando ao máximo suas características originais.

CASO ESTRUTURADO Ataque das Cigarrinhas (Grupos G1, G2, G3)		
Turno/Aluno (grupo)	Natureza	Argumentos
1/ Fábio (G3)	Científica	<i>(...) você fala que 20% (umidade relativa do ar) seria o ideal, mas 60 a 70 % é que seria ideal.</i>
2/ Lúcia (G1)	Científica	<i>Não, eu falei que o mínimo seriam 20%, que essa umidade já estaria causando problemas.</i>
3/ Eliana (G1)	Científica	<i>Tem que está abaixo de 20%. Ela confundiu.</i>
5/ Paula (G3)	Ética	<i>Vocês não falaram especificadamente sobre Piracicaba. Eu queria saber em relação à declividade do terreno, como é que vocês fariam a colheita de cana? Como adequar a situação de Piracicaba com a colheita mecanizada?</i>
6/ Lúcia (G1)	Ética	<i>A lei foi imposta para regiões que podem ser mecanizáveis. Na região de Piracicaba que tem muito declive a aclave, não dá pra ser mecanizada, então a lei é mais aberta nesses casos.</i>
7/ Rita (G3)	Ética	<i>Não, a lei impõe sim pra região de Piracicaba, que é até 2031. Então tem que eliminar 100% até 2031. Para Piracicaba tem a lei também, só que é 10 anos a mais.</i>
24 / Rita (G3)	Ambiental	<i>Nós sugerimos o açúcar orgânico, aí só planta nas regiões planas e nas outras regiões com declive planta outros tipos de cultura.</i>
26 / Rita (G3)	Ambiental	<i>(...) então nas regiões planas dá pra usar máquinas, nas outras não. Aí não usa inseticidas químicos, e não têm queimadas porque reutiliza os compostos orgânicos.</i>
27 / Paula (G3)	Ambiental	<i>Vai pra reciclagem os compostos orgânicos, o bagaço de cana.</i>
30 / Paula (G3)	Econômica	<i>(...) o sistema orgânico é uma coisa lucrativa para a região.</i>
53 / Mara (G2)	Ambiental	<i>Esse nematóide depois que morre o que acontece? Não pode causar desequilíbrio, coisa do tipo? Outra coisa, vocês comentaram que ele anda até 30 cm atrás da cigarrinha, então ele não é eficiente pra uma plantação que está pouco infestada (...) porque se a cigarrinha está numa distância muito grande, ele não alcança.</i>
54 / Lia (G2)	Ambiental	<i>Ou então vai ter que ter muito nematóide e isso pode causar desequilíbrio ecológico também.</i>

55/ Eliana (G1)	Econômica	<i>Depende de como você aplica. Tanto que o maior problema não é encontrar a melhor solução, mas formular essa solução, seja por fungo ou nematóide, tanto que o nematóide não é a melhor opção porque o custo é elevado (...).</i>
56/ Lúcia (G1)	Científica	<i>Na verdade o nematóide foi testado em laboratório e ainda não foi testado em plantação. Então em laboratório ele conseguiu 100%. Lógico que eles devem ter colocado numa área pequena (...).</i>
72/ Paula (G3)	Ambiental	<i>Se vocês forem fazer uso junto desse bioinseticida com o defensivo químico, vocês não vão está gerando uma outra consequência para o meio ambiente, um acúmulo de resíduos no solo, uma contaminação da cana (...).</i>
73 / Mara (G2)	Ambiental	<i>Na verdade a gente não vai está gerando uma outra coisa que prejudique o meio ambiente. Vai continuar sim, porque já é utilizado o inseticida químico, só que numa quantidade bem menor até se conseguir ter uma total eficiência só do bioinseticida.</i>

FIGURA 5.30 – Análise dos argumentos de acordo com a natureza dos critérios considerados por G1, G2 e G3 no debate sobre o caso estruturado *Ataque das Cigarrinhas*.

No debate entre os grupos responsáveis pelo caso *O Ataque das Cigarrinhas*, ilustrado na Figura 5.30, verificamos a ocorrência de discussão prolongada a respeito das alternativas apontadas para a resolução do problema proposto. Argumentos de natureza ambiental, econômica, ética e científica foram identificados no decorrer do debate. Conforme verificamos na Figura 5.30, nos turnos 1, 2 e 3, a discussão dos alunos pertencentes a dois grupos diferentes gira em torno de uma questão de natureza científica, relacionada à umidade relativa do ar, que se inicia com o questionamento de Fábio, que verifica incoerência no argumento da colega pertencente ao outro grupo. Nos turnos 5, 6 e 7 as alunas discutem a respeito das peculiaridades da região de Piracicaba no que diz respeito ao declive e a inclinação das terras da região. Questões de natureza ética, baseadas na legislação de São Paulo em relação à colheita mecanizada da cana, foram colocadas por ambos os grupos. Nos turnos 24, 26, 27 e 30 alunas do G3 defendem suas ideias a respeito da produção do açúcar orgânico. Para tanto, argumentos de natureza ambiental e econômica são utilizados. Nos turnos 53 a 56 alunas do G1 e G2 discutem a respeito de um possível desequilíbrio ecológico causado pelo uso de um nematóide empregado no controle das cigarrinhas. Argumentos de natureza ambiental e científica foram considerados nas colocações das alunas. Da mesma forma, nos turnos 72 e 73 a discussão diz respeito a questões ambientais, nesse

momento por conta do uso conjunto de um bioinseticida com um defensivo químico, alternativa apontada por G3 como mais viável para solucionar o problema.

A Figura 5.31 ilustra a análise realizada dos argumentos empregados pelos grupos G1, G2 e G3, responsáveis pelo caso mal-estruturado *Ameaça aos Cítricos*.

CASO MAL-ESTRUTURADO <i>Ameaça aos Cítricos (Grupos G1, G2, G3)</i>		
Turno/Aluno (grupo)	Natureza	Argumentos
27/ Flávio (G2)	Científica	<i>(...) A gente vive com microorganismo dentro da gente, que podem causar doenças, só que a gente tá... não imunologicamente imune, mas como convive em harmonia as bactérias com as células do nosso corpo, seria a mesma coisa com os citros, deixar a bactéria conviver com a planta normalmente.</i>
44/ Marcus (G2)	Econômica	<i>Essas doenças costumam acontecer em pomares pequenos, porque normalmente quem tem dinheiro consegue erradicar logo, entrar em contato com esses órgãos que controlam os citros. Pensando nisso, o custo desse sequenciamento genético, vai ser alto? Visando assim, os pequenos agricultores, que estão nos lugares que têm mais focos da doença.</i>
56 / Bruno (G3)	Ética	<i>(...) a lei é federal, mas a complementação do 0,5% é lei estadual. Então, se vocês não querem erradicar, não erradiquem. Tem as multas lá, vocês podem pagar, fiquem à vontade. Só que é uma questão de ética eliminar o cancro cítrico por erradicação, porque está na lei. Agora se vocês querem deixar as plantas sadias sem erradicar...</i>
77 / Paulo (G1)	Ética	<i>Ela falou pra arrancar o galho, cortar a folha, mas segundo a FUNDECITRUS isso não é permitido. A qualquer sinal você tem que acionar, porque a partir desse momento as outras plantas já podem estar contaminadas. Vocês estão infringindo a lei nesse caso.</i>
84 / Bruno (G3)	Ética	<i>(...) na argumentação a gente teria que abordar também aspectos éticos. Você esquecer a lei é esquecer a ética. É a mesma coisa de você falar: ah, eu quero saber como é uma criança por dentro, vou lá, mato a criança e vou estudar ela.</i>
85/Professora (G3)	-	<i>Você é muito radical.</i>
86 / Bruno (G3)	Ética	<i>Não acho radicalismo, acho ética, se você quer infringir a ética pra resolver o caso. Então não se faça lei, porque se a lei é feita é pra ser cumprida. Se não vai ser cumprida, não se faça nem lei.</i>

QUADRO 5.31 – Análise dos argumentos de acordo com a natureza dos critérios considerados por G1, G2 e G3 no debate sobre o caso mal-estruturado *Ameaça aos Cítricos*.

Conforme verificamos na Figura 5.31, de acordo com o referencial adotado, apenas argumentos de natureza científica, econômica e ética foram considerados pelos alunos na análise do caso mal-estruturado *Ameaça aos Cítricos*. No turno 27, por exemplo, Flávio apresenta uma analogia fundamentada em

questões de natureza científica, envolvendo assuntos de microbiologia. No turno 44, Marcus, integrante do G2, questiona G1 sobre a viabilidade econômica da pesquisa sobre sequenciamento genético por ele mencionado, considerando o alto custo que tal medida acarretaria para um pequeno produtor. Argumentos dessa natureza não foram identificados em frequência significativa no debate. Levando em conta que considerável parte do debate girou em torno da questão da legislação sobre a medida de erradicação proposta por G1, argumentos de natureza ética foram bastante empregados pelos alunos, conforme verificamos no turno 56, quando Bruno, integrante do G3, ressalta a questão ética envolvida em tal medida, e no turno 77, quando Paulo, do G1, ressalta as implicações resultantes da não erradicação, inclusive a infração na lei. Na sequência dos turnos 84, 85 e 86, o debate também envolve aspectos éticos, quando Bruno novamente ressalta a importância de se considerar tais aspectos na resolução do caso. Muito embora o caso envolva questões ambientais, argumentos de tal natureza não foram identificados, assim como aqueles de natureza social.

Na Figura 5.32 é ilustrada a análise realizada dos argumentos empregados pelos grupos G1, G2 e G3, responsáveis pelo caso de múltiplos problemas *Reciclagem de Materiais*.

CASO COM MÚLTIPLOS PROBLEMAS <i>Reciclagem de Materiais (Grupos G1, G2, G3)</i>		
Turno/Aluno (grupo)	Natureza	Argumentos
8/Clara (G2)	Científica	<i>Eu não entendi quando adicionar o cloreto férrico no óleo, esses flocos fazem o que com o óleo?</i>
9/Pedro (G1)	Científica	<i>O negócio é o seguinte: você vai jogar o cloreto férrico, ele vai reagir com a água e vai produzir $Fe(OH)_3$. Esse $Fe(OH)_3$ vai juntar, forma esse precipitado, ele vai pegar as impurezas do óleo, entendeu? Vai pegar o óleo sujo e teoricamente deixar ele limpo. O ideal é você deixar básico o pH, ele vai decantar, daí se você quiser filtrar, você vai retirar o óleo limpo.</i>
63/Bianca (G1)	Ambiental e Econômica	<i>Ela (técnica com ácido) é mais barata que o uso do hexano e mais cara que o uso do detergente, mas como ela é mais eficaz, mais prática, menos polui, não precisa de outros investimentos maiores como a do detergente, então por ela ter assim maior custo benefício é que a gente pegou esse método, entendeu?</i>

120/não visualizada (G1)	Social	<i>Só uma coisinha, parece tão óbvio que a reciclagem melhora a qualidade de vida das pessoas...</i>
121/Clara (G2)	Ambiental	<i>Então, é porque a reciclagem vai diminuir a poluição ambiental, entendeu? Consequentemente vai melhorar a qualidade de vida da população.</i>
122/Renato (G2)	Social	<i>E também vai gerar emprego e se gerar emprego vai melhorar a qualidade de vida.</i>
123/Renato (G2)	Social	Alunos discutem todos ao mesmo tempo <i>Indiretamente vai melhorar, né? Porque se fosse reciclado tudo o que a gente joga no lixo melhoraria muito a nossa qualidade de vida, mas de uma forma indireta.</i>
132/Natália (G3)	Científica e Econômica	<i>Na verdade é assim: ela (vermiculita) é um mineral, você encontra ela na natureza, ela sem ser expandida. É um mineral normal que é hidrofílico, gosta de água. Pra ela ser utilizada ela tem que ser hidrofóbica, aí tem esse processo de expansão, só que você já encontra ela hidrofóbica em lojas de materiais de construção. Tanto que ela é utilizada em construção civil e para ser utilizada em construção civil não pode ser uma coisa cara.</i>

FIGURA 5.32 – Análise dos argumentos de acordo com a natureza dos critérios considerados por G1, G2 e G3 no debate sobre o caso de múltiplos problemas *Reciclagem de Materiais*.

Argumentos de natureza científica envolvendo assuntos como pH, reações químicas, métodos de separação de misturas foram frequentemente empregados pelos grupos durante o debate sobre a resolução do caso *Reciclagem de Materiais*. Conforme ilustra a Figura 5.32, no turno 8, por exemplo, Clara, integrante do G2 pergunta ao G1 sobre a ação do cloreto férrico em relação ao óleo das embalagens. A pergunta é respondida por Pedro, no turno 9, que apresenta, em linhas gerais, o que deverá ocorrer na reação e o produto resultante. Além disso, apresenta informações sobre o método para separação do óleo após a reação. Argumentos de cunho ambiental também foram considerados pelos grupos no debate. Como verificamos no turno 63, Bianca, integrante do G1, apresenta uma comparação do ponto de vista ambiental e também econômico, outro aspecto fortemente considerado na resolução desse caso, sobre as vantagens do método que utiliza ácidos em relação ao uso do hexano e do detergente. Na sequência que inicia no turno 120 identificamos o emprego de argumentos de natureza ambiental e social por integrantes do grupo G1 e G2. No turno 120, por exemplo, a aluna (não foi possível identificá-la na gravação do vídeo) faz um comentário de natureza social relacionado aos benefícios proporcionados à qualidade de vida da população. O

comentário é seguido de colocações de natureza ambiental e social por integrantes do G2, que ressaltam questões como poluição ambiental, geração de empregos e melhorias na qualidade de vida da população. No turno 132, Natália, integrante do G3, apresenta um argumento de natureza científica e econômica relacionado ao emprego da vermiculita expandida. A vermiculita é um mineral cujos cristais quando submetidos à temperatura de aproximadamente 1000°C, expandem-se constituindo a vermiculita expandida, que tem múltiplas e interessantes utilizações em vários setores da atividade humana. Dentre as diversas aplicações, a vermiculita na sua forma hidrofóbica é capaz de atrair compostos orgânicos cancerígenos e pode ser usado no tratamento de águas poluídas por rejeitos industriais. A técnica pode também ajudar a remediar desastres ambientais como os recentes derramamentos de óleo na Baía da Guanabara e no Rio Iguaçu (<http://www.redetec.org.br/inventabrasil/verm.htm>).

A Figura 5.33, a seguir, ilustra a análise global realizada a respeito da natureza dos critérios considerados nos argumentos dos grupos durante os debates sobre a resolução dos casos estruturados, mal-estruturados e de múltiplos problemas, aplicados nas turmas B e C. O eixo x indica o nome dos casos e o eixo y indica a frequência de menções aos diferentes critérios.

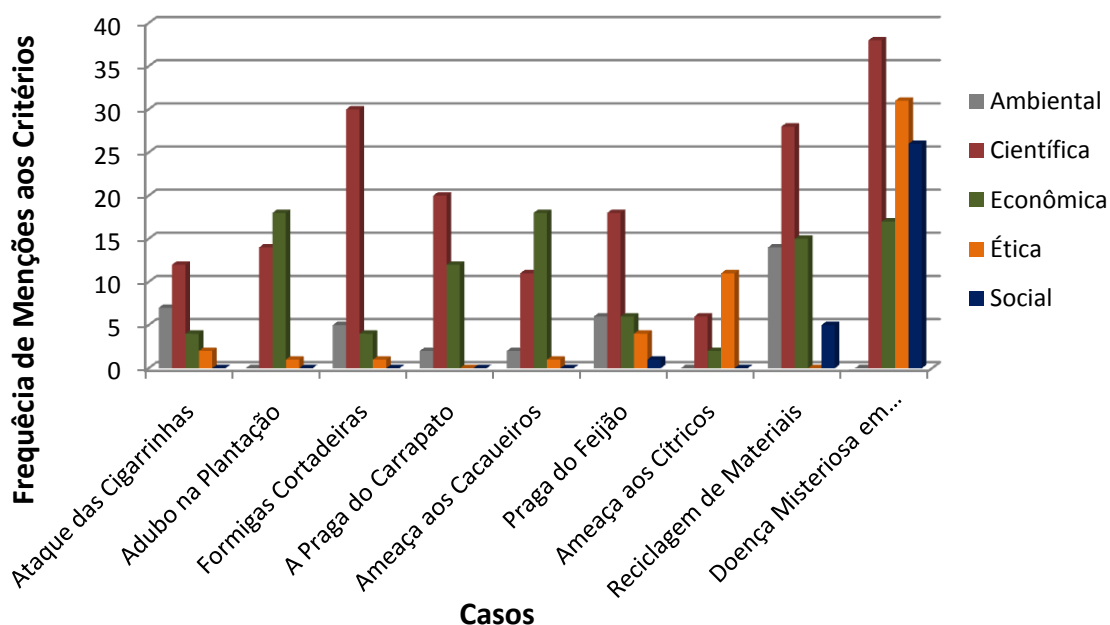


FIGURA 5.33 – Análise global da natureza dos critérios considerados nos argumentos dos grupos durante os debates promovidos nas turmas B e C.

Conforme ilustra a Figura 5.33 argumentos de natureza científica foram os mais frequentes nos debates sobre a maioria dos casos, com exceção apenas dos casos *Adubo na Plantação*, *Ameaça aos Cacaueiros* e *Ameaça aos Cítricos*. Tratava-se de argumentos que envolviam conceitos relacionados às diferentes áreas científicas como Química, Biologia, Fisiologia Humana, Genética etc., dependendo do assunto envolvido no caso. O caso *Reciclagem de Materiais*, por exemplo, estimulou fortemente a elaboração de argumentos de natureza científica, concernentes à área de Química. Argumentos dessa natureza foram identificados em 28 dos 159 turnos de conversação verificados no debate. Por outro lado, o caso *Doença Misteriosa em Artesãos* favoreceu a elaboração de argumentos fundamentados em conceitos de Fisiologia Humana e Mineralogia: 38 dos 190 turnos de conversação envolveram tais conceitos. Ambos são casos de múltiplos problemas e estimularam consideravelmente a elaboração de argumentos de distintas naturezas pelos estudantes.

Argumentos de natureza econômica foram também identificados em todos os debates, em frequências distintas, que variaram de acordo com o problema proposto. Por exemplo, nos debates sobre os casos *Adubo na Plantação* e *Ameaça aos Cacaueiros* foi identificado maior número de argumentos baseados em aspectos econômicos. No que diz respeito ao primeiro, 18 dos 52 turnos de conversação giraram basicamente em torno da viabilidade econômica de determinadas alternativas de solução para o caso, tendo em vista as poucas condições financeiras do personagem. Em relação ao caso *Ameaça aos Cacaueiros*, 18 dos 94 turnos de conversação se pautaram basicamente na análise dos riscos-benefícios relacionados à aplicação de determinadas alternativas para solucionar o problema.

Argumentos de natureza ambiental foram empregados na resolução da maioria dos casos, embora em frequência pouco significativa. De fato, a maioria dos casos favoreceu a consideração de tais aspectos. As únicas exceções, nesse sentido, foram os casos *Adubo na Plantação* e *Ameaça aos Cítricos*, que embora envolvessem aspectos ambientais, esses não foram mencionados pelos estudantes durante os debates; e o caso *Doença Misteriosa em Artesãos*, que não envolveu aspectos de natureza ambiental na sua solução, razão pela qual os mesmos não foram identificados durante os debates. Por outro lado, esse caso estimulou fortemente argumentos fundamentados em princípios éticos e sociais, critérios pouco considerados na solução dos outros casos. O caso *Reciclagem de Materiais*

foi o que mais estimulou argumentos fundamentados em critérios ambientais, se comparado aos demais. Catorze dos 159 turnos de conversação abordaram questões como o impacto ambiental causado pelo descarte inadequado de materiais ou a importância da reciclagem para a conservação do meio ambiente.

O caso *Doença Misteriosa em Artesãos* estimulou consideravelmente a elaboração de argumentos baseados em princípios éticos. Identificamos em 31 turnos de conversação argumentos relacionados aos direitos dos artesãos e aos deveres do governo com essa classe de profissionais. No debate sobre esse caso também identificamos o maior número de argumentos de natureza social, relacionados principalmente à qualidade de vida desses trabalhadores.

Análise comparativa da natureza dos critérios considerados: apresentações orais x debates

Com o intuito de especularmos a respeito das características das diferentes estratégias (apresentações orais e debates) no favorecimento da argumentação, analisamos em que medida as diferentes estratégias propiciaram a elaboração de determinados tipos de argumentos, empregados na solução dos diferentes tipos de casos. A Tabela 5.7 ilustra o número de menções aos diferentes critérios, verificado nas situações de apresentações orais e debates sobre os casos estruturados. Análise semelhante foi realizada para as fontes de evidências e estratégias de aprendizagem, aspectos que serão discutidos nos tópicos seguintes.

TABELA 5.7 – Análise comparativa da natureza dos critérios considerados nos argumentos empregados nas apresentações orais e debates sobre os casos estruturados, onde A = apresentação oral e D = debate.

Casos estruturados	Ambiental		Científica		Econômica		Ética		Social		Outra	
	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D
A Praga do Carrapato	8	2	13	20	9	12	0	0	0	0	3	0
Formigas Cortadeiras	18	5	17	30	15	4	1	1	0	0	6	0
Adubo na Plantação	4	0	25	14	28	18	2	1	1	0	4	0
Ataque das Cigarrinhas	8	7	12	12	19	4	6	2	5	0	4	0

Conforme ilustra a Tabela 5.7, as situações de apresentações orais a respeito dos casos estruturados foram significativamente mais favoráveis que os debates à elaboração de argumentos baseados em critérios de distintas naturezas. A única exceção, de acordo com a Tabela 5.7, ocorre no caso *A Praga do*

Carrapato, o que é perfeitamente justificável, uma vez que apenas dois grupos solucionaram esse caso, e, portanto, apenas duas apresentações orais foram analisadas, enquanto que nos demais, três. A organização estrutural peculiar às apresentações orais, especialmente aquelas sobre casos estruturados que apresentam um problema único e bem definido, parece ter favorecido com que os critérios considerados pelos alunos tenham sido colocados de forma pontual em uma sequência relativamente semelhante pelos diferentes grupos. Enquanto que a maior liberdade de expressão proporcionada pelas situações de debates nem sempre conduz a discussões sobre determinados aspectos. Dependendo da complexidade ou da falta de consenso entre os grupos sobre algum ponto específico do assunto, muitas vezes, durante parte substancial do debate, a ênfase é dada a determinado aspecto, em detrimento dos demais.

A Tabela 5.8 ilustra o número de menções aos diferentes critérios, verificado nas situações de apresentações orais e debates sobre os casos mal-estruturados.

TABELA 5.8 – Análise comparativa da natureza dos critérios considerados nos argumentos empregados nas apresentações orais e debates sobre os casos mal-estruturados, onde A = apresentação oral e D = debate.

Casos mal-estruturados	Ambiental		Científica		Econômica		Ética		Social		Outra	
	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D
Praga do Feijão	16	6	21	18	16	6	0	4	0	1	10	0
Ameaça nos Cacaueiros	11	2	22	11	21	18	0	1	4	0	1	0
Ameaça aos Cítricos	3	0	3	6	8	2	1	11	0	0	0	0

Conforme ilustra a Tabela 5.8 a mesma tendência observada nos casos estruturados, em relação à natureza dos critérios considerados pelos alunos na análise do problema, também se verifica nos casos mal-estruturados. Apenas em relação ao caso *Ameaça aos Cítricos*, verificamos duas situações em que o número de argumentos de determinada natureza (científica e ética) foi superior nos debates. O fato de o caso não apresentar um problema bem definido parece não influenciar na natureza dos critérios considerados para solucioná-lo.

A Tabela 5.9 ilustra o número de menções aos diferentes critérios, verificado nas situações de apresentações orais e debates sobre os casos de múltiplos problemas.

TABELA 5.9 – Análise comparativa da natureza dos critérios considerados nos argumentos empregados nas apresentações orais e debates sobre os casos de múltiplos problemas, onde A = apresentação oral e D = Debate.

Casos de múltiplos problemas	Ambiental		Científica		Econômica		Ética		Social		Outra	
	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D
Doença Misteriosa em Artesãos	0	0	16	38	6	17	9	31	8	26	0	0
Reciclagem de Materiais	8	14	14	28	13	15	3	0	2	5	5	0

De acordo com a Figura 5.9, as tendências observadas em relação aos diferentes critérios empregados na solução dos casos de múltiplos problemas divergiram daquelas observadas para os casos estruturados e mal-estruturados. Para esse tipo de caso, indubitavelmente, o debate se mostrou um espaço mais propício para a elaboração de argumentos fundamentados em aspectos científicos, econômicos, éticos e sociais, muito embora, tais aspectos também tenham sido contemplados de forma expressiva durante as apresentações orais. Em todas as situações analisadas o número de argumentos foi superior nos debates, com exceção apenas dos critérios éticos considerados somente nas apresentações orais sobre o caso *Reciclagem de Materiais*. Conforme destacamos anteriormente esse tipo de caso proporcionou a ocorrência de debates extensos, com elevado número de turnos de conversação, que se deveu principalmente às várias questões consideradas na solução do caso. Cada uma dessas questões gerou longos questionamentos que favoreceram a elaboração de argumentos fundamentados em diferentes critérios. Assim, verificamos que nos debates houve maior espaço e liberdade para os alunos discutirem sobre tais questões, uma vez que as apresentações orais são situações mais formais, com tempo determinado de exposição.

De maneira geral constatamos que, independente do tipo de caso, a natureza dos argumentos empregados pelos estudantes durante os debates esteve diretamente relacionada com o assunto envolvido no problema a ser solucionado. Fato também evidenciado nos argumentos empregados durante as apresentações orais. Diante disso, cabe ao professor definir previamente quais aspectos deverão ser contemplados na proposta e com base nisso selecionar o assunto principal a ser tratado no caso. HERREID (2000) ao apresentar as etapas a serem seguidas na elaboração de casos, também aponta nesse sentido, quando sugere que a escolha do assunto principal a ser destacado no caso deve ser relevante dentro do contexto

da disciplina a ser ministrada e, de preferência, deve também estar relacionado com questões atuais e/ou controversas, que deverão atrair a atenção dos alunos e despertar o interesse na resolução dos casos. Orienta ainda que concluída a versão adequada do caso, o professor deve elaborar uma série de questões para discussão em sala de aula. Estas questões auxiliarão o aluno a reconhecer aspectos importantes, passíveis de serem discutidos a partir da resolução do caso.

Os resultados observados nas apresentações orais e debates sobre a resolução dos casos apontam para a importância da promoção de situações dessa natureza na sala de aula como forma de favorecer o pensamento crítico dos alunos a respeito de questões de caráter sócio-científico (SANTOS et al., 2001; JIMÉNEZ ALEIXANDRE, 2002).

Fontes de evidências empregadas na solução dos casos

A segunda perspectiva de análise se relaciona às fontes de evidências empregadas pelos alunos em seus argumentos e são classificadas em duas categorias principais: Evidência Pessoal e Evidência de Autoridade. Assim como nas apresentações orais, classificamos apenas aqueles enunciados em que as fontes de evidências foram explicitadas pelos estudantes ou ficaram implícitas no contexto. Na Figura 5.34 apresentamos exemplos de trechos extraídos das falas dos alunos durante o debate a respeito do caso *Ataque das Cigarrinhas* que exemplificam o emprego de argumentos em que são explicitadas as fontes de evidências utilizadas.

CASO ESTRUTURADO <i>Ataque das Cigarrinhas (Grupos G1, G2, G3)</i>			
Turno/ Aluno (grupo)	Enunciados	Evidência pessoal ou de autoridade	Tipo de evidência
76/Ísis (G2)	<i>(...) ta correndo muitas pesquisas, na ESALQ, na UFSCar, na UNESP de Rio Preto que estão apresentando resultados promissores com o melhoramento tanto da produção, como do bioinseticida em si.</i>	Autoridade	Instituição

FIGURA 5.34 – Análise dos argumentos de acordo com as fontes de evidências explicitadas nos argumentos de G1, G2 e G3 no debate sobre o caso estruturado *Ataque das Cigarrinhas*.

De acordo com a Figura 5.34, a única fonte de evidência identificada nos argumentos produzidos no debate sobre a resolução do caso estruturado *Ataque das Cigarrinhas* ocorreu no turno 76, quando Ísis, integrante do G2, recorre

ao nome das instituições responsáveis pelo desenvolvimento de pesquisas relacionadas ao combate do ataque de cigarrinhas em plantações de cana-de-açúcar.

A Figura 5.35 ilustra as fontes de evidências identificadas nos argumentos dos grupos G1, G2 e G3 que solucionaram o caso mal-estruturado *Ameaça aos Cítricos*.

CASO MAL-ESTRUTURADO <i>Ameaça aos Cítricos (Grupos G1, G2, G3)</i>			
Turno/ Aluno (grupo)	Enunciados	Evidência pessoal ou de autoridade	Tipo de evidência
1/Juliana (G2)	<i>(...) A gente está com um texto aqui (material extraído da internet) que fala que bactérias tem milhões de anos e que resistiram a todos os cataclismos da terra. Não vai ser uma queimada, retirar ela de lá que vai resolver.</i>	Autoridade	Internet
6/Juliana (G2)	<i>(...) tem pesquisa comprovada da Fundação Gaia, do Centro Ecológico e da Cooperativa Colméia, que elas dizem que plantas, equilibradas fisiologicamente, conseguem conviver com qualquer tipo de organismo, de inseto. Antes de existir a erradicação, como é que funcionava? Nenhum pé de citrus ia ter frutos saudáveis? Não, eles têm frutos saudáveis. Você tem que deixar a planta resistente, não resistente, mas saudável, pra conseguir conviver com microorganismos.</i>	Autoridade	Instituição
22/Camila (G2)	<i>Isso é novo, se você for procurar na maior parte dos sites, falam que a única forma é acabando mesmo com todas as plantas, você tem que queimar tudo. Isso você encontra em praticamente todos os sites. Só que a gente encontrou essa pesquisa, que é uma coisa nova, aconteceu no RS (...).</i>	Autoridade	Internet e não especificada
41/Larissa (G1)	<i>No próprio artigo que nós achamos está falando que em breve terão duas novidades. A fase já está bem avançada, porque já tem todo o sequenciamento genético (...).</i>	Autoridade	Artigo
42/Bruno (G3)	<i>Quais os artigos que tinha...?</i>		
43/Larissa (G1)	<i>No jornal da UNICAMP e esse aqui (não identificado), que foi o primeiro experimento, eles descobriram, eles já colocaram um artigo sobre isso. Aí agora está no site da UNICAMP pra todo mundo ver.</i>	Autoridade	Artigo e Internet
57/Juliana (G2)	<i>Inclusive eles lutam pra mudar a lei, por causa disso. Tanto que o cara do FUNDECITRUS falou que não tem como erradicar a bactéria.</i>	Autoridade	Especialista

58/Mateus (G1)	<i>Mas é um cara do FUNDECITRUS.</i>		
87/Juliana (G2)	<i>Mas tem uma Faculdade Federal pesquisando isso. Ela não fez teste nenhum, não fez nada né? Simplesmente vai. Não, não é assim (aluna se irrita com colega).</i>	Autoridade	Instituição

FIGURA 5.35 – Análise dos argumentos de acordo com as fontes de evidências explicitadas nos argumentos de G1, G2 e G3 no debate sobre o caso mal-estruturado *Ameaça aos Cítricos*.

Como ilustrado na Figura 5.35 as únicas fontes de evidências identificadas nos argumentos dos grupos foram às de autoridade. No turno 1, Juliana, integrante do G2, apresenta a fonte que fundamenta a sua colocação, contrária à erradicação, que consiste numa carta disponível no *site* da Fundação Gaia, organização que atua na indicação e implantação de alternativas que levem à construção de uma sociedade mais sustentável do ponto de vista ambiental e social. Em outro momento, no turno 6, Juliana menciona a instituição que originou a pesquisa que fundamenta a informação do grupo, como forma de conferir credibilidade às suas colocações sobre alternativas à erradicação. Percebe-se claramente a intenção do grupo quando ressalta “*tem pesquisa comprovada (...)*”. No turno 22, Camila ressalta que a informação fornecida por G2 é inovadora e destaca que a maioria dos *sites* da internet ainda apresenta à medida de erradicação como a forma mais eficaz de combate a doença do cancro cítrico. No mesmo turno a aluna ressalta a pesquisa encontrada pelo grupo, porém não apresenta dados relacionados à sua origem.

A sequência de turnos 41, 42 e 43 inicia quando Larissa, do G1, destaca a existência de artigo que apresenta pesquisas inovadoras em relação ao problema. Em seguida Bruno, do G3, procura saber sobre quais artigos a aluna se refere, questão que sugere a tentativa do mesmo de averiguar a procedência da informação colocada por G1. Como resposta, no turno 43, Larissa destaca duas fontes de evidências, uma delas refere-se a artigo publicado no Jornal da UNICAMP enquanto a outra não foi possível identificar. Menciona ainda que a informação se encontra disponível no *site* da UNICAMP.

No turno 57, Juliana ressalta que a informação do grupo foi fornecida por um “cara” da FUNDECITRUS, que consideramos ser algum especialista da área,

na tentativa de garantir confiabilidade à informação e isentar o grupo sobre a confiabilidade da mesma. Tentativa criticada por Mateus no turno seguinte, quando considera que a fonte não é suficientemente capaz de dar credibilidade ao argumento, quando destaca se tratar apenas de um “cara” da FUNDECITRUS.

No turno 87, é notória a credibilidade atribuída à instituição de pesquisa, na colocação de Juliana, quando irritada com o grupo opositor, chama a atenção para o fato de que uma Faculdade Federal não iria fornecer dados que não fossem provenientes de pesquisas e, portanto, confiáveis.

A Figura 5.36 ilustra as fontes de evidências mencionadas nos argumentos dos grupos que solucionaram o caso de múltiplos problemas *Reciclagem de Materiais*.

CASO DE MÚLTIPLOS PROBLEMAS <i>Reciclagem de Materiais (Grupos G1, G2, G3)</i>			
Turno/ Aluno (grupo)	Enunciados	Evidência pessoal ou de autoridade	Tipo de evidência
40/Pedro (G1)	<i>Então, a gente não fez teste, mas esse tratamento... tem uma indústria em Campinas que faz esse tratamento com o óleo (...).</i>	Autoridade	Instituição
42/Miriam (G1)	<i>(...) a gente consultou na tese do laboratório de resíduos aqui da USP. E a gente confiou na tese dela, já que ela faz na prática.</i>	Autoridade	Tese e Instituição
119/Clara (G2)	<i>A gente foi atrás de várias pessoas, da Suzana, da Marta, aí eu fui lá no laboratório do Roberto e falei com o Eduardo que é monitor, aí eu conversei com ele, contei pra ele, eu nem sabia... No laboratório a gente faz isso (fala do monitor), vem que a gente vê se dá certo, você traz uma embalagem, eu levei, aí a gente fez, deu certo.</i>	Pessoal e de Autoridade	Especialista e experiência
112/Clara (G2)	<i>É uma solução muito forte, tira qualquer óleo. Aí a gente fez no laboratório, tudo certinho...</i>	Pessoal	Experiência
148/Natália (G3)	<i>(...) Na pesquisa que a gente fez, que a gente não lembra o nome do autor, fala sobre isso, que eles utilizaram e deu certo (...).</i>	Autoridade	Não especificada

FIGURA 5.36 – Análise dos argumentos de acordo com as fontes de evidências explicitadas nos argumentos de G1, G2 e G3 no debate sobre o caso de múltiplos problemas *Reciclagem de Materiais*.

Como observamos na Figura 5.36, identificamos as seguintes fontes de evidências de autoridade nos argumentos dos estudantes: *instituição, tese e uma não especificada*. No turno 40, por exemplo, Pedro, integrante do G1, responde à pergunta de Lucas, sobre a existência de testes para verificar a retirada do óleo das

embalagens recicladas. O grupo argumenta não haver realizado testes, mas menciona que a técnica com o uso de ácidos é empregada por determinada indústria e, portanto, pode ser considerada válida. No turno 42, Míriam, integrante do G1, ressalta a credibilidade atribuída por seu grupo à tese de doutorado desenvolvida na USP.

Diferentemente dos debates ocorridos sobre os outros tipos de casos, na análise deste verificamos o emprego de evidências pessoais na elaboração dos argumentos. No turno 119, por exemplo, Clara, integrante do G2, além de recorrer ao contato do grupo com alguns especialistas que tratam do assunto, também menciona que o método sugerido havia sido previamente testado pelo grupo. No turno 112, a aluna novamente ressalta a experiência do grupo quanto à utilização da técnica. No turno 148, Natália, do G3, menciona a pesquisa realizada pelo grupo com o intuito de mostrar que a técnica de vermiculita é viável para a resolução do caso, porém não especifica a fonte da informação.

A Tabela 5.10 ilustra a análise global realizada em relação às fontes de evidências empregadas pelos estudantes na formulação de argumentos sobre a resolução dos casos estruturados, mal-estruturados e de múltiplos problemas, respectivamente. Os números distribuídos na Tabela correspondem à quantidade de turnos de conversação nos quais determinadas fontes de evidências foram mencionadas.

TABELA 5.10 – Análise global das fontes de evidências empregadas nos argumentos dos grupos durante os debates promovidos nas turmas B e C, onde D/T = dissertação ou tese e N.E = não especificada.

Casos	Fontes de evidências								
	Especialista	Artigo	D/T	Instituição	Internet	Outra	Conhecimento	Experiência	N.E
Ataque das Cigarrinhas	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Adubo na Plantação	1	1	0	1	0	0	0	1	1
Formigas Cortadeiras	9	1	0	5	3	0	0	4	0
A Praga do Carrapato	1	0	0	1	3	2	1	0	2
Ameaça aos Cacaueiros	0	3	0	2	0	0	0	0	4
Praga do Feijão	6	6	3	1	0	1	0	9	2
Ameaça aos Cítricos	1	2	0	6	4	0	0	0	6
Reciclagem	1	0	1	1	0	0	1	2	1

de Materiais									
Doença Misteriosa em Artesãos	2	1	3	1	1	1	4	2	4
TOTAL	22	14	7	19	11	4	6	18	20

Conforme verificamos na Tabela 5.10, argumentos que explicitavam as fontes de evidências empregadas foram frequentemente observados durante os debates. Menções a leis, teses, artigos, pesquisas, instituições renomadas são exemplos de recursos aos quais os estudantes recorreram com os seguintes objetivos: ocultar ignorância sobre determinado assunto; exemplificar; conferir confiabilidade às informações fornecidas; isenção da responsabilidade sobre a veracidade das mesmas.

No que diz respeito às evidências de autoridade verificamos que as fontes *especialista e instituição* foram as mais mencionadas nos argumentos dos grupos. Em relação à primeira, os únicos grupos que não mencionaram ter recorrido a tal fonte foram aqueles que solucionaram o caso *Ameaça aos Cacaueiros*. Entrevistas com pesquisadores da própria universidade ou envio de *e-mails* para especialistas sobre os assuntos tratados nos casos foram frequentemente destacados pelos estudantes que mencionaram essa fonte. Quanto à segunda, todos os grupos recorreram ao respaldo por eles atribuído a instituições de ensino e pesquisa como forma de garantir confiabilidade aos argumentos. Menções a instituições como USP, UFSCar, UNESP, Fundação Gaia, FUNDECITRUS, SABESP etc., foram constantemente feitas pelos grupos durante os debates.

A terceira fonte de evidência de autoridade mais mencionada foram os materiais extraídos de *sites* da Internet. Porém, embora tenhamos verificado nos “Diários dos Casos” que tal fonte foi extremamente empregada, nem todos os grupos fizeram menções a essa fonte de pesquisa. A quarta fonte mais mencionada foram os artigos originais de pesquisa e de divulgação científica. Menções a teses e dissertações também ocorreram, porém em frequência menos significativa. A categoria “outra” corresponde a fontes específicas empregadas para cada caso, quando, por exemplo, um dos grupos que solucionou o caso *A Praga do Carrapato* recorre às informações contidas na embalagem de um produto utilizado no combate à praga; ou quando um dos grupos responsáveis pela resolução do caso *Doença Misteriosa em Artesãos* apresenta como fonte de evidência uma radiografia de pulmão, na tentativa de auxiliar na exposição de suas ideias. Fontes *não*

especificadas também foram frequentes nos argumentos dos grupos. Fez-se necessária a criação dessa categoria para incluir aqueles argumentos que faziam referência explícita a pesquisa realizada pelo grupo ou a algum autor, porém sem nomeá-los. Nessas situações foi notória a intenção dos grupos de conferir confiabilidade aos seus argumentos usando como justificativa o fato das informações serem fundamentadas nas pesquisas por eles realizadas.

No que diz respeito às evidências pessoais, a *experiência* foi mais empregada que o *conhecimento prévio*. Menções a experiências pessoais semelhantes a determinada situação discutida foram mais frequentes nos debates sobre os casos *Praga do Feijão* e *Formigas Cortadeiras*. Nos debates sobre os casos *Adubo na Plantação*, *Reciclagem de Materiais* e *Doença Misteriosa em Artesãos* também identificamos enunciados indicadores de *experiência*, porém em frequência menos significativa. Nos debates sobre os demais casos não identificamos o emprego de tal fonte. Em relação ao *conhecimento prévio*, enunciado que indica que a evidência é oriunda do *conhecimento* prévio do aluno, esta foi identificada em frequência pouca significativa nos debates. No entanto, como já ressaltado anteriormente, consideramos *conhecimento prévio* quando o aluno explicita já ser conhecedor de determinada informação, pois de acordo com KIM e SONG (2005) e CHINN e ANDERSON (1998), esse tipo de evidência geralmente fica implícita nos argumentos dos estudantes e, por essa razão, optamos por considerar somente aqueles enunciados que são, segundo os alunos, resultados de conhecimento prévio e que são usados com o intuito, por exemplo, de exemplificar, comparar ou mostrar credibilidade.

Análise comparativa do emprego das fontes de evidências: apresentações orais x debates

Nas Tabelas 5.11, 5.12 e 5.13 é apresentada a análise comparativa do emprego das distintas fontes de evidências nos argumentos dos estudantes durante as apresentações orais e debates sobre os casos estruturados, mal-estruturados e de múltiplos problemas, respectivamente.

TABELA 5.11 – Análise comparativa das fontes de evidências explicitadas nos argumentos empregados nas apresentações orais e debates sobre os casos estruturados, onde ESP = especialista, ART = artigo, INST = instituição, PROF = professor, NET = internet, O = outra, CP = conhecimento prévio, EP = experiência pessoal, NE = não especificada, A = apresentação oral e D = debate.

Casos estruturados	ESP		ART		INST		PROF		NET		O		CP		EP		NE	
	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D
A Praga do Carrapato	0	1	0	0	1	1	0	0	0	3	0	2	0	1	0	0	0	2
Formigas Cortadeiras	4	9	0	1	2	5	1	0	1	3	0	0	3	0	3	4	2	0
Adubo na Plantação	2	1	0	1	8	1	0	0	2	0	0	0	0	0	1	1	0	1
Ataque das Cigarrinhas	0	1	1	0	11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

TABELA 5.12 – Análise comparativa das fontes de evidências explicitadas nos argumentos empregados nas apresentações orais e debates sobre os casos mal-estruturados, onde ESP = especialista, ART = artigo, D/T = dissertação ou tese, INST = instituição, NET = internet, O = outra, CP = conhecimento prévio, EP = experiência pessoal, NE = não especificada, A = apresentação oral e D = debate.

Casos mal-estruturados	ESP		ART		D/T		INST		NET		O		CP		EP		NE	
	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D
Praga do Feijão	0	6	3	6	1	3	5	1	0	0	1	1	0	0	2	9	5	2
Ameaça nos Cacaueiros	2	0	0	3	0	0	18	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Ameaça aos Cítricos	1	1	0	2	0	0	4	6	1	4	0	0	1	0	0	0	0	6

TABELA 5.13 – Análise comparativa das fontes de evidências explicitadas nos argumentos empregados nas apresentações orais e debates sobre os casos de múltiplos problemas, onde ESP = especialista, ART = artigo, D/T = dissertação ou tese, INST = instituição, NET = internet, O = outra, CP = conhecimento prévio, EP = experiência pessoal, NE = não especificada, A = apresentação oral e D = debate.

Casos de múltiplos problemas	ESP		ART		D/T		INST		LIVRO		NET		O		CP		EP		NE	
	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D
Doença Misteriosa em Artesãos	0	2	0	1	1	3	1	1	0	0	1	1	0	1	0	4	0	2	1	4
Reciclagem de Materiais	3	1	3	0	0	1	2	1	1	0	2	0	0	0	2	1	1	2	0	1

De acordo com as Tabelas 5.11, 5.12 e 5.13, não verificamos diferentes tendências nas fontes de evidências empregadas nos argumentos elaborados na solução dos três tipos de casos. Também não identificamos um padrão para o emprego de tais fontes nas situações de apresentações orais e debates. De modo geral, observamos o emprego significativo de evidências de autoridade nas apresentações orais, o que acreditamos se dever à formalidade inerente à situação, que normalmente é finalizada com a exposição das referências

bibliográficas utilizadas no trabalho. Desse modo, consideramos na análise as situações em que os alunos explicitaram oralmente as fontes utilizadas como forma de fundamentar o que havia sido exposto na apresentação oral. Dentre as fontes de evidências de autoridade identificadas nas apresentações orais, se destaca a fonte *instituição*, uma vez que menções à origem das pesquisas apresentadas na solução do caso foram frequentes nessas situações. Porém, os resultados apontam que independente da estratégia ou do tipo de caso, o emprego de determinados tipos de fontes de evidências parece estar relacionado com a disponibilidade de informações sobre o assunto e o acesso a elas por parte dos alunos.

No que diz respeito ao emprego de evidências pessoais (*conhecimento prévio e experiência pessoal*), o debate se mostrou um espaço mais propício na maioria das situações analisadas, o que acreditamos ser devido ao fato de este não apresentar a formalidade que é peculiar em uma apresentação oral, sendo mais cabível, portanto, colocações dessa natureza nesse tipo de situação.

Estratégias de aprendizagem empregadas na resolução dos casos

A terceira perspectiva de análise diz respeito às estratégias de aprendizagem usadas pelos alunos na elaboração dos argumentos empregados na defesa de suas ideias durante os debates. Foram consideradas na análise as seguintes estratégias de aprendizagem: cognitivas, metacognitivas, afetivas e sociais.

Na Figura 5.37 apresentamos episódios do debate que exemplificam as estratégias de aprendizagem empregadas na elaboração dos argumentos sobre a resolução do caso estruturado *Ataque das Cigarrinhas*. Cabe destacar que alguns fragmentos de conversação ilustrados na Figura não são classificados como estratégias de aprendizagem, apenas constam para dar sentido a sequência dos episódios.

CASO ESTRUTURADO		
<i>O Ataque das Cigarrinhas (Grupos G1, G2, G3)</i>		
Estratégia de Aprendizagem	Turno/Aluno (grupo)	Enunciados
Cognitiva	45/Ísis (G2)	Questionamento: (...) esse nematóide vai atacar a cigarrinha porque ele segue o rastro do CO ₂ . E só a cigarrinha libera CO ₂ ?
	46/Lúcia (G1)	Analogia: Não, mas esse nematóide é um predador natural da cigarrinha, então cada um tem o seu. A abelha

		<i>não segue outra abelha, sabe quando é uma abelha.</i>
	53/Mara (G2)	Questionamento e Hipótese: Mas esse nematóide, depois que ele morre, o que acontece? Não pode acabar causando desequilíbrio (...). E outra coisa, vocês comentaram que ele anda até 30 cm atrás da cigarrinha, então ele não é eficiente pra uma plantação que está pouco infestada, só pra plantação muito infestada, é isso? Porque senão a cigarrinha pode está numa distância grande e ele não alcança a cigarrinha.
	54/Lia (G2)	Hipótese: Ou então vai ter que ter muito nematóide e isso pode causar um desequilíbrio também.
Metacognitiva	38/Lúcia (G1)	Planejamento: Sim, o problema que foi apresentado foi esse, só que foi embutido que era a região. O problema principal era controlar a cigarrinha. O que a gente apresentou era um programa de controle da cigarrinha, não exatamente dessa região. Então foi uma discrepância de objetivos. Nosso objetivo era eliminar a cigarrinha de qualquer forma e o de vocês era eliminar nessa região exatamente.
	76/Ísis (G2)	Monitoramento: Então, a ideia é a seguinte, para infestações moderadas, pequenas como foi dito, você usar o bioinseticida resolve de boa. Mas acontece que se você tiver uma infestação muito grande, talvez o bioinseticida não seja 100% eficiente, além do que a produção do bioinseticida é pequena atualmente. Então você usa os dois pra conseguir controlar. Mas com o tempo você vai poder ir passando só pra bioinseticida, porque você vai está diminuindo a população de cigarrinhas.
Afetiva	2/ Lúcia (G1)	Não, então, eu falei que o mínimo seriam 20%, que essa umidade já estaria causando os problemas.
	3/ Eliana (G1)	Solidariedade: Tem que está abaixo de 20%. Ela confundiu.
Social	35/professora	E vocês aqui dão o braço a torcer, a proposta é melhor?
	36/Lúcia (G1)	Negociação: (...) os enfoques foram realmente diferentes, eles pensaram só na região de Piracicaba e a gente acabou pensando em todas, entendeu?
	87/Lúcia (G1)	E qual é o potencial biótico do agro sistema?
	88/ Ísis (G2)	Exemplificação: É justamente o clima. Por exemplo, assim, a umidade... Já que o fungo precisa de umidade pra poder se desenvolver, ele já utiliza do ambiente, eu não preciso ficar lá colocando mais alguma coisa nova, mecânica, entendeu? Já vai ser utilizado o ambiente em questão.
	13/ Rita (G3)	Desafio: O problema é que se vocês mandaram a carta pra Dionísio, então vai ser meio difícil ele aplicar o que vocês falaram entendeu? Porque é diferente a cidade que ele está. Por isso que a gente estava falando que é bem diferente Piracicaba de todas as outras regiões (...).
	14/ Sônia (G1)	É o mesmo tipo de aplicação.

	15/ Rita (G3)	Desafio: Não, é por causa que mecanizado... não dá pra usar máquinas. Como vocês iriam aplicar o fungo?
	16/ Lúcia (G1)	Dá pra colher, dá pra colher mecanicamente...
	17/ Rita (G3)	Desafio: Não, dá pra colher... Mas como vocês iriam aplicar o fungo? Discussão começa a ficar acalorada.

FIGURA 5.37 – Análise dos argumentos de acordo com as estratégias de aprendizagem empregadas durante o debate sobre a resolução do caso estruturado *Ataque das Cigarrinhas*.

Como verificamos na Figura 5.37, no que diz respeito às estratégias cognitivas, identificamos no debate: *questionamento*, *analogia* e *hipótese*. No turno 45, por exemplo, Ísis apresenta um *questionamento* à informação colocada por Lúcia, do G1, relacionada ao princípio da medida de utilização de nematóides no combate às cigarrinhas. O *questionamento* é respondido por Lúcia, no turno 46, que emprega uma analogia como forma de esclarecer a sua colocação. É usada uma analogia entre a cigarrinha e a abelha, no que diz respeito aos seus predadores. No turno 53, Mara, pertencente ao G2, questiona a respeito de um possível desequilíbrio ecológico (*hipótese*), ocasionado a partir da utilização do nematóide para solucionar o caso. Também questiona sobre a eficiência da utilização do nematóide em plantações pouco infestadas. *Questionamento* reforçado com outra *hipótese*, pela aluna Lia, integrante do G2, no turno 54, também sobre a ocorrência de um possível desequilíbrio ecológico ocasionado pelo emprego dos nematóides.

Em relação às estratégias metacognitivas, identificamos o *planejamento* e o *monitoramento*. No que diz respeito ao *planejamento*, identificamos o seu emprego no turno 38, quando Lúcia, do G1, apresenta quais foram os objetivos estabelecidos pelo grupo para solucionar o caso. Identificamos *monitoramento*, por exemplo, no turno 76, no argumento de Ísis, do G2, ao apresentar argumento que demonstra o controle das ações a serem tomadas diante do nível de complexidade do problema.

A estratégia afetiva *solidariedade* foi bastante evidenciada nos argumentos empregados durante o debate, situação em que os alunos tentavam entender ou auxiliar na explicação de alguma ideia colocada por colegas do grupo.

No turno 3, por exemplo, Eliana auxilia Lúcia, colega do mesmo grupo, ao corrigir uma informação equivocada relacionada à umidade do ar, no turno 2.

Quanto às estratégias sociais, identificamos a *negociação*, a *exemplificação* e o *desafio*. No turno 36, por exemplo, como resposta à pergunta da professora e também a questionamentos anteriores, Lúcia, do G1, apresenta um argumento que indica *negociação*, quando busca estabelecer uma relação entre a solução apontada por seu grupo e aquela apontada por G3, explicando que os objetivos foram vistos de forma distinta por ambos os grupos. Para responder a pergunta colocada por Lúcia, no turno 87, sobre qual é o potencial biótico de um agro sistema, Ísis apresenta o fator umidade como *exemplificação*, o que sugere a sua intenção de tornar mais esclarecedora a explicação. A estratégia *desafio*, por exemplo, foi identificada no argumento de Rita, do G3, no turno 13, quando apresenta um argumento de provocação em relação à aplicabilidade da solução indicada por G1. Em seguida, Sônia, do G1, responde a questionamento, que novamente é desafiado por Rita no turno 15. Agora Lúcia, no turno 16 responde à provocação, que mais uma vez é desafiada por Rita no turno 17. A partir desse momento se inicia uma discussão acalorada.

A Figura 5.38 ilustra as estratégias de aprendizagem verificadas nos argumentos dos grupos que solucionaram o caso mal-estruturado *Ameaça aos Cítricos*.

CASO MAL-ESTRUTURADO <i>Ameaça aos Cítricos (Grupos G1, G2, G3)</i>		
Estratégia de Aprendizagem	Turno/Aluno (grupo)	Enunciados
Cognitiva	1/Juliana (G2)	Questionamento: (...) Vocês falaram bastante da erradicação, só que a erradicação na verdade não funciona, porque a bactéria não tem como ser eliminada. A gente está com um texto aqui que fala que bactérias tem milhões de anos e que resistiram a todos os cataclismos da terra. Não vai ser uma queimada, retirar ela de lá que vai resolver.
	2/Mateus (G1)	Comparação: Se você pegar as bactérias que resistiram aos cataclismos a milhões de anos atrás, as condições não eram as mesmas que a gente tem hoje. Porque as condições climáticas que a gente tem hoje não favoreceriam as outras. E as que a gente tinha não seriam favorecidas atualmente.

	15/Mateus (G1)	Questionamento e comparação: Mas eles não têm como garantir que isso vai ser aplicado num pomar gigante. A ocorrência entre plantas dentro de um pomar é completamente diferente de dentro de um laboratório.
	17/Miguel (G1)	Analogia: Posso dar um exemplo fácil. Você está saudável, você não pode pegar uma gripe amanhã?
	77/Paulo (G1)	Questionamento: Ela falou pra arrancar o galho, cortar a folha, mas segundo a FUNDECITRUS isso não é permitido. A qualquer sinal você tem que acionar ela, porque a partir desse momento as outras plantas já podem estar contaminadas. Vocês estão infringindo a lei nesse caso.
	78/Camila (G2)	Hipótese: Por isso que a gente disse que era uma coisa que poderia ser feita. Não que vai ser feita, porque é lei. No RS deu certo e pode ser que dê certo.
Metacognitiva	84/Camila (G3)	Planejamento: (...) na argumentação a gente teria que abordar também aspectos éticos. Você esquecer a lei é esquecer a ética (...).
	106/Bruno (G3)	Monitoramento: Na verdade a gente pesquisou as principais doenças que atacam os citros, o amarelinho e o CVC são as piores doenças que atacam os cítricos. Então a gente pegou as principais, primeiro é o amarelinho, depois o cancro cítrico. Então a gente pesquisou não apenas pelos sintomas, a gente olhou as principais que atacam, para ver se podia ser uma daquelas principais, para saber a gravidade da doença que a gente tinha, pra depois descobrir qual era ela, em relação às outras.
Afetiva	44/Marcus (G2)	Essas doenças costumam acontecer em pomares pequenos (...).
	45/Mateus (G1)	Quando você fala que é mais comum o cancro nas pequenas propriedades, não é bem assim. Quanto maior a propriedade, mais difícil é de ser controlado.
	46/Larissa (G1)	Solidariedade: É que é assim, você não vai fazer o sequenciamento genético da sua bactéria em cada um no pomar. O que eles querem fazer é modificar a bactéria geneticamente, e aí o que acontece: ela vai se reproduzindo com o tempo, aí as próximas bactérias vai ter extinguido esse gene, entendeu? (...).
Social	3/Juliana (G2)	Exemplificação: A bactéria específica do cancro cítrico, ela não tem como hospedeiro só o cítrico (...). Então, ela pode ser dispersada muito fácil (...). Esse negócio da erradicação ser lei, isso não funciona. No Rio Grande do Sul (RS) teve protestos sobre isso. E se fosse verdadeiro que só funciona com a erradicação, a citricultura no RS teria acabado, quando eles conseguiram tirar essa lei de lá.
	4/Larissa (G1)	Negociação: Só que a erradicação que nós falamos, exatamente, não vai acabar com a bactéria para sempre, é impossível. A erradicação não é fato, você não vai erradicar tudo. Só que tem o controle, você vai erradicar ela naquela região. É o que nós estamos tentando dizer, entendeu? A erradicação, até mesmo, a gente teve essa discussão, lembra? Porque eu falei que erradicação é uma palavra que quer dizer que destruiria tudo. A erradicação seria naquela região, tem como você retirar ela daquela região e não retirar

	5/Camila (G2)	<p><i>ela do mundo.</i></p> <p>Desafio: Bem, mas não foi bem assim que vocês disseram quando estavam apresentando. A gente está querendo dizer a mesma coisa, só que quando vocês apresentaram, vocês falaram assim: a erradicação vai acabar com o problema, não é bem assim. Você vai controlar a doença, mas ela pode acontecer de novo.</p>
	65/Mateus (G1)	<p>Negociação: A gente falou um tempão sobre isso, aqui mesmo, e eu acho que é consenso geral que a prevenção é a melhor alternativa, isso não tem o que ser discutido. Independente da forma, se é manter as plantas saudáveis, se é com a cobertura cúprica (...) a prevenção ainda é a melhor alternativa. Depois que contaminou não tem mais jeito.</p>
	66/Professora	<p>A questão é a seguinte: se já existe a doença lá, vocês (G10 e G12) falam que tem que erradicar realmente como a lei manda. Vocês (G11) dizem que não, que não tem que fazer tudo aquilo que a lei manda, é isso?</p>
	67/Juliana (G2)	<p>Repetição: Não erradicar num raio de 30m. Tira só a parte da planta que tá contaminada. No caso se for só o galho, tira só o galho e vai tratando com adubo, compostados...</p>

FIGURA 5.38 – Análise dos argumentos de acordo com as estratégias de aprendizagem empregadas durante o debate sobre a resolução do caso estruturado *Ameaça aos Cítricos*.

Como verificamos na Figura 5.38, no que diz respeito às estratégias cognitivas, verificamos abundantemente o emprego da estratégia *questionamento*, em enunciados que refutavam o argumento de algum dos grupos opositores. Na primeira sequência de argumentos, por exemplo, Juliana, no turno 1, questiona a medida de erradicação proposta por G1. Argumento que é respondido com uma *comparação* feita por Mateus sobre as condições climáticas atuais e às de milhões de anos atrás, favoráveis ou não, à resistência de bactérias. Na segunda sequência, Mateus, do G1, no turno 15 apresenta um questionamento sobre a viabilidade da proposta de G2, que acredita que manter a planta equilibrada fisiologicamente é suficiente para controlar o problema, sendo desnecessária à erradicação. Apresenta ainda uma *comparação* entre o que ocorre com a planta no pomar e o que ocorre no laboratório. A terceira sequência, iniciada por Paulo no turno 77, também começa com o mesmo *questionamento* da sequência anterior, sobre a viabilidade da proposta de G2. Agora o *questionamento* é respondido por Camila, no turno 78, com a *hipótese* do grupo de que a medida poderia ser eficiente no caso, assim como foi no exemplo mencionado.

Em relação às estratégias metacognitivas, identificamos argumentos que indicavam *planejamento* e *monitoramento*. No que diz respeito à estratégia *planejamento*, no turno 84, Camila, pertencente ao G3, argumenta que aspectos éticos foram considerados no planejamento da argumentação do grupo para a resolução do caso. Identificamos a estratégia *monitoramento*, por exemplo, no turno 106, quando Bruno explica a forma como o grupo conduziu a pesquisa para chegar à identificação do problema a ser resolvido. A estratégia *avaliação* não foi identificada em nenhum momento em nenhum dos grupos.

A única estratégia afetiva identificada nos argumentos empregados durante o debate sobre o caso mal-estruturado *Ameaça aos Cítricos* foi a do tipo *solidariedade*. No turno 46, por exemplo, Larissa integrante do G1 auxilia Mateus na resposta ao questionamento colocado por Marcus, no turno 44, sobre a viabilidade das pesquisas sobre sequenciamento genético para o combate ao cancro cítrico em pomares de pequeno porte.

Quanto às estratégias sociais, verificamos na primeira sequência de argumentos a estratégia *exemplificação*, quando Juliana, no turno 3, exemplifica com a experiência vivenciada no RS, a ineficácia da medida de erradicação defendida por G1. O argumento é respondido por Larissa, do G1, no turno seguinte, com um enunciado de *negociação*, com o qual a aluna tenta se retratar em relação à forma como a erradicação foi proposta, na busca de um consenso entre os grupos. O argumento é imediatamente respondido com um argumento que indica *desafio* por Camila, no qual ressalta que a resolução apresentada por G1 não é condizente com o argumento de Larissa no turno 4. Na sequência seguinte, outro argumento de *negociação* é identificado, quando Mateus, do G1, no turno 65, fala claramente do consenso geral dos grupos sobre a ideia de a prevenção ser a melhor alternativa. Em seguida, a professora da disciplina intervém na tentativa de organizar as ideias e esclarece o que está sendo defendido por cada um dos grupos. No turno seguinte, Juliana apresenta como resposta ao questionamento da professora, um argumento que indica *repetição*, explicando com maior clareza a medida proposta pelo grupo, já colocada anteriormente.

Finalmente, a Figura 5.39 ilustra as estratégias de aprendizagem empregadas na argumentação dos grupos que solucionaram o caso de múltiplos problemas *Reciclagem de Materiais*.

CASO DE MÚLTIPLOS PROBLEMAS Reciclagem de Materiais (Grupos G1, G2, G3)		
Estratégia de Aprendizagem	Turno/Aluno (grupo)	Enunciados
Cognitiva	4/Lucas (G3)	<i>A gente queria saber o tempo que demora pra decantar, depois de jogar o ácido...</i>
	7/Pedro (G1)	Elaboração: (...) Se for em larga escala assim, isso aqui deve ter o quê? (mostra ilustração do slide) deve ter uns 200 litros, demorou uma hora mais ou menos. O mais difícil é ajustar o pH, você conseguiu ajustar o pH, deixou bem ácido, deixou um tempo lá pra decantar, é rápido também, você vai levar tipo umas três horas pra fazer o processo...
	51/Michele (G3)	Questionamento e Analogia: (...) vocês falavam dos galões com ácido, depois vocês jogam os resíduos fora, e esses galões, eles não ficam com resíduos de ácido que podem prejudicar no material que for feito pelo plástico reciclado? Tipo, quando você lava com detergente pra tirar o óleo, você tem que lavar com água pra tirar todo o detergente e pôr pra secar. Porque se tiver água ou detergente lá, na hora que você for fazer o produto, aquilo pode atrapalhar na hora de você refazer o plástico, depois que moer e derreter. Eu quero saber se o ácido, porque vocês não falaram de nenhuma parte pra tirar o ácido, eu quero saber se esse ácido que pode ficar lá não pode atrapalhar.
	52/Míriam (G1)	Hipótese: Neutraliza, analisa, eu acho que não é uma coisa difícil de fazer. A gente pensou assim: vocês falaram de moer o plástico, a gente pensou em tentar limpá-lo e reutilizá-lo pra não ter que...
	54/Míriam (G1)	Hipótese: Mas acho que isso não é uma coisa difícil de fazer, você já está com o negócio ali, você analisa o pH...
	63/Bianca (G1)	Comparação: Ela é mais barata que o uso do hexano e mais cara que o uso do detergente, mas como ela é mais eficaz, mais prática, menos polui, não precisa de outros investimentos maiores como a do detergente, então por ela ter assim maior custo benefício é que a gente pegou esse método, entendeu?
Metacognitiva	64/Míriam (G1)	Questionamento e Hipótese: É... a gente acha que o Hélio não estava disposto a investir tanto dinheiro em toda uma estrutura...
	87/Míriam (G1)	Apresentação de prós e contras: (...) você vai fazer um investimento, mas vai ter lucro porque pode reutilizar essa água normalmente.
	68/Clara (G2)	Monitoramento: A gente pensou assim, como o Hélio trabalha com uma empresa de reciclagem, a gente acha que ele vai produzir outros materiais a partir do reciclado. Então a gente pensou que tem todo o equipamento pra moer...
	112/Clara (G2)	Avaliação: É uma solução muito forte, tira qualquer óleo. Aí a gente fez no laboratório, tudo certinho...

Afetiva	135/Clara (G2)	Quando você põe a vermiculita lá na água ela absorve o óleo né? O quê que é liberado no meio ambiente? É a vermiculita com o óleo?
	136/Natalia (G3)	Não, a vermiculita ela pode ser reutilizada. Na verdade pra reutilizar você usa o hexano (...). Você lava, o óleo vai ser mandado pra refinaria... por isso que é mais barato, porque a quantidade que você compra você reutiliza.
	137/Lucas (G3)	Solidariedade: Na verdade tudo você reutiliza, a água e o detergente, a vermiculita, o óleo vai pra refinaria e pode ser aproveitado.
Social	40/Pedro (G1)	Exemplificação: Então a gente não fez teste, mas esse tratamento... tem uma indústria em Campinas que faz esse tratamento com o óleo, eu não lembro qual que é. É assim, eles pegam os três ácidos, jogam dentro da embalagem, chacoalha, tira o óleo e joga pra tratamento e tal e reaproveita a embalagem. Não é certo que tira 100%, que a embalagem volta ao normal, provavelmente não volta. Não é provado cientificamente que tem 100% de aproveitamento da embalagem, mas pelo o que eu vi assim, chega pelo menos em uns 90%. E quando ao PEAD ele tem uma grande capacidade com negócio de produtos químicos, resistência e tal (...). Depois você não precisa usar o ácido PA, você pode diluir um pouco e tratar.
	96/não visualizada (G1)	Desafio: (...) o sulfato de alumínio ele é proibido nos EUA por ser tóxico. Vai ser bom usar o sulfato de alumínio?
	97/Renato (G2)	Exemplificação: Mas é utilizado pela SABESP.

FIGURA 5.39 – Análise dos argumentos de acordo com as estratégias de aprendizagem empregadas durante o debate sobre a resolução do caso de múltiplos problemas *Reciclagem de Materiais*.

Conforme verificamos nos exemplos ilustrados na Figura 5.39, foram abundantes as estratégias de aprendizagem empregadas no debate sobre o caso de múltiplos problemas *Reciclagem de Materiais*. No que diz respeito às estratégias cognitivas verificamos o emprego de *elaboração*, *questionamento*, *analogia*, *hipótese*, *comparação* e *apresentação de prós e contras*. A estratégia *elaboração* (aquela que apresenta conexões entre o material novo a ser aprendido e o material antigo e familiar) foi fortemente evidenciada nos argumentos dos alunos durante o debate, isso porque consideramos como conhecimento antigo e familiar aqueles conceitos básicos inerentes ao curso de Química (determinação de pH, métodos de separação, dentre outros) e a problemática envolvida no caso envolvia fortemente tais conceitos. Por exemplo, para responder ao questionamento de Lucas, sobre o tempo de decantação no processo de tratamento de óleo, Pedro, no turno 7 explica em linhas gerais como se dá o processo e, para tanto, fala com propriedade sobre

ajuste do pH, acidez e decantação. Argumentos dessa natureza foram identificados diversas vezes durante o debate. No turno 51, Michele, integrante do G3, faz um *questionamento* ao G1 sobre a ação dos resíduos dos ácidos usados no tratamento dos plásticos. Para tanto, usa uma *analogia*, indicada pela palavra “tipo”, quando explica o *questionamento* utilizando o exemplo do detergente. O *questionamento* é respondido por Míriam, no turno 52, com a hipótese de que não seria difícil encontrar uma solução para esse problema. Hipótese reforçada novamente pela aluna no turno 54. No turno 63, Bianca apresenta uma comparação, do ponto de vista econômico e ambiental, do uso de ácidos em relação ao emprego do hexano e do detergente no tratamento do óleo. A comparação é seguida de um *questionamento* na forma de *hipótese* sobre a disponibilidade do personagem do caso em investir na solução para o caso. No turno 87, Míriam apresenta um argumento em que apresenta mostra vantagem e desvantagem em relação à solução proposta por seu grupo, visto que a mesma necessitaria de investimento em um alto forno e numa estação de tratamento de água.

No que diz respeito às estratégias metacognitivas identificamos o emprego do *monitoramento* e da *avaliação*. No turno 68, por exemplo, Clara ressalta o que o grupo pensou durante o processo de resolução do caso e as ações que deveriam ser tomadas levando em consideração as condições apresentadas no caso. No turno 112, identificamos também, no argumento de Clara, a *avaliação* do grupo em relação à solução apontada para resolução do caso.

Na análise dos argumentos empregados no debate sobre o caso de múltiplos problemas *Reciclagem de Materiais* também somente identificamos o emprego da estratégia afetiva do tipo *solidariedade*. No turno 137, por exemplo, Lucas do G3 complementa a resposta da colega do mesmo grupo para o questionamento colocado por Clara, integrante do G2, a respeito dos resíduos liberados pela utilização da vermiculita.

Quanto às estratégias sociais, identificamos o emprego da *exemplificação* e do *desafio*. No turno 40, por exemplo, Pedro tenta mostrar a viabilidade do tratamento indicado por seu grupo por meio da *exemplificação* de como o mesmo tem sido empregado com êxito na indústria. No turno 96, uma aluna do G1, não visualizada na gravação, lança um desafio ao G2, sobre os riscos relacionados ao emprego do sulfato de alumínio, visto que nos Estados Unidos o

seu uso é proibido. O *desafio* é respondido por Renato, no turno 97, quando exemplifica que a medida é utilizada pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), órgão que tem como objetivo prestar serviços de saneamento, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida e do meio ambiente.

Análise global das estratégias de aprendizagem identificadas nos debates

A seguir é apresentada a análise global das estratégias de aprendizagem identificadas nos argumentos empregados pelos estudantes durante os debates promovidos nas Turmas B e C para os casos estruturados, mal-estruturados e de múltiplos problemas. Apresentamos, na Tabela 5.13, a análise relacionada ao emprego das estratégias cognitivas.

TABELA 5.14 – Análise global das estratégias cognitivas empregadas nos argumentos dos grupos durante os debates promovidos nas turmas B e C.

		Questionamento	Elaboração	Analogia	Hipótese	Prós e contras	Comparação
Estruturado	Ataque das Cigarrinhas	19	0	1	5	0	0
	Adubo na Plantação Formigas	20	1	0	7	1	4
	Cortadeiras	18	3	2	10	1	5
	A Praga do Carrapato	28	1	0	3	0	1
	Ameaça aos Cacaueiros	39	0	0	4	3	4
Mal-estruturado	Praga do Feijão	60	0	2	17	0	11
	Ameaça aos Cítricos	29	0	5	2	0	3
Múltiplos problemas	Reciclagem de Materiais	20	13	1	9	1	3
	Doença Misteriosa em Artesãos	64	7	4	28	0	10
Total		297	25	15	85	6	41

Analisando a Tabela 5.14 verificamos que, dentre as estratégias cognitivas empregadas, o *questionamento*, que consiste na refutação da validade dos argumentos dos oponentes ou de alguma informação relacionada ao caso, foi a estratégia mais empregada nos debates sobre todos os tipos de casos. Porém, como verificamos na Tabela, se destacam o número de *questionamentos* nos debates sobre os casos *Praga do Feijão* (60) e *Doença Misteriosa em Artesãos* (64). Analisando os debates sobre esses casos observamos que o elevado emprego da

estratégia se deu pelo fato de os três grupos responsáveis por cada caso terem apresentado soluções distintas para a sua resolução, provocando acentuada resistência dos demais em aceitar as ideias dos opositores. Também é necessário considerar a maior quantidade de turnos de fala presentes existente nesses debates, propiciados pela discussão acirrada em torno das soluções apontadas por cada grupo. Todavia, podemos concluir que os três tipos de casos estimularam fortemente o emprego da estratégia cognitiva *questionamento*. Não verificamos esse tipo de estratégia nos argumentos empregados nas apresentações orais analisadas. Pois, muito embora se tratasse de um monólogo, o emprego de tal estratégia poderia ocorrer, por exemplo, pela refutação de alguma informação fornecida pelos grupos que apresentaram previamente ou de alguma informação oriunda de suas pesquisas.

A hipótese foi a segunda estratégia cognitiva mais verificada e foi identificada em frequência significativa em praticamente todos os debates. Muitas das informações fornecidas pelos alunos foram pautadas em expressões como “*eu acho que...*”, “*se acontecer x, talvez o resultado seja y...*”, expressões que caracterizam uma hipótese, que segundo o dicionário (HOUAISS, 2007) significa: *proposição que se admite, independentemente do fato de ser verdadeira ou falsa, mas unicamente a título de um princípio a partir do qual se pode deduzir um determinado conjunto de consequências*. Ou ainda: *suposição, conjectura, pela qual a imaginação antecipa o conhecimento, com o fim de explicar ou prever a possível realização de um fato e deduzir-lhe as consequências; pressuposição, presunção*. Para essa estratégia novamente se destacam os debates sobre os casos *Praga do Feijão* (17) e *Doença Misteriosa em Artesãos* (28). Muitas hipóteses foram colocadas como resposta aos constantes questionamentos verificados nos debates sobre esses casos. Além disso, observamos que o fato de os casos de múltiplos problemas não apresentarem um problema único e bem definido, como os casos estruturados, favoreceu a elaboração de hipóteses em relação à identificação dos problemas e também sobre as possíveis soluções para resolvê-los. No que diz respeito aos casos mal-estruturados, assim como nas apresentações orais, constatamos que o fato de o problema não ser definido no caso não estimulou maior elaboração de hipóteses por parte dos grupos que o solucionaram, quando comparados com os casos estruturados. Maior ênfase foi dada por todos os grupos à resolução do problema e não à sua causa. No entanto, verificamos o emprego de

tal estratégia para todos os casos propostos, tanto nas apresentações orais como nos debates.

A terceira estratégia cognitiva mais verificada nos debates foi a *comparação*, que consiste na análise comparativa relacionada às possíveis causas do problema ou às suas distintas alternativas de solução. Apenas no debate sobre o caso *Ataque das Cigarrinhas* este tipo de estratégia não foi identificado. Para os demais a estratégia foi verificada numa frequência semelhante, se destacando novamente os casos *Praga do Feijão* (11) e *Doença Misteriosa em Artesãos* (10), por razões já discutidas.

A *elaboração*, estratégia que indica o uso de conexões entre o assunto novo tratado no caso e assuntos antigos e familiares, foi a quarta estratégia mais identificada. Para o uso dessa estratégia merece destaque o caso *Reciclagem de Materiais*, que apresentou maior frequência em relação aos demais. Em treze turnos de conversação identificamos o emprego da estratégia. Esse resultado se deve ao fato de o caso envolver conceitos básicos de Química, já conhecidos pelos estudantes. No debate sobre o caso *Doença Misteriosa em Artesãos* também foi identificado o uso da *elaboração* em frequência considerável. Isso se deveu à ocorrência de discussões que envolveram conceitos de Fisiologia Humana ou sintomas de doenças respiratórias semelhantes às discutidas no caso, ambos os assuntos de conhecimento dos alunos. Para os demais casos não foi identificada tal estratégia ou esta ocorreu em frequência pouco expressiva. Os resultados obtidos sugerem que o emprego da *elaboração* independe do tipo de caso, mas dos conceitos que podem ser envolvidos na sua solução.

A *analogia*, que segundo o dicionário (HOUAISS, 2007) significa “*relação ou semelhança entre coisas ou fatos*”, e a *apresentação de prós e contras*, que consiste na análise das vantagens e desvantagens das soluções para o caso, também foram estratégias cognitivas identificadas nos argumentos dos grupos durante os debates, porém ambas em frequência menos significativa que as demais.

Na Tabela 5.15, a seguir, é apresentada a análise das estratégias metacognitivas identificadas nos argumentos dos grupos durante os debates.

TABELA 5.15 – Análise global das estratégias metacognitivas empregadas nos argumentos dos grupos durante os debates promovidos nas turmas B e C.

		Planejamento	Monitoramento	Avaliação
Estruturado	O Ataque das Cigarrinhas	1	1	0
	Adubo na Plantação	0	1	0
	Formigas Cortadeiras	0	0	0
	A Praga do Carrapato	0	1	0
Mal-estruturado	Ameaça aos Cacaueiros	0	0	0
	Praga do Feijão	0	1	2
Múltiplos problemas	Ameaça aos Cítricos	1	4	0
	Reciclagem de Materiais	0	3	2
	Doença Misteriosa em Artesãos	4	4	6
Total		6	15	10

A Tabela 5.15 ilustra a frequência de argumentos que indicaram o uso de estratégias metacognitivas, aqui compreendidas como procedimentos que o indivíduo emprega para planejar, monitorar e regular seu próprio pensamento e ação em relação à resolução dos casos. Assim como na análise dos argumentos elaborados nas apresentações orais, verificamos que o emprego das estratégias metacognitivas foi mais frequente entre os grupos que solucionaram casos de múltiplos problemas. No que diz respeito ao *monitoramento*, que consiste no acompanhamento e controle das ações dos grupos para solucionar o caso, esta foi a estratégia mais empregada nos argumentos elaborados durante os debates, assim como nas apresentações orais. No entanto, a maior quantidade de questões que deviam ser solucionadas nos casos de múltiplos problemas levou ao constante *monitoramento* dos grupos em relação a cada uma das decisões necessárias para a resolução do caso, o que explica a maior frequência do emprego da estratégia neste tipo de caso.

Considerando que a última etapa do *IDEAL Problem-Solving Model* denominada Ação sobre as Estratégias (BRANSFORD e STEIN, 1984) não foi considerada pela grande maioria dos grupos, a estratégia metacognitiva *avaliação*, que consiste na avaliação dos efeitos das decisões tomadas a respeito do caso, não foi verificada de maneira significativa na maioria dos debates, assim como nas apresentações orais. Em relação aos debates, novamente verificamos que os casos

de múltiplos problemas propostos se mostraram mais eficientes em estimular o emprego desse tipo de estratégia, se comparados aos casos estruturados e mal-estruturados.

O emprego da estratégia *planejamento*, argumento que explicitava os objetivos e os critérios a serem considerados na análise do problema como forma de direcionar as ações a serem desenvolvidas, foi verificado com menor frequência nos debates que nas apresentações orais. Isso porque nas apresentações orais houve maior organização por parte dos grupos na explicação das ideias, a respeito do planejamento das etapas que conduziria à resolução do caso, enquanto que nos debates as discussões foram mais desordenadas e enfatizaram fortemente a forma como certas decisões foram tomadas, favorecendo, dessa forma, o emprego da estratégia *monitoramento*.

TABELA 5.16 – Análise global das estratégias afetivas empregadas nos argumentos dos grupos durante os debates promovidos nas turmas B e C.

		Empatia	Solidariedade	Valores pessoais
Estruturado	O Ataque das Cigarrinhas	0	25	0
	Adubo na Plantação	0	6	0
	Formigas Cortadeiras	0	26	0
	A Praga do Carrapato	0	12	0
Mal-estruturado	Ameaça aos Cacaueiros	0	10	0
	Praga do Feijão	0	28	0
	Ameaça aos Cítricos	0	14	0
Múltiplos problemas	Reciclagem de Materiais	0	22	0
	Doença Misteriosa em Artesãos	1	27	0
Total		1	170	0

Conforme observamos na Tabela 5.16, dentre as estratégias afetivas analisadas, se destacou fortemente nos debates o emprego da *solidariedade*, que consiste na elaboração de argumentos que têm o intuito de auxiliar o outro na explicação de alguma ideia. Indubitavelmente o debate foi extremamente favorável no emprego da estratégia, uma vez que as vozes dos diferentes integrantes dos grupos se complementavam com o objetivo comum de persuadir os grupos opositores a respeito da solução apontada para o caso. Dessa forma, independente

do tipo de caso, essa estratégia foi fortemente favorecida por meio do debate e do trabalho em grupo.

Nos debates ocorreu apenas um argumento indicativo da estratégia *empatia*, única estratégia afetiva verificada nas apresentações orais. Observamos que a mesma foi identificada no caso de múltiplos problemas *Doença Misteriosa em Artesãos*, que apresenta características semelhantes ao *Caso das Próteses*. A estratégia foi verificada em uma das apresentações orais da solução desse caso. Ambos os casos tratam de problemas relacionados à saúde e à qualidade de vida de cidadãos que enfrentam problemas que envolvem aspectos sociais, econômicos e éticos. Problemas dessa natureza estimularam a *empatia* por parte dos alunos. Não identificamos a estratégia denominada *valores pessoais* em nenhum dos debates, assim como nas apresentações orais.

TABELA 5.17 – Análise global das estratégias sociais empregadas nos argumentos dos grupos durante os debates promovidos nas turmas B e C.

		Negociação	Sugestão	Desafio	Repetição	Exemplificação
Estruturado	O Ataque das Cigarrinhas	4	0	23	2	3
	Adubo na Plantação Formigas	8	0	19	1	4
	Cortadeiras	5	0	17	0	18
	A Praga do Carrapato	0	1	23	0	4
	Ameaça aos Cacaueiros	5	1	27	0	5
Mal-estruturado	Praga do Feijão	1	0	61	2	9
	Ameaça aos Cítricos	13	0	20	6	10
Múltiplos problemas	Reciclagem de Materiais	4	0	18	1	6
	Doença Misteriosa em Artesãos	8	2	54	0	6
Total		48	4	262	12	65

A Tabela 5.17 ilustra as estratégias sociais empregadas nos argumentos dos grupos durante os debates. Como observamos a estratégia *desafio*, que consiste numa provocação em relação às ideias dos opositores, foi abundantemente empregada, independente do tipo de caso proposto. Novamente se sobressaem os casos *Praga do Feijão* e *Doença Misteriosa em Artesãos*, pelas razões já discutidas: soluções distintas, resistência dos grupos em aceitar as ideias

dos opositores e conseqüente abundância no número de turnos de fala. A *exemplificação* foi a segunda estratégia social mais verificada nos argumentos dos grupos. No debate sobre o caso *Formigas Cortadeiras* o emprego dessa estratégia foi verificado de maneira mais significativa, pois os grupos que o solucionaram constantemente apresentaram exemplos que tiveram o intuito de tornar mais clara como determinada medida seria aplicada ou como essa se mostrou bem sucedida em outras situações.

A *negociação*, enunciado que indica a busca de consenso entre diferentes grupos, foi a terceira estratégia social mais verificada nos argumentos dos grupos. Observando a Tabela 5.17 verificamos que no debate sobre o caso *Praga do Feijão* foi exígua a busca de *negociação* entre os grupos, se considerarmos o elevado número de argumentos indicativos de *desafio*. Por outro lado, se observarmos os resultados obtidos no debate sobre o caso *Ameaça aos Cítricos*, verificamos que a busca pela *negociação* foi expressiva, se comparada à quantidade de enunciados indicativos de *desafio*. Assim, percebemos que quanto mais elementos um grupo possui para provocar e discordar dos seus opositores, menor a sua disposição na busca de um consenso.

As estratégias sociais *sugestão* e *repetição* foram identificadas em alguns dos debates, porém em frequência pouco significativa. De modo geral, não observamos a existência de um padrão que indicasse que determinado tipo de caso, estruturado ou mal-estruturado, por exemplo, é mais favorável à determinada estratégia social.

Análise comparativa do emprego das estratégias de aprendizagem: apresentações orais x debates

A Tabela 5.18 ilustra a análise comparativa das estratégias cognitivas empregadas na resolução dos casos estruturados nas situações de apresentações orais e debates.

TABELA 5.18 – Análise comparativa das estratégias cognitivas identificadas nos argumentos empregados nas apresentações orais e debates sobre os casos estruturados, onde: QUEST = questionamento, ELAB = elaboração, ANA = analogia, ORG = organização, HIP = hipótese, P/C = apresentação de prós e contras, COMP = comparação, A = apresentação oral, D = debate.

Casos estruturados	QUEST		ELAB		ANA		ORG		HIP		P/C		COMP	
	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D
A Praga do Carrapato	0	28	0	1	0	0	1	0	0	3	9	0	6	1
Formigas Cortadeiras	0	18	4	3	3	2	1	0	2	10	16	1	9	15
Adubo na Plantação	2	20	0	1	1	0	0	0	3	7	4	1	5	4
Ataque das Cigarrinhas	0	19	1	0	0	1	2	0	0	5	9	0	6	0

TABELA 5.19 – Análise comparativa das estratégias cognitivas identificadas nos argumentos empregados nas apresentações orais e debates sobre os casos mal-estruturados, onde: QUEST = questionamento, ELAB = elaboração, ANA = analogia, ORG = organização, HIP = hipótese, P/C = apresentação de prós e contras, COMP = comparação, A = apresentação oral, D = debate.

Casos mal-estruturados	QUEST		ELAB		ANA		ORG		HIP		P/C		COMP	
	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D
Praga do Feijão	0	60	2	0	0	2	1	0	8	17	5	0	9	11
Ameaça nos Cacaueiros	0	39	0	0	0	0	0	0	1	4	9	3	6	4
Ameaça aos Cítricos	0	29	0	0	0	5	0	0	1	2	0	0	4	3

TABELA 5.20 – Análise comparativa das estratégias cognitivas identificadas nos argumentos empregados nas apresentações orais e debates sobre os casos de múltiplos problemas, onde: QUES = questionamento, ELAB = elaboração, ANA = analogia, ORG = organização, HIP = hipótese, P/C = apresentação de prós e contras, COMP = comparação, A = apresentação oral, D = debate.

Casos de múltiplos problemas	QUES		ELAB		ANA		ORG		HIP		P/C		COMP	
	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D
Doença Misteriosa em Artesãos	0	64	0	7	1	4	0	0	5	28	1	0	1	10
Reciclagem de Materiais	0	20	0	13	0	1	3	0	1	9	5	1	6	3

Conforme as Tabelas 5.18, 5.19 e 5.20 ilustram, é notório que, independente do tipo de caso, algumas estratégias cognitivas são fortemente favorecidas nas apresentações orais, enquanto que outras são características de situações de debates. O *questionamento*, por exemplo, somente foi verificado durante os debates, espaço propício para que as ideias dos oponentes a respeito do caso fossem refutadas. A única exceção ocorreu em uma das apresentações orais

sobre o caso *Adubo na Plantação*, quando o representante do grupo responsável pela exposição questiona duas vezes a informação fornecida no caso, sobre a principal origem do problema. Em relação ao emprego da *hipótese*, verificamos que novamente o debate se mostrou um espaço mais favorável em todas as situações analisadas. Nessa situação, a estratégia, via de regra, foi empregada em discussões entre os grupos sobre as possíveis causas para o problema ou sobre os possíveis efeitos das soluções apontadas pelos grupos oponentes. O uso da estratégia *analogia* também foi verificado com maior frequência nas situações de debates, quando os estudantes buscavam estabelecer relações entre alguma informação relacionada ao caso e fatos que apresentavam aspectos em comum.

Por outro lado, algumas estratégias foram significativamente favorecidas nas situações de apresentações orais. A primeira delas diz respeito à *apresentação de prós e contras*. Conforme ilustram as Tabelas 5.18, 5.19 e 5.20, em todas as situações analisadas, verificamos o emprego da estratégia em uma frequência superior àquela verificada nos debates. De fato, nas apresentações orais os diferentes grupos expuseram a resolução do caso de maneira semelhante em alguns pontos, como por exemplo, a apresentação das vantagens e desvantagens de cada uma das alternativas existentes para solucionar o caso, com o intuito de fundamentar a decisão final da equipe sobre aquela mais viável. Situação semelhante ocorreu em relação ao emprego da estratégia *organização*, significativamente privilegiada nas situações de apresentações orais. Esse resultado não é surpreendente, uma vez que essa situação é propícia para o emprego de tal estratégia, pois visando facilitar o entendimento do que está sendo exposto, os estudantes, comumente, estruturam a apresentação pela subdivisão em partes ou pela identificação de relações.

No que diz respeito ao emprego das estratégias *comparação* e *elaboração* observamos que para alguns casos o emprego destas foi mais frequente nas situações de apresentações orais, enquanto que para outros, nas situações de debates. Não observamos tendências que levassem a concluir pelo favorecimento do emprego de tais estratégias propiciado por uma ou outra situação.

As Tabelas 5.21, 5.22 e 5.23 ilustram a análise comparativa das estratégias metacognitivas empregadas na resolução dos casos estruturados, mal-estruturados e de múltiplos problemas, respectivamente.

TABELA 5.21 – Análise comparativa das estratégias metacognitivas identificadas nos argumentos empregados nas apresentações orais e debates sobre os casos estruturados.

Casos estruturados	Planejamento		Monitoramento		Avaliação	
	A	D	A	D	A	D
A Praga do Carrapato	0	0	4	1	1	0
Formigas Cortadeiras	6	0	18	0	2	0
Adubo na Plantação	3	0	16	1	1	0
Ataque das Cigarrinhas	0	1	10	1	1	0

TABELA 5.22 – Análise comparativa das estratégias metacognitivas identificadas nos argumentos empregados nas apresentações orais e debates sobre os casos mal-estruturados.

Casos mal-estruturados	Planejamento		Monitoramento		Avaliação	
	A	D	A	D	A	D
Praga do Feijão	1	0	20	1	2	2
Ameaça nos Cacaueiros	0	0	22	0	0	0
Ameaça aos Cítricos	2	1	17	4	0	0

TABELA 5.23 – Análise comparativa das estratégias metacognitivas identificadas nos argumentos empregados nas apresentações orais e debates sobre os casos de múltiplos problemas.

Casos de múltiplos problemas	Planejamento		Monitoramento		Avaliação	
	A	D	A	D	A	D
Doença Misteriosa em Artesãos	4	4	18	4	0	6
Reciclagem de Materiais	4	0	26	3	2	2

Conforme ilustra as Tabelas 5.21, 5.22 e 5.23, estratégias metacognitivas foram empregadas mais significativamente nas situações de apresentações orais sobre os três tipos de casos. No que diz respeito à estratégia *planejamento*, essa tendência consiste no fato de os estudantes, normalmente, iniciarem a apresentação oral explicitando as ações necessárias para solucionar o caso ou as questões a serem resolvidas. Por outro lado, o debate se mostrou menos favorável ao emprego da estratégia, uma vez que nessa situação a ênfase geralmente é dada à resolução final apontada para solucionar o problema.

No que diz respeito à estratégia *monitoramento*, esta foi notoriamente mais identificada nas apresentações orais que nos debates em todas as situações analisadas. Isso porque nessas situações os estudantes normalmente explicitavam

as metas a serem atingidas e ao longo da apresentação colocações eram feitas em relação ao desenvolvimento rumo à sua realização. Ou seja, durante as apresentações orais foi verificado, de forma mais sistemática, o acompanhamento e o controle das ações relacionadas à resolução do caso. Em relação à *avaliação*, essa estratégia foi pouco evidenciada na maioria das apresentações orais e debates. O processo geralmente foi finalizado com a escolha da melhor alternativa para solucionar o caso e pouca atenção foi dada a uma suposta avaliação dos possíveis efeitos das ações propostas.

No que diz respeito às estratégias afetivas, estas foram as menos empregadas pelos estudantes nas duas situações analisadas. As Tabelas 5.24, 5.25 e 5.26 ilustram a frequência do uso desse tipo de estratégia nas situações de apresentações orais e debates.

TABELA 5.24 – Análise comparativa das estratégias afetivas identificadas nos argumentos empregados nas apresentações orais e debates sobre os casos estruturados.

Casos estruturados	Empatia		Solidariedade	
	A	D	A	D
A Praga do Carrapato	0	0	0	12
Formigas Cortadeiras	0	0	1	26
Adubo na Plantação	1	0	0	6
Ataque das Cigarrinhas	0	0	1	25

TABELA 5.25 – Análise comparativa das estratégias afetivas identificadas nos argumentos empregados nas apresentações orais e debates sobre os casos mal-estruturados.

Casos mal-estruturados	Empatia		Solidariedade	
	A	D	A	D
Praga do Feijão	1	0	0	28
Ameaça nos Cacaueiros	0	0	0	10
Ameaça aos Cítricos	0	0	0	14

TABELA 5.26 – Análise comparativa das estratégias afetivas identificadas nos argumentos empregados nas apresentações orais e debates sobre os casos de múltiplos problemas.

Casos de múltiplos problemas	Empatia		Solidariedade	
	A	D	A	D
Doença Misteriosa em Artesãos	0	1	0	27
Reciclagem de Materiais	0	0	0	22

Conforme verificamos nas Tabelas 5.24, 5.25 e 5.26 a estratégia *solidariedade* foi significativamente privilegiada nas situações de debates. Classificamos como tal aquelas situações em que, via de regra, os alunos buscavam complementar a ideia do colega com o intuito de facilitar a compreensão da explicação pelos demais, ou tentavam entender as colocações do outro. Apenas duas vezes verificamos o emprego da referida estratégia nas situações de apresentações orais, por um grupo responsável pelo caso *Formigas Cortadeiras* e por outro responsável pelo caso *Ataque das Cigarrinhas*. Em ambas as situações, um colega que assistia a apresentação complementou alguma informação esquecida pelo representante do grupo durante a exposição oral. Considerando que nas apresentações orais a decisão do grupo foi defendida por apenas um de seus integrantes, o emprego dessa estratégia não foi favorecido, como poderia ter ocorrido se outros integrantes do grupo participassem da apresentação oral ou mesmo se, durante a mesma, tivéssemos permitido interrupções por parte da platéia. Observações passíveis de serem consideradas em trabalhos futuros.

No que diz respeito à estratégia *empatia* esta somente foi verificada em duas situações de apresentações orais: por um grupo responsável pelo caso *Adubo na Plantação* e por outro responsável pelo caso *Praga do Feijão*. Nos debates identificamos o emprego da estratégia apenas uma vez, em uma apresentação do caso *Doença Misteriosa em Artesãos*. Esses resultados nos levam a crer, que independente da situação, os casos propostos não favoreceram o emprego da referida estratégia pelos alunos. Por razões explicadas anteriormente as estratégias sociais somente foram consideradas na análise dos argumentos empregados nos debates.

Com base nos resultados obtidos a partir da análise das apresentações orais e debates na perspectiva do Modelo de Análise de Argumentação sobre Aspectos do Processo de Resolução de Questões Sócio-científicas apresentamos a

seguir algumas considerações relacionadas à sua aplicação e às principais tendências observadas na resolução dos diferentes tipos de casos, nas diferentes situações de ensino. Com isso buscamos respostas para as seguintes questões de pesquisa: *As diferentes propostas de ensino favoreceram a argumentação por parte dos estudantes? Que tipos de casos podem favorecer determinadas estratégias argumentativas? E o que podemos concluir sobre a qualidade da argumentação dos alunos durante a aplicação das propostas?*

De acordo com SIMONNEAUX (2008) promover e avaliar a argumentação não são tarefas simples. Variáveis contextuais apresentam influência na sua qualidade e algumas dimensões da argumentação são específicas de determinadas situações, como por exemplo, o tipo de estratégia empregada ou ainda se as atividades são realizadas na forma oral ou escrita. No que diz respeito à questão de pesquisa relacionada à potencialidade das propostas de ensino em favorecer a argumentação, observamos em ambas as situações, apresentações orais e debates, a consideração por parte dos alunos, dos vários aspectos que constituem as três perspectivas do Modelo proposto. Fato que sugere que as duas situações de ensino foram favoráveis à prática da argumentação, no nosso ponto de vista. No entanto, os resultados obtidos corroboram a colocação supracitada, de que a qualidade da argumentação é fortemente influenciada dependendo do seu contexto. Observamos que determinados aspectos do Modelo foram recorrentes em apresentações orais, enquanto que outros o foram em debates. O emprego da estratégia cognitiva *questionamento*, por exemplo, foi fortemente favorecido nos debates, enquanto que as estratégias *apresentação de prós e contras* e *organização* foram típicas das situações de apresentações orais.

No que diz respeito à questão de pesquisa relacionada à influência dos diferentes casos em relação aos tipos de estratégias empregadas na sua resolução, algumas tendências foram observadas em relação a cada uma das perspectivas de análise do Modelo. Quanto à primeira perspectiva, observamos que os três tipos de casos estimularam fortemente a formulação de argumentos baseados em critérios ambientais, sociais, econômicos, éticos e/ou científicos, que divergiram de acordo com a temática envolvida no problema. No Caso *Doença Misteriosa em Artesãos*, por exemplo, aspectos éticos e econômicos foram fortemente considerados pelos alunos, enquanto que na resolução do caso *Reciclagem de Materiais*, bastante ênfase foi dada aos aspectos científicos e ambientais. Em relação ao último, o fato

de o caso envolver fortemente questões de Química, área de estudo dos estudantes, notoriamente favoreceu a elaboração de argumentos de cunho científico, por parte deles. Desse modo, concluímos que os critérios considerados na análise de um caso são determinados pelos aspectos mais fortemente envolvidos no seu contexto, assim como pela familiaridade dos alunos com o tema.

RATCCLIFFE (1998), com base em resultados de pesquisas sobre atividades em grupo relacionadas à tomada de decisões sobre questões sócio-científicas, concluiu que o incentivo e o auxílio para que os alunos fundamentem os seus argumentos, explicitando a natureza e a aceitabilidade das informações por eles usadas, é um importante fator para auxiliá-los a desenvolver a capacidade de tomada de decisão. Nessa perspectiva, acreditamos que essa capacidade tenha sido favorecida de maneira significativa nas apresentações orais e debates, uma vez que menções às fontes de evidências utilizadas pelos alunos na análise dos casos (artigos científicos, entrevistas com pesquisadores de instituições renomadas, teses etc.) foram abundantemente evidenciadas nas duas situações. No que diz respeito à influência dos diferentes tipos de casos no emprego de tais fontes, constatamos que independente do tipo de caso, o emprego de determinadas fontes de evidências parece estar relacionado com a disponibilidade de informações sobre o assunto e o acesso a elas por parte dos alunos.

SUART e MARCONDES (2009) apontam que atividades nas quais o aluno se limita à manipulação de materiais ou à mera observação de fatos se demonstram de fraco caráter cognitivo, ou seja, permitem pouca participação do aluno na elaboração de hipóteses, no contraste de ideias e na análise de variáveis. Atividades dessa natureza geralmente limitam a participação do aluno. Nessa perspectiva, percebemos que os três tipos de casos favoreceram o emprego de estratégias cognitivas e propiciaram a participação efetiva dos estudantes, evidenciada pela capacidade de elaborarem hipóteses a respeito das causas do problema ou ainda dos efeitos das ações propostas para solucioná-lo; pela capacidade de questionarem as ideias contrárias dos oponentes e ao mesmo tempo defender a posição do próprio grupo; e ainda pela capacidade de analisar variáveis, por meio da análise dos prós e contras de cada uma das alternativas para solucionar o caso ou da comparação entre as distintas soluções, de modo a obter fundamentação para justificar a decisão final do grupo.

No entanto, cabe destacar que determinados tipos de casos favorecem o emprego de determinadas estratégias cognitivas. A *comparação*, por exemplo, é favorecida na resolução de casos que apresentam maior diversidade de alternativas a ser considerada e desfavorecida em casos cujas soluções são escassas, o mesmo vale para a estratégia *apresentação de prós e contras*. Aparentemente, a *comparação* também foi favorecida pela resolução de casos mal-estruturados, pela necessidade adicional da análise comparativa das possíveis causas do problema na tentativa de identificá-lo. Também constatamos que, de modo geral, os casos de múltiplos problemas foram mais favoráveis ao emprego de estratégias cognitivas na maioria das situações analisadas. Isso se deve a maior quantidade de questões a ser considerada na análise do problema.

Os três tipos de casos estimularam fortemente o emprego de estratégias metacognitivas, principalmente o *monitoramento*. Em relação a essa estratégia novamente se destacam os casos de múltiplos problemas, pelo fato de exigirem maior monitoramento dos grupos em relação às soluções apontadas para cada uma das questões a ser resolvida. Em relação às estratégias afetivas, de modo geral, estas não foram favorecidas de forma significativa pelos casos propostos, com exceção da *solidariedade*, bastante evidenciada nos debates, normalmente em situações em que um aluno complementava a ideia do colega do mesmo grupo, visando com isso convencer os demais sobre a viabilidade da decisão da equipe sobre a solução do caso. Observamos que casos que envolveram aspectos como saúde, qualidade de vida e direitos humanos como o *Caso das Próteses*, estimulou o emprego da estratégia afetiva *empatia*, embora de maneira pouco expressiva.

PATRONIS et al., (1999) consideram a argumentação como um processo social, no qual indivíduos em cooperação tentam ajustar suas intenções e interpretações em torno de uma apresentação verbal da razão para as suas ações. Para tanto, torna-se fundamental que os estudantes compreendam as bases racionais de suas ações, de modo que cheguem a uma posição consistente e aceitável, que possa ser defendida persuasivamente, levando em conta outros pontos de vista (SOLOMON, 1998). Nesse sentido, observamos que o emprego de estratégias sociais foi bastante favorecido no processo de resolução dos três tipos de casos, assim como pela promoção do debate. Estratégias sociais como o *desafio*, a *exemplificação* e a *negociação* foram empregadas de forma significativa nas situações de debates, independente do tipo de caso. Observamos ainda que quanto

mais elementos um grupo possua para provocar e discordar dos seus opositores, menor a sua disposição na busca de um consenso. Ou seja, quanto mais *desafio*, menos *negociação*. De modo geral, não identificamos relações entre o tipo de caso e o emprego de determinadas estratégias sociais.

No que diz respeito à questão de pesquisa relacionada à qualidade da argumentação, vale ressaltar que, neste estudo, consideramos de boa qualidade argumentos que, além de apresentarem boa estrutura (TOULMIN, 2001), contemplaram os aspectos constituintes das três perspectivas do Modelo proposto. Uma vez que na resolução de todos os casos propostos a análise realizada pelos alunos foi fundamentada na consideração de diferentes critérios, na explicitação de distintas fontes de evidências e no emprego de estratégias de aprendizagem, (mesmo que em frequências distintas), consideramos que as propostas de ensino estimularam a elaboração de argumentos de boa qualidade. Além disso, a análise estrutural com base no Modelo de TOULMIN (2001), na Metodologia de ERDURAN et al. (2004), e adaptações por nós propostas a essa metodologia, também apontam para a boa adequação dos argumentos elaborados pelos estudantes.

A análise dos argumentos elaborados durante as apresentações orais e debates, com base nos referenciais teóricos supracitados, nos fazem acreditar ainda que outras habilidades de caráter formativo como comunicação oral, comunicação escrita, tomada de decisão, trabalho em grupo, dentre outras, foram favorecidas a partir das atividades propostas. No tópico a seguir, são apresentadas as impressões dos estudantes a respeito do desenvolvimento das referidas habilidades, supostamente favorecidas pelas atividades, que nos fornecem elementos mais significativos para que considerações nesse sentido sejam realizadas.

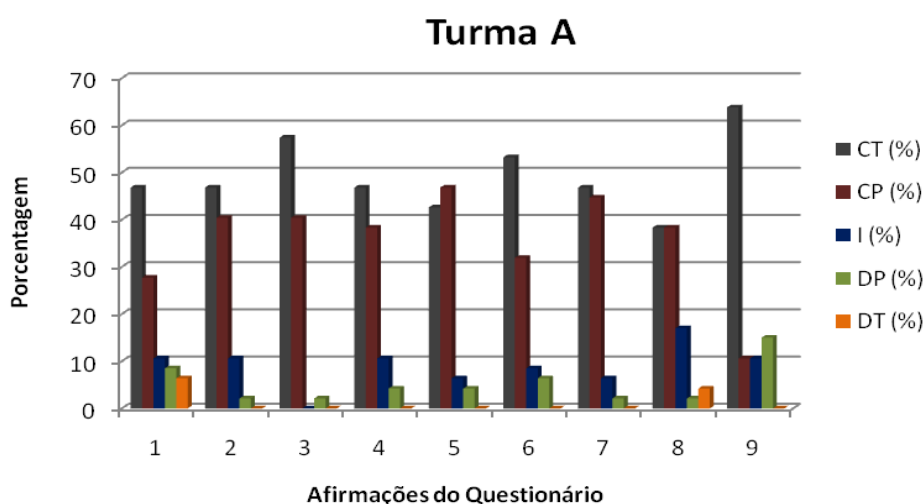
5.6. Impressões dos estudantes a respeito das propostas de ensino

Nas Turmas A e C, ao final das discussões que sucederam as apresentações orais sobre as soluções dos casos, foi solicitado aos estudantes que respondessem a um questionário sobre as habilidades que acreditavam ter desenvolvido ou aperfeiçoado a partir das atividades propostas. Em cada uma das turmas, 47 questionários foram respondidos. O questionário foi composto de nove afirmações e os alunos escolheram, para cada uma delas, a alternativa que melhor

descrevesse sua opinião. Para cada uma das afirmações foi disponibilizado ainda um espaço para que os alunos pudessem comentar a respeito das mesmas. As afirmações contidas no questionário de avaliação são descritas a seguir:

1. Desenvolvi a minha capacidade de comunicação oral;
2. Desenvolvi a minha capacidade de comunicação escrita;
3. Desenvolvi a minha capacidade de investigação na busca de soluções para resolver problemas;
4. Desenvolvi a minha capacidade de argumentação diante de questionamentos;
5. Desenvolvi a minha capacidade de persuasão na apresentação das minhas conclusões;
6. Desenvolvi o meu entendimento sobre a forma como a Ciência é construída;
7. Desenvolvi a minha capacidade de solucionar problemas;
8. Desenvolvi a minha capacidade de tomar decisões diante de problemas da vida real;
9. Desenvolvi a minha capacidade de realizar trabalhos em grupo.

A frequência das respostas expressa em escala Likert, foi quantificada e encontra-se indicada, em porcentagem, como CT (Concordo Totalmente), CP (Concordo Parcialmente), I (Indeciso), DP (Discordo Parcialmente), DT (Discordo Totalmente) na Figura 5.40. O eixo x corresponde à numeração das afirmações supracitadas e o eixo y a frequência de respostas dos alunos em relação às mesmas.



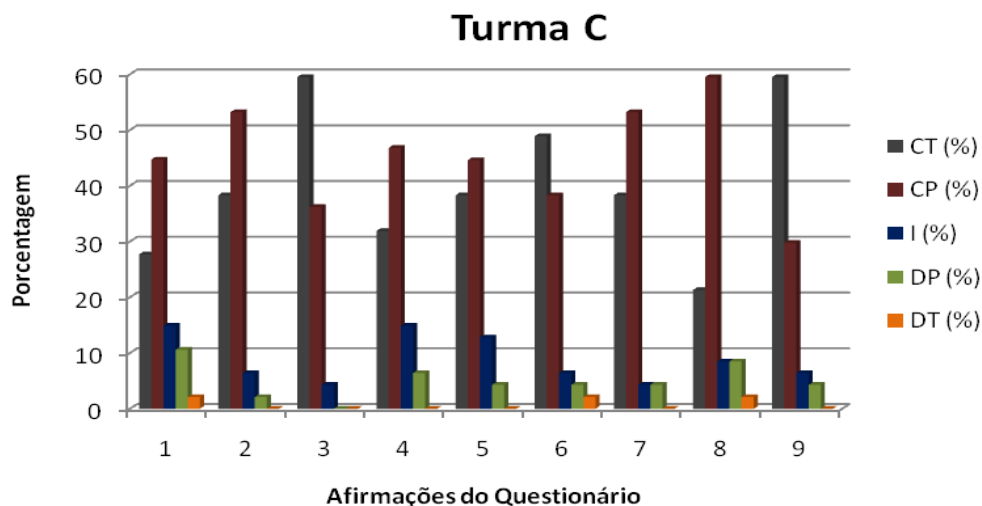


FIGURA 5.40 – Questionário de avaliação das propostas aplicado nas turmas A e C, onde CT= Concordo Totalmente, CP= Concordo Parcialmente, I= Indeciso, DP= Discordo Parcialmente e DT= Discordo Totalmente.

De acordo com a Figura 5.40 apresentamos a análise realizada para as Turmas A e C, dividida em categorias cuja organização está de acordo com o tipo de habilidade com o qual a afirmação se relaciona.

Habilidades de comunicação oral

Nos Itens 1, 4 e 5, que se relacionam ao aprimoramento das habilidades de comunicação oral, verificamos elevado nível de concordância nas duas turmas (*respostas concordo totalmente e concordo parcialmente*): Item 1 - 74,5% (Turma A) e 72,4% (Turma C); Item 4 - 85,1% (Turma A) e 78,7% (Turma C); Item 5 - 89,3% (Turma A) e 82,9% (Turma C). Os números sugerem que as várias oportunidades de discussão oferecidas aos estudantes durante a aplicação das propostas contribuíram para o aperfeiçoamento das suas habilidades relacionadas à comunicação oral, conforme análise das respostas abertas para esses itens, exemplificada nos comentários ilustrados a seguir:

Os mini-simpósios exigiram treino, e mesmo sem apresentar, a capacidade oral foi desenvolvida.

Não apresentei oralmente, mas tive que debater com os outros grupos, o que foi produtivo, no final.

O debate entre os grupos foi a atividade mais interessante e produtiva, pois mesmo não tendo uma resposta para o grupo questionador, tivemos que desenvolver o lado “político” (...).

No entanto, é necessário considerar a ocorrência de 10,6% e 14,9% de Indecisos e 14,9% e 12,7% de discordância (somatório das respostas discordo parcialmente e discordo totalmente) no Item 1, em relação às Turmas A e C, respectivamente. Associamos esse resultado ao fato de apenas um dos integrantes do grupo ter apresentado oralmente a resolução do caso. Assim, aparentemente alguns estudantes ficaram em dúvida, ou discordaram, quanto ao desenvolvimento da habilidade de comunicação oral, uma vez que não tiveram a oportunidade de expor oralmente a resolução do caso.

Nesse sentido, JIMENEZ ALEIXANDRE e BUSTAMANTE (2003) apontam que, no ensino em geral, a expressão oral é decisiva. Em contrapartida, JORGE e PUIG (2000) falam das grandes dificuldades encontradas pela maioria dos estudantes na hora de expressar e organizar um conjunto de ideias. Assim, diversos trabalhos têm sido desenvolvidos com o objetivo de propiciar o desenvolvimento de habilidades dessa natureza (SADLER, 2006; CAMPANER e DE LONGHI, 2007).

Observamos ainda que para os itens 1 e 4 foi apresentado maior número de respostas favoráveis na Turma A, corroborando a ideia de que, na concepção dos alunos, a argumentação é uma habilidade melhor desenvolvida de forma espontânea (KNUDSON, 1991). Afirmação também reforçada nos comentários ilustrados a seguir, feitos por alunos da Turma C.

Essa capacidade foi desenvolvida, porém, acho que a utilização à risca do modelo de Toulmin limita de certa maneira quando se constrói a argumentação.

Acho que o uso de modelos para a argumentação não é válido.

Verificamos ainda que as respostas desfavoráveis para os itens relacionados à comunicação oral (*indecisão, discordo parcialmente e discordo totalmente*) se deveram, principalmente, ao fato de apenas um dos integrantes dos grupos ter apresentado oralmente a resolução do caso, conforme os comentários feitos pelos estudantes, ilustrados a seguir:

Como houve sorteios nas apresentações, não houve oportunidade para todos apresentarem, apesar de haver oportunidades nos debates.

Apesar de ter estudado para as apresentações e ter feito uma pré-apresentação, não tive oportunidade de apresentar de fato. Até hoje não compreendo a vantagem de apenas um membro do grupo realizar a apresentação.

Habilidades de comunicação escrita

No Item 2, que se relaciona ao aprimoramento da habilidade de comunicação escrita, verificamos que, na Turma A, 87,3% dos estudantes registraram respostas favoráveis; e na Turma C, 91,5%. Ou seja, para ambas as turmas as atividades propostas se mostraram espaços adequados para o desenvolvimento de habilidades de comunicação escrita, apontada por especialistas da área de ensino de Química como pouco estimulada em cursos de graduação (QUEIROZ, 2001). Os comentários ilustrados a seguir exemplificam as impressões positivas apresentadas pelos estudantes.

Tanto os trabalhos em grupo como os individuais fizeram que a capacidade de escrita fosse desenvolvida.

Os vários trabalhos em sala e em casa ajudaram a desenvolver essa habilidade de escrita, como ordenar o texto e organizar as ideias.

Apenas 2,1% dos alunos, em cada uma das turmas, apresentaram discordância parcial sobre essa afirmação. Na Turma C, a maior crítica está relacionada ao emprego de um Modelo para a argumentação, como verificamos nos comentários a seguir.

Com o uso de métodos mecânicos não foi possível fazer uso de minha diversificação linguística.

Verificamos ainda a ocorrência de 10,6% e 6,4% de alunos indecisos nas Turmas A e C, respectivamente, quanto à afirmação contida neste Item. Para os indecisos, novamente se destaca a insatisfação de alguns estudantes da Turma C com o Modelo proposto:

Apesar de ter treinado a minha escrita com os textos, acredito que pouco foi acrescentado à minha capacidade de escrever, pois o Modelo de Toulmin apresentava passos óbvios que, de certa forma, tiravam a liberdade de criação durante o texto.

Em contraponto, constatamos também comentários que indicam apoio ao emprego do Modelo de Toulmin (2001) como forma de favorecer a capacidade de escrita:

Tenho um pouco de dificuldade em escrever, mas acho que o esquema que foi seguido para realização de textos argumentativos (Modelo de Toulmin) ajudou muito. Além disso, o treino ajudou muito.

Habilidades de resolução de problemas e tomada de decisão

Os Itens 3, 7 e 8 estão vinculados ao desenvolvimento da capacidade de resolução de problemas e tomada de decisão. Esta se relaciona à resolução de problemas da vida real, em que os estudantes, por meio de investigação, buscam soluções para os casos propostos. Nos Itens 3 e 7, que dizem respeito à capacidade de investigar e resolver problemas, verificamos um alto índice de respostas favoráveis: 97,9% e 91,5% na Turma A; 95,7% e 91,5% na Turma C, respectivamente. Esta alta porcentagem de respostas positivas reflete a ativa participação do alunado na busca de soluções para os casos. Sobre essas respostas positivas destacamos os seguintes comentários:

A parte mais interessante é buscar soluções e avaliar se são ou não as mais corretas para determinado caso.

Sim, pois para a solução do caso tivemos que procurar professores, fontes da internet, livros e aprender a pesquisar.

O Item 8, relacionado ao desenvolvimento da capacidade de tomar decisões diante de problemas da vida real apresentou elevado número de respostas favoráveis na Turma A (76,6%) e na C (80,8%). Por outro lado esse item apresentou o maior número de respostas de indecisos na Turma A (17%) e C (8,5%). Os comentários a seguir exemplificam as impressões dos alunos indecisos, que parecem estar relacionadas com a percepção dos mesmos quanto à complexidade envolvida no processo de tomada de decisão.

É muito subjetiva, cada decisão na vida real é única e depende da reação de cada pessoa.

No que diz respeito às respostas desfavoráveis para essa afirmação, verificamos um índice de 6,3% na Turma A e 10,6% na Turma C, respectivamente. Dos poucos que justificaram a sua discordância sobre a afirmação, destacamos os seguintes comentários, que sugerem a má interpretação da afirmação pelos estudantes:

Não relacionei o trabalho com a minha vida.

As resoluções deste trabalho não influenciam nas decisões da minha vida.

Entendimento de como a Ciência é construída

Considerando a ideia de CAPECCHI e CARVALHO (2000), que acreditam que a partir da argumentação os estudantes entram em contato com

algumas habilidades importantes dentro do processo de construção do conhecimento científico (reconhecimento entre afirmações contraditórias, identificação de evidências e confronto de evidências com teorias), inserimos no item 6 do questionário uma afirmação relacionada ao desenvolvimento do entendimento do aluno sobre como a Ciência é construída a partir da realização das propostas. Verificamos um índice de 85,1% e 87,2% de respostas favoráveis para essa afirmação nas Turmas A e C, respectivamente. Dentre aqueles que acreditam que a proposta favoreceu o entendimento nesse sentido, destacamos os seguintes comentários:

A leitura dos artigos somada aos trabalhos proporcionaram uma nova visão de como os cientistas trabalham e os laboratórios funcionam.

Ao buscar dados para a resolução do caso foi que entendi como isso ocorre.

Na Turma A, 8,5% ficaram indecisos quanto à resposta e 6,4% discordaram parcialmente da afirmação. Na Turma C, 6,4% mostraram indecisão, 4,3% discordaram parcialmente e 2,1% discordaram totalmente. A maioria dos alunos que forneceu esse tipo de resposta não apresentou nenhum comentário que a justificasse. Dos poucos que responderam, destacamos os seguintes comentários:

Creio que nada teórico pode exemplificar a prática de como os cientistas trabalham (claro que alguns aspectos foram vivenciados, mas longe de generalizar).

Não participamos da parte da pesquisa, nosso trabalho foi voltado à aplicação.

Como podemos perceber nos comentários acima, esses alunos acreditam que para entender como a Ciência é construída faz-se necessária a realização de atividades práticas, aparentemente entendidas como somente aquelas realizadas no laboratório. Essas colocações sugerem a existência de uma visão distorcida, por parte dos alunos, em relação à construção do conhecimento científico, que no sentido de PEREZ et al., (2001) seria uma *concepção empírico-indutivista e atórica*, definida como “concepção que destaca o papel “neutro” da observação e da experimentação (não influenciadas por ideias apriorísticas), esquecendo o papel essencial das hipóteses como orientadoras da investigação, assim como dos corpos coerentes de conhecimentos (teorias) disponíveis, que orientam todo o processo”. Esse tipo de concepção por parte dos alunos não é surpreendente, uma vez que durante a aplicação da proposta eles ainda não haviam

concluído o primeiro ano do Ensino Superior e, seguramente, não haviam tido tempo suficiente para uma melhor compreensão da natureza da ciência, esperada de alunos veteranos em um curso de Química, em geral.

Habilidades de trabalho em grupo

A adoção de uma pedagogia que desenvolva habilidades de argumentação, pensamento crítico e trabalho em grupo é reconhecida como essencial para o aprimoramento desses processos por vários pesquisadores renomados da área de Educação em Ciências (KELLY et al., 1998; DRIVER et al., 2000; DORI et al., 2003). No que diz respeito ao desenvolvimento da habilidade de trabalho em grupo, verificamos um significativo nível de concordância para a afirmação a ela relacionada, por ambas as turmas: 74,4% na Turma A; e 89,3% na Turma C. Em relação aos comentários daqueles que apresentaram respostas favoráveis a essa afirmação, destacamos:

Desenvolvi minha capacidade de aprendizagem com os integrantes do grupo, expressando e trocando ideias sobre os temas propostos.

Trabalhando em grupo aprendi a levar em conta as outras opiniões e também desenvolver a minha opinião própria.

Os comentários acima estão de acordo com a colocação de CAPECCHI e CARVALHO (2000), quando afirmam que o trabalho em grupo envolve dimensões importantes na formação dos estudantes, tais como o aprendizado de uma convivência cooperativa com os colegas, o respeito às diferentes formas de pensar, o cuidado na avaliação de uma afirmação e a auto-confiança para a defesa de pontos de vista. Cornely (1998) comenta que os estudantes estão acostumados a trabalhar independentemente em suas atividades e o exercício com Estudo de Caso fornece a oportunidade de trabalharem colaborativamente com os colegas. Pois, para resolver o caso com sucesso os alunos necessitam se engajar ativamente na busca de soluções.

Na turma A, 10,6% ficaram indecisos quanto à resposta e 15% discordaram parcialmente da afirmação. Na Turma C, 6,4% mostraram indecisão e 4,3% discordaram parcialmente. Em relação aos alunos que deram esse tipo de resposta, destacamos os seguintes comentários:

Não acredito que isso realmente ocorreu, pois no meu grupo em especial, apenas duas pessoas trabalharam de fato.

Não muito, pois no meu grupo houve vários desencontros e problemas que influenciaram de forma negativa o desempenho da realização das atividades.

Como percebemos nos comentários acima, as críticas dos alunos dizem respeito à insatisfação relacionada ao fato de os integrantes dos grupos não colaborarem para a realização das atividades com a mesma dedicação, ou ainda, a falta de entendimento entre os membros da equipe, que inviabilizou o melhor desempenho das atividades. Desse modo, a adoção de procedimentos, em trabalhos futuros, condizentes com os princípios da aprendizagem cooperativa (JOHNSON et al., 1999) parece ser uma alternativa para melhorias nesse aspecto.

As percepções enfatizadas nos comentários dos estudantes para as afirmações do questionário serviram para apontar algumas potencialidades e limitações nas propostas de ensino. Questionário semelhante foi aplicado por VELLOSO (2009) ao trabalhar com Estudo de Casos envolvendo questões científicas, relacionadas ao tema Corrosão, no Ensino Superior de Química. No que diz respeito às habilidades relacionadas à comunicação oral os resultados obtidos pela autora foram semelhantes aos observados neste trabalho. Em relação à habilidade de comunicação escrita, a autora registrou maior número de respostas desfavoráveis e de indecisos, se comparado a este trabalho, que segundo ela se deveu à ênfase dada às apresentações orais durante a aplicação da proposta, fazendo com que esta não tenha sido entendida, por parte considerável dos alunos, como propiciadora de aperfeiçoamento efetivo na sua habilidade de comunicação escrita. No presente trabalho a ocorrência de atividades escritas foi significativa, especialmente na Turma C. Para os itens relacionados às habilidades de resolução de problemas e tomada de decisão, ambas as experiências apresentaram expressivos níveis de concordância. Resultados que nos levam a crer na eficiência do método de Estudo de Caso na promoção dessas habilidades.

Quanto ao item relacionado ao entendimento de como a Ciência é construída, o número de respostas desfavoráveis verificado pela autora, é significativamente superior ao observado nesta pesquisa. Segundo ela, este fato pode estar relacionado com a percepção dos alunos quanto à complexidade envolvida no processo de entendimento sobre a construção do conhecimento científico. Elevado número de concordância foi verificado pela autora para o item relacionado à habilidade de trabalho em grupo, que segundo ela está de acordo com a participação ativa de todos os membros do grupo, observada durante os debates. Menções a obstáculos para o trabalho em grupo, como as destacadas nesta pesquisa, não foram feitas pela autora.

No questionário aplicado por VELLOSO (2009) há ainda um item relacionado aos conhecimentos adquiridos sobre o tema Corrosão. Segundo a autora, este foi um dos poucos em que as respostas positivas foram unânimes (100% de somatório das respostas Concordo Totalmente e Concordo Parcialmente). As respostas indicam a alta potencialidade do método para o ensino de conteúdos científicos. Uma vez que a aprendizagem de conteúdos específicos não era o foco do nosso trabalho, tal questionamento não foi apresentado aos estudantes.

Faz-se necessário considerar que na elaboração do questionário inserimos afirmações relacionadas a habilidades que acreditávamos serem estimuladas a partir da proposta. No entanto, a partir da análise dos dados percebemos que especular sobre o desenvolvimento de outras habilidades, mais próximas dos aspectos analisados com base no Modelo de argumentação por nós proposto, seria pertinente e recomendável em trabalhos futuros. Desse modo, afirmações relacionadas ao desenvolvimento das seguintes habilidades seriam interessantes: analisar o caso com base em aspectos sociais, ambientais, econômicos e ou éticos; buscar evidências nas distintas fontes de pesquisa; empregar adequadamente estratégias de aprendizagem como, por exemplo, o questionamento, a comparação, a apresentação de prós e contras etc. Questões que pretendemos inserir em trabalhos futuros.

Visando obter elementos mais significativos a respeito da receptividade, na Turma C, em relação ao emprego do Modelo de Toulmin (2001), questionamos ainda os estudantes sobre a sua adequação no favorecimento da argumentação. Quarenta e oito alunos responderam ao questionamento. Foram classificadas as respostas mais enfatizadas pelos alunos, pelo estabelecimento de categorias a posteriori. Para cada uma das categorias, comentários extraídos dos questionários foram destacados e são citados a seguir, mantendo, na medida do possível, as suas características originais.

5.7. Impressões dos estudantes sobre o Modelo de Toulmin (2001)

Na tentativa de responder à questão de pesquisa que fornece indícios sobre o quanto é válido, ou não, ensinar a argumentar, fizemos o seguinte questionamento aos alunos da Turma C (argumentação orientada): *você acredita que o “ensino da argumentação” através da exposição e discussão do Modelo de*

Toulmin é adequado? Justifique sua resposta. Para essa questão classificamos as respostas dos alunos em três categorias principais:

Adequação do Modelo de TOULMIN para o “ensino da argumentação”

Dos 48 alunos que responderam ao questionário de avaliação, 32 acreditam que o Modelo de TOULMIN (2001) foi um adequado referencial para a elaboração de argumentos. Ou seja, as respostas de um número significativo de alunos sugerem que “ensinar a argumentar” de acordo com um modelo preestabelecido favorece a construção de argumentos de melhor qualidade. Alguns comentários classificados nessa categoria são ilustrados a seguir.

Sim, pois o modelo é bem claro e ajuda a montar os argumentos de forma clara (...), tornando assim melhor a compreensão da estrutura do argumento.

Sim, apesar de, no início, seguirmos exatamente o método e sair um texto bem “padrão”, ao fim do semestre elaboramos textos que se encaixam adequadamente ao modelo, porém de uma forma menos “padrão”, sendo assim, o modelo é bem adequado.

Como percebemos nos comentários acima, os dois alunos reconhecem a importância de se conhecer a estrutura adequada de um argumento. No segundo comentário, o estudante destaca o fato de que, no início, o uso do referencial tornava a argumentação um tanto mecânica, no entanto, com o passar do tempo, o emprego dos componentes argumentativos passou a ocorrer de maneira mais espontânea, tornando os textos argumentativos melhor estruturados.

Adequação parcial do Modelo de Toulmin para o “ensino da argumentação”

Dentre os alunos cinco concordam, apenas em parte, quanto à adequação do referencial adotado. A seguir apresentamos exemplos de comentários classificados nessa categoria.

Apesar de eu acreditar que esse modelo prende a nossa argumentação impondo um formato obrigatório, acho que ele ajudou os alunos que têm dificuldade de argumentação.

O único problema do modelo de Toulmin é a restrição ao estilo livre de argumentação. Fora isso, é uma boa base.

Nesses comentários novamente evidenciamos a percepção de alguns estudantes em relação ao mecanicismo provocado, na visão deles, pelo Modelo utilizado como referencial para a elaboração da argumentação. Eles parecem reconhecer a importância do emprego do referencial, mas por outro lado,

demonstram insatisfação, quando alegam que o Modelo não privilegia a criatividade e a liberdade de expressão. Nesse sentido, JORGE e PUIG (2000) chamam a atenção de professores e alunos a respeito da rigidez, em relação à estrutura dos textos, que o Modelo de TOULMIN (2001) pode pressupor. Alerta ainda para o cuidado de não se ensinar o modelo de forma mecanicista, para com isso não limitar a criatividade dos estudantes, e da necessidade de uma forma de análise mais flexível.

Na nossa análise procuramos, na medida do possível, considerar tais aspectos. Durante as discussões a respeito do Modelo procuramos deixar claro aos estudantes o papel de cada um dos seus componentes dentro da argumentação. Enfatizamos que um texto argumentativo pode apresentar diferentes características, no que diz respeito à sequência ou tipo de texto (descritivo, narrativo etc.), mas que a presença de elementos como dados, justificativas e conclusões é característica de um texto argumentativo, que normalmente é direcionado para algum leitor ou ouvinte. Procuramos evidenciar tais noções a fim de evitar a rigidez na estrutura dos argumentos produzidos.

Não adequação do Modelo de Toulmin para o “ensino da argumentação”

Onze alunos discordam categoricamente da eficiência do Modelo em favorecer a construção de argumentos, como verificamos nos comentários a seguir.

É inadequado porque o ato de argumentar é muito mais dinâmico que o colocado em aula. Este modelo pode ser comparado a uma receita de bolo, onde se padroniza os textos e barra a capacidade de “criar”, ou melhor, impede que a argumentação tenha o dinamismo e a qualidade que se deve ter.

Acho que uma argumentação adequada é uma argumentação baseada em fatos convincentes, independente de modelos usados para escrevê-la.

Os comentários supracitados reforçam novamente a má impressão de alguns alunos no que diz respeito ao emprego do Modelo de TOULMIN (2001). Desse modo, percebemos que muito embora a maioria dos estudantes tenham sido favoráveis ao emprego do referencial teórico, um número significativo de alunos apresenta insatisfação em relação à sua utilização. Esses resultados são preocupantes, uma vez que várias pesquisas reportadas na literatura apresentam propostas nesse sentido, de ensinar a argumentar utilizando modelos de argumentação (JORGE e PUIG, 2000; PETIT e SOTO, 2002). No entanto, em nenhuma dessas pesquisas é apresentada a visão dos alunos em relação a esse

tipo de estratégia, o que sugere a necessidade da realização de pesquisas dessa natureza.

6. Considerações Finais

Nesta pesquisa que tem como foco a argumentação no Ensino de Ciências, especialmente sobre aspectos sócio-científicos, buscamos responder questões concernentes à temática, que foram evidenciadas ou não respondidas em nosso trabalho de mestrado (SÁ, 2006). Primeiramente buscamos responder a seguinte questão: *Há espaço para a prática da argumentação no Ensino Superior de Química?* Nesse ponto, a análise realizada indica claramente que as práticas de ensino, comumente empregadas pelos professores, não oferecem espaço para que a argumentação ocorra em ambientes de ensino-aprendizagem de Química, no Ensino Superior. A pouca incidência ou a ausência total de atividades que promovam o desenvolvimento de habilidades argumentativas são evidenciadas neste estudo e nos trabalhos de NEWTON et al., (1999) e RAMOS (2006), que também investigam sobre o espaço destinado à prática da argumentação em ambientes de ensino-aprendizagem. Na tentativa de compreender o porquê dessa realidade, realizamos entrevistas com docentes atuantes no Ensino Superior de Química, que apontaram como causas principais: limitações na formação do professor universitário, pressões externas impostas pelo currículo, má formação do aluno no Ensino Básico e falta de interesse por parte dos alunos. Esses aspectos implicam em obstáculos para o professor diante da promoção de atividades que favoreçam a argumentação. Nesse sentido, SIMON et al., (2006) apontam que o desenvolvimento da habilidade para compreender e implementar a argumentação requer um importante processo de reflexão sobre experiências anteriores, iniciando, assim, um processo de ação-reflexão por parte do professor. Esse processo poderá auxiliar o professor

na construção de uma nova compreensão de ensino-aprendizagem, incluindo o papel da argumentação no Ensino de Ciências.

Tendo em vista a constatação obtida no trabalho de mestrado de que os casos propostos apresentavam características que os distinguiam em relação às estratégias empregadas pelos alunos ao solucioná-los, partimos para a caracterização dos casos. Nesse ponto, o Modelo IDEAL *Problem-Solving Model*, proposto por BRANSFORD e STEIN (1984), serviu como referencial para a identificação das etapas empregadas pelos estudantes para solucionar os casos. A partir da análise dos enunciados dos alunos nas apresentações orais verificamos que, via de regra, as etapas seguidas no processo de solução dos casos foram comuns para todos os grupos, salvo algumas peculiaridades. A primeira delas diz respeito à *Identificação do Problema*, uma vez que, enquanto alguns casos apresentam de forma clara e objetiva o problema, outros exigem investigações, nesse sentido, pelos alunos. Ainda sobre a *Identificação do Problema*, constatamos que, enquanto alguns casos apresentam um único problema a ser solucionado, outros exigem a consideração de uma série de questões essenciais para resolvê-los. Assim, os casos foram classificados em três tipos principais, denominados: casos estruturados, casos mal-estruturados e casos de múltiplos problemas.

Uma vez classificados os casos partimos em busca de resposta para outra questão de pesquisa: *a argumentação é algo espontâneo ou ensinar os alunos a argumentar, lhes mostrando as características que deve ter uma adequada argumentação, pode promover suas habilidades argumentativas?* Desse modo, procuramos indícios sobre a efetividade, ou não, da adoção em sala de aula de uma postura que promovesse o “ensino da argumentação”. A análise baseada na metodologia proposta por ERDURAN et al., (2004), na qual a qualidade dos argumentos é avaliada a partir da observação da combinação dos componentes que constituem o Modelo de TOULMIN (2001), não se mostrou suficiente para responder o questionamento, pelo fato de a metodologia não fazer distinção entre argumentos cujas combinações do TAP apresentem a ocorrência de elementos em frequências distintas. Fato que consideramos uma limitação da metodologia. Desse modo, chegamos à conclusão de que além da determinação da quantidade e dos tipos de

combinações do TAP, também se faz pertinente a determinação da frequência com que os diferentes componentes do argumento se encontram presentes dentro de tais combinações.

Assim, propusemos a classificação das combinações do TAP verificadas nas apresentações orais, considerando a frequência de vezes que elementos como justificativas e *backings* estão presentes no argumento. Dessa maneira, assumimos que argumentos que apresentam uma mesma combinação, porém, maior quantidade de justificativas e *backings*, são considerados mais complexos e, portanto, de melhor qualidade.

A partir da análise realizada com base nessa concepção, constatamos que *justificativas* e *backings* foram empregados com maior abundância na turma orientada sobre “como argumentar”, o que nos levou a concluir que fornecer orientações a respeito do emprego dos componentes argumentativos surte efeito positivo na argumentação dos estudantes. Dessa maneira, os dados obtidos nos levam a concordar com McNEILL et al., (2006), quando afirmam que os estudantes argumentam melhor quando recebem instrução explícita para isso. CAMPANER e DE LONGHI (2007) compartilham da mesma opinião, quando apontam para o desenvolvimento da capacidade argumentativa dos estudantes quando, intencionalmente, se facilita a ocorrência de discursos argumentativos, mediante o desenvolvimento de propostas didáticas planejadas para esse fim.

A análise realizada a partir da quantificação dos turnos de conversação ocorridos nos debates sugere que em situações em que os casos são solucionados de maneira distinta pelos diferentes grupos os debates são mais prolongados, uma vez que os estudantes possuem mais elementos para discutir, pelo fato de apresentarem uma solução que diverge daquelas apresentadas pelos outros grupos. Constatou-se também que problemas que não apresentam soluções capazes de resolvê-los de modo imediato e que abarcam questões que ultrapassam o contexto do caso, como direitos humanos e medidas de prevenção em níveis locais e nacionais, parecem estimular a ocorrência de debates mais prolongados. Além disso, percebemos que casos de múltiplos problemas favorecem a ocorrência de debates com maior número de turnos de conversação. Casos que tratam de questões

ambientais também se mostraram favoráveis à ocorrência de debates prolongados. Ainda no que diz respeito aos debates, confirmamos a hipótese levantada no trabalho de mestrado, de que o confronto entre grupos responsáveis pelo mesmo caso surtiria melhor efeito em relação à argumentação dos alunos nessa situação.

O Modelo de Análise de Argumentação Aplicável a Processos de Resolução de Questões Sócio-científicas nos subsidiou na busca por respostas às seguintes questões de pesquisa: *Que tipos de casos podem favorecer determinadas estratégias argumentativas? As diferentes propostas de ensino favoreceram a argumentação por parte dos estudantes? E o que podemos concluir sobre a qualidade da argumentação dos alunos durante a aplicação das propostas?* Os resultados obtidos apontaram que, em algumas situações, determinados tipos de casos favorecem o emprego de determinadas estratégias argumentativas. Os dados também corroboram a colocação de SIMONNEAUX (2008), quando afirma que variáveis contextuais, como o tipo de estratégia empregada, influenciam na qualidade da argumentação. Isso ficou evidenciado ao observarmos que algumas estratégias foram significativamente favorecidas nas situações de apresentações orais, enquanto outras nas situações de debates.

A análise da qualidade dos argumentos produzidos pelos estudantes nas duas situações confirmou a colocação de SIMONNEAUX (2008), de que a avaliação da argumentação não é uma tarefa simples. De fato, sentimos dificuldades na classificação dos argumentos, tanto do ponto de vista estrutural, como do ponto de vista do Modelo proposto. Este tipo de dificuldade tem sido apontado por vários pesquisadores que se mobilizam para realizar a análise da argumentação de estudantes com base no Modelo de TOULMIN, 2001, ao relatarem que, em algumas situações, é difícil distinguir entre “dados” e “justificativas”, ou “justificativas” e “conhecimentos básicos” etc. (KELLY e TAKAO, 2002; ERDURAN et al., 2004).

Com base na adequação da estrutura dos argumentos produzidos pelos estudantes, no elevado número de turnos de conversação ocorridos nos debates e no emprego adequado dos aspectos que constituem o Modelo de Análise de Argumentação Aplicável a Processos de Resolução de Questões

Sócio-científicas, consideramos de boa qualidade os argumentos produzidos pelos estudantes nas diferentes situações de ensino.

No que diz respeito à aprendizagem de conteúdo, muito embora este não seja o foco do presente trabalho, acreditamos que a aprendizagem de conhecimentos gerais, específicos de cada caso, tenha sido favorecida a partir das atividades. De acordo com SIMONNEAUX (2008), o conhecimento pode ser desenvolvido pela ocorrência de trocas verbais em situações de debates, e, portanto, se uma turma está envolvida em algum debate este pode conduzir a construção individual do conhecimento pelos estudantes. Segundo o autor, o debate se destina a capacitar os alunos a desenvolver o conhecimento de forma conjunta, ou seja, o debate não depende de conhecimentos adquiridos anteriormente, mas daqueles que serão construídos. Desse modo, acreditamos que o fato de os casos propostos na presente pesquisa não tratarem de temas familiares para os alunos, não tenha sido um entrave para a efetividade dos debates em favorecer a aquisição de conhecimentos pelos alunos e em estimular a argumentação, uma vez que esta é considerada por SIMONNEAUX (2008) como parte intrínseca do conhecimento desenvolvido gradualmente por meio da participação em debates.

BORUCHOVITCH e BZUNECK (2004) apontam ainda que o estudante obtém êxito na aprendizagem quando aprende a perseguir seus objetivos, quando age com motivação intrínseca, prioriza a meta, se envolve motivacional e afetivamente com a tarefa, planeja, decide, age com autonomia, sabe utilizar as estratégias cognitivas e metacognitivas, avalia cada situação, antecipa situações e implicações. São os processos cognitivos, afetivos e de auto-regulação que dão garantia ao sujeito para se ter êxito na aprendizagem. Dessa maneira, as estratégias verificadas nos argumentos dos grupos durante as atividades nos levam a crer que a aprendizagem de conceitos relacionados ao caso tenha sido favorecida.

No que diz respeito à produção de casos, os resultados nos levam a crer que na sua elaboração é imprescindível a verificação das soluções existentes para resolvê-lo, quais aspectos podem ser considerados na análise, o grau de complexidade envolvido no tema e a coerência do problema proposto. SADLER e ZEIDLER (2005), por exemplo, apontam que

determinados temas encorajam a utilização de argumentos de cunho emocional em detrimento daqueles de cunho racional. Além disso, conforme sinaliza SIMONNEAUX (2008), com respeito às questões sócio-científicas, o conhecimento não deve ser simplesmente controverso, mas deve também envolver uma pluralidade de disciplinas, não se limitando a apenas uma. O contexto do problema e os campos das disciplinas envolvidas devem ser definidos de modo a construir uma situação propícia ao debate, em que a argumentação sobre a questão não envolva somente o conteúdo, mas também dimensões sociais e valores pessoais.

No que diz respeito às impressões dos alunos a respeito das propostas de ensino, o alto índice de respostas favoráveis às afirmações presentes no questionário de avaliação sugere o reconhecimento dos estudantes em relação ao desenvolvimento de habilidades formativas como comunicação oral, comunicação escrita, resolução de problemas, tomada de decisão, entendimento de como a ciência é construída e trabalho em grupo. No entanto, críticas ao emprego do Modelo de TOULMIN (2001) foram significativamente evidenciadas nos comentários dos estudantes, quando apontam para o mecanicismo provocado pelo Modelo. Eles parecem reconhecer a importância do emprego do referencial, mas por outro lado, demonstram insatisfação, quando alegam que o Modelo não privilegia a criatividade e a liberdade de expressão. Crítica que vai ao encontro das recomendações de JORGE e PUIG (2000) em relação ao cuidado de não se ensinar o Modelo de forma mecanicista e com isso limitar a criatividade dos estudantes, e da necessidade de uma forma de análise mais flexível.

Assim como RAMOS (2006), acreditamos que o espaço em sala de aula que privilegie a argumentação é algo a ser constituído de forma conjunta e consciente. E que existe a necessidade de nós, formadores de professores e estudiosos da linguagem, atuarmos como sujeitos que continuam trabalhando a fim de que essa realidade seja mudada, realidade que envolve muitos conflitos, mas que permite uma ação que pode produzir efeitos transformadores e que inclui o desejo e a singularidade de cada um dos envolvidos nesse processo.

Acreditamos ainda que os resultados dessa análise permitiram responder questões suscitadas ou não respondidas no trabalho de mestrado e que poderão servir de subsídio para o direcionamento de futuras pesquisas no campo da argumentação, tais como:

- Desenvolvimento e implementação de estratégias de ensino potencialmente capazes de estimular a argumentação dos estudantes;
- Criação de mecanismos de análise com base no Modelo proposto neste estudo, para aplicação em contextos que também envolvam a discussão de questões sócio-científicas;
- Elaboração de material que auxilie o professor na elaboração de atividades fomentadoras da argumentação e na análise de argumentos produzidos nessas situações;
- Estudo do material não analisado na presente pesquisa como os textos argumentativos e os “Diários dos Casos”.
- Elaboração e aplicação de casos a partir das considerações apontadas no presente estudo sobre as potencialidades e limitações do método de Estudo de Caso no favorecimento da argumentação.

Referências Bibliográficas

- ALVES, H.O. & LUZ, A.A. “Aspectos cognitivos, metacognitivos e afetivos envolvidos na resolução de problemas matemáticos”. *Revista Contemporânea de Educação*, **2** (3): 1, 2007.
- ARROIO, A.; HONÓRIO, K. M.; WEBER, K. C.; HOMEM-DE-MELLO, P. & SILVA, A. B. F. “Cursos de Extensão como Prática na Formação Docente do Pós-Graduando em Química”. *Química Nova*, **31** (7): 1888, 2008.
- BAKER, M. Argumentation and constructive interaction. In P. Coirier & J. Andriessen (Eds.), *Foundations of argumentative text processing*. Amsterdã: Amsterdã University Press, 1999.
- BARBISAN, L. B. “Uma proposta para o ensino da argumentação”. *Letras de Hoje*, **42** (2): 111, 2007.
- BIASOTO, J. E. & CARVALHO, A. M. P. C. “Análise de uma atividade experimental que desenvolva a argumentação dos alunos”. *Atas do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Florianópolis – SC, 2007.
- BORTOLETTO, A. & CARVALHO, W. L. P. “Temas sócio-científicos: análise dos processos argumentativos num contexto escolar”. *Atas do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Florianópolis – SC, 2009.
- BORUCHOVITCH, E. “Aprender a aprender: propostas de intervenção em estratégias de aprendizagem”. *Educação Temática Digital*, **8** (2): 156, 2007.
- BORUCHOVITCH, E. & BZUNECK, J. A. *Aprendizagem: processos psicológicos e o contexto social na escola*. Petrópolis: Vozes, 2004.
- BOZZO, M. V. & MOTOKANE, M. T. “Focos de pesquisa em argumentação no ensino de ciências: analisando o referencial teórico”. *Atas do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Fortaleza – CE, 2009.
- BRANSFORD, J.D. & STEIN, B.S. *The ideal problem solver: a guider for improving thinking, learning, and creativity*. New York: Freeman, 1984.
- BRAUND, M.; LUBBEN, F.; SCHOLTZ, Z.; SADECK, M. & HODGES, M. “Comparing the effect of scientific and socio-scientific argumentation tasks: lessons from South Africa”. *School Science Review*, **88** (324): 67, 2007.
- BROWN, A. L. “Transforming school into communities of thinking and learning about serious matters”. *American Psychologist*, **52** (4): 399, 1997.

- CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A.M.P. & VILCHES, A. *Necessária renovação do ensino de ciências*. São Paulo, Cortez, 2005.
- CAMPANER, G. & DE LONGHI, A. L. “La argumentación en educación ambiental. Una estrategia didáctica para la escuela media”. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, **6** (2): 442, 2007.
- CAPECCHI, M. C. V. M. & CARVALHO, A. M. P. “Argumentação em uma aula de conhecimento físico com crianças na faixa de oito a dez anos”. *Investigações em Ensino de Ciências*, **5** (3): 171, 2000.
- CAPECCHI, M. C. V. M.; CARVALHO, A. M. P. & SILVA, D. “Argumentação dos alunos e discurso do professor em uma aula de Física”. *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*, **2** (2): 189, 2000.
- CASTRO, C.E.R. & JIMENEZ ALEIXANDRE, M.P. “La cultura científica em la resolución de problemas en el laboratorio”. *Enseñanza de las Ciencias*, **18** (2): 275, 2000.
- CARVALHO, A. M. P. O papel da Linguagem na gênese das explicações causais. In: Eduardo Mortimer e Analuiza Smolka (org.). *Linguagem, Cultura e Cognição*, Autêntica: Belo Horizonte – MG, 2001.
- CARVALHO, A. M. P. Uma metodologia de pesquisa para estudar os processos de ensino e aprendizagem em salas de aula. In: *Pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil e suas Metodologias*. SANTOS, Flávia Maria Teixeira dos Santos e Ileana María Greca (org.). Ijuí: UNIJUÍ, 2006.
- CHALGHOUMI, T. N. & SIMONNEAUX, L. “Analyse des arguments d’élèves tunisiens sur le dépistage prenatal de la drépanocytose”. *Aster*, **42**, 159, 2006.
- CHIARO, S. & LEITÃO, S. “O papel do professor na construção discursiva da argumentação em sala de aula”. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, **18** (3): 350, 2005.
- CHINN, C. A. & ANDERSON, R. C. “The structure of discussions that promote reasoning”. *Teachers College Record*, **100** (2): 315, 1998.
- CHO, K. & JONASSEN, D.H. “The effects of argumentation scaffolds on argumentation and problem solving.” *Educational Technology Research and Development*, **50** (3): 5, 2002.
- CLARK, D.B. & SAMPSON, V.D. “Personally-Seeded Discussions to Scaffold Online Argumentation”. *International Journal of Science Education* **29** (3): 253, 2007.
- CORNELY, K. “Use of case studies in an undergraduate biochemistry course”. *Journal of Chemical Education*, **75** (4): 475, 1998.
- COSTA, S.S.C. & MOREIRA, M.A. “Resolução de problemas IV: estratégias para resolução de problemas”. *Investigações em Ensino de Ciências*, **2** (3): 153, 1997.
- CUENCA, M. J. “Mecanismos lingüísticos y discursivos de la argumentación”. *Comunicación, Lenguaje y Educación*, (25): 23, 1995.
- DEMBO, M. H. *Applying educational psychology*. New York: Longman, 1994.

- DORI, Y. J.; TAL, R. T. & TSAUSHU, M. "Teaching Biotechnology through case studies – can we improve higher order thinking skills of nonscience majors?" *Science Education*, **87** (6): 767, 2003.
- DUMRAUF, A. & CORDEIRO, S. "La enseñanza de la termodinámica a través de procesos argumentativos". *Enseñanza de las Ciencias*, extra, 2005.
- DRIVER, R. & NEWTON, P. "Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms". *Proceedings of the European Science Education Research Association Conference*, Roma, 1997.
- DRIVER, R.; NEWTON, P. & OSBORNE, J. "Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms". *Science Education*, **84** (3): 287, 2000.
- DUSCHL, R., "La valoración de argumentaciones y explicaciones: promover estrategias de retroalimentación", *Enseñanza de las Ciencias*, **16** (1): 3, 1998.
- DUSCHL, R.A. & OSBORNE, J. "Supporting and promoting argumentation discourse in science education". *Studies in Science Education*, **38** (1): 39, 2002.
- EEMEREN, F. H.; VAN, GROOTENDORST, R. & KRUIGER, T. *Handbook of argumentation theory; a critical survey of classical backgrounds and modern studies*. Dordrecht, Holland: Foris, 1987.
- ERDURAN, S. & JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M.P. *Argumentation in Science Education. Perspectives from Classroom-Based Research*, Dordrecht: Springer, 2008.
- ERDURAN, S.; SIMON, S. & OSBORNE, J. "TAPping into argumentation: developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse". *Science Education*, **88** (6): 915, 2004.
- FELTON, M. K. "The development of discourse strategies in adolescent argumentation". *Cognitive Development*, **19** (1): 35, 2004.
- FELTON, M. K. & KUHN, D. "The development of argumentative discourse skill". *Discourse Processes*, **23** (2/3): 135, 2001.
- FIGUEIRA, A.P.C. "Estratégias cognitivo/comportamentais de aprendizagem: problemática conceptual e outras rubricas". *Revista Iberoamericana de Educación*, **37** (6), 1, 2006.
- FIRME, R. N. & TEIXEIRA, F. "Análise da dinâmica argumentativa em sala de aula de Química com abordagem CTS". *Resumos do XIV Encontro Nacional de Ensino de Química*. Curitiba – PR, 2008.
- FRANCISCO, C.A. & QUEIROZ, S. L. "A produção sobre o ensino de química nas Reuniões Anuais da Sociedade Brasileira de Química: uma revisão". *Química Nova*, **31** (8): 2100, 2008.
- FOSHAY, R. & KIRLEY, J. Principles for Teaching Problem Solving. Disponível em <http://www.eric.ed.gov/ERICDocs/data/ericdocs2sql/content_storage_01/0000019b/80/1a/06/ff.pdf> Acesso em 26 de janeiro de 2009.
- HERREID, C. F. "What makes a good case?" *Journal of College Science Teaching*, **27** (3): 163, 1998.

- HERREID, C.F. "Cooking with Betty Crocker. A recipe for case writing". *Journal College Science Teaching*, **29** (3): 156, 2000.
- HMELO-SILVER, C.E. "Problem-based learning: What and how do students learn?" *Educational Psychology Review* **16** (3): 235, 2004.
- HOUAISS, A. Dicionário eletrônico da língua portuguesa. Disponível em: <http://houaiss.uol.com.br/busca.ihtm>. Acesso em: 15 jan. 2007.
- JEONG, A. & JOUNG, S. "Scaffolding collaborative argumentation in asynchronous discussions with message constraints and message labels". *Computers & Education*, **48** (3): 427, 2007.
- JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. "Diseño curricular: indagación y razonamiento con el lenguaje de las ciencias". *Enseñanza de las Ciencias*, **16** (2): 203, 1998.
- JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. "Knowledge producers or knowledge consumers? Argumentation and decision making about environmental management." *International Journal of Science Education*, **24** (11): 1171, 2002.
- JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. & BUSTAMANTE, J. D. "Discurso de aula y argumentación em la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas". *Enseñanza de las Ciencias*, **21** (3): 359, 2003.
- JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P.; CASTRO, C. R. & PÉREZ, V. A. "Argumentación en el Laboratorio de Física". *Resumos do Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*. Florianópolis – SC, 1998.
- JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P.; RODRÍGUEZ, B. & DUSCHL, R. A. "Doing the lesson" or "Doing Science": argument in high school genetics". *Science Education*, **84** (6): 757, 2000.
- JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P.; OTERO, J. R. G.; SANTAMARÍA, F. E. & MAURIZ, B. P. "Actividades para trabajar el uso de pruebas y la argumentación en ciencias". Danú: Santiago de Compostela, 2009.
- JOHNSON, D. W.; JOHNSON, R. T.; HOLUBEC, E. J. *Los nuevos círculos del aprendizaje: la cooperación en el aula y la escuela*. Virginia: Aique, 1999.
- JORGE, A. S. & PUIG, N. S. "Enseñar a argumentar científicamente: um reto de las clases de ciencias". *Enseñanza de las Ciencias*, **18** (3): 405, 2000.
- KELLY, G. J.; DRUKER, S. & CHEN, C. "Student's reasoning about electricity: combining performance assessments with argumentation analysis". *International Journal of Science Education*, **20** (7): 849, 1998.
- KELLY, G. J. & TAKAO, A. "Epistemic levels in argument an analysis of university oceanography students' use of evidence in writing". *Science Education*, **86** (3): 314, 2002.
- KIM, H. & SONG, J. "The features of peer argumentation in middle school students' scientific inquiry". *Research in Science Education*, **36** (3): 211, 2005.
- KING, P.M. & KITCHENER, K. S. *Development reflective judgment: understanding and promoting intellectual growth and critical thinking in adolescents and adults*. San Francisco: Jossey-Bass, 2004.

- KNUDSON, R. E. "Effects of instructional strategies, grade and sex on student's persuasive writing". *Journal of Experimental Education*, **59** (2): 141, 1991.
- KOLSTO, S. D. "Patterns in student's argumentation confronted with a risk-focused socio-scientific issue". *International Journal of Science Education*, **28** (14): 1689, 2006.
- KORTLAND, K. "An STS case study about students' decision making on the waste issue". *Science Education*, **80** (6): 673, 1996.
- KRUMMHEUER, G. The ethnography of argumentation. In P. Cobb and H. Bauersfeld (eds). *Emergence of Mathematical Meaning*. (Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum), 1995.
- KUHN, D. *The skills of argument*. Cambridge: Cambridge University Press, 1991.
- KUHN, D. "Science as argument: implications for teaching and learning scientific thinking", *Science Education*, **77** (3): 319, 1993.
- LATOURET, B. *Ciência em Ação. Como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora*, tradução Ivone C. Benedetti. Editora UNESP: São Paulo, 2000.
- LEITÃO, S. "The potential of argument in knowledge building". *Human Development*, **43** (6): 332, 2000.
- LEITÃO, S. & ALMEIDA, E.G.S. "A produção de contra-argumentos na escrita infantil". *Psicologia: Reflexão e Crítica*, **13** (3): 351, 2000.
- LIMA, V. M. R.; MORAES, R. & RAMOS, M. G. "Argumentação: análises a partir de um princípio de pesquisa vivenciado em sala de aula". *Atas do III Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Florianópolis – SC, 2001.
- LÜDKE, M. & ANDRE, M.E.D.A. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: Editora Pedagógica e Universidade de São Paulo, 1986. 99 p.
- McNEILL, K.L.; LIZOTTE, D.J.; KRAJCIK, J. & MARX, R.W. "Supporting students' construction of scientific explanations by fading scaffolds in instructional materials". *The Journal of the Learning Sciences*, **15** (2): 153, 2006.
- MALDANER, O.A. "A pesquisa como perspectiva de formação continuada do professor de Química". *Química Nova*, **22** (2): 289, 1999.
- MALONEY, J. & SIMON, S. "Mapping children's discussions of evidence in science to assess collaboration and argumentation". *International Journal of Science Education*, **28** (15): 1817, 2006.
- MARTINS, I. "Argumentación en Textos de una Revista de Educación de Profesores. Un Ejercicio de Análisis Basado en Conceptos Bakhtinianos de Género y Lenguaje Social". *Educación Química*, **20**, 126, 2009.
- MASON, L. & SCIRICA, F. "Prediction of students' argumentation skills about controversial topics by epistemological understanding". *Learning and Instruction*, **16** (5): 492, 2006.

- MASSA, M., ZAPATA, N. & CASCIANI, C. “El discurso como mediador de la educación ambiental en una clase de ciencias naturales: un estudio de caso”. *Investigações em Ensino de Ciências*, **9** (2): 177, 2004.
- MATURANO, C.I.; SOLIVERES, M.A. & MACÍAS, A. “Estrategias Cognitivas y Metacognitivas en la Comprensión de un Texto de Ciencias”. *Enseñanza de las Ciencias*, **20** (3): 415, 2002.
- MEANS, L. M. & VOSS, J. F. “Who reasons well? Two studies of informal reasoning among children of different grade, ability, and knowledge levels”. *Cognition and Instruction*, **14** (2): 139, 1996.
- MEGID NETO, J. *Tendências da pesquisa acadêmica sobre o ensino de ciências no nível fundamental*. Campinas Faculdade de Educação – UNICAMP, 1999. Tese de Doutorado, 236 p.
- MENDES, M. R. M.; GUIMARÃES, Z. F. S.; ALVES, D. S. & OLIVEIRA, W. M.; SANTOS, W. L. P. “Análise de interações discursivas na abordagem de aspectos sócio-científicos para o desenvolvimento da capacidade argumentativa”. *Livro de Resumos da 32ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química*. Fortaleza – CE, 2009.
- MENDONÇA, P. C. C. & JUSTI, R. “Proposição de um instrumento para avaliação de habilidades argumentativas – parte I – fundamentos teóricos”. *Atas do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Fortaleza – CE, 2009.
- MENDONÇA, P. C. C.; CORREA, H. L. S. & JUSTI, R. “Proposição de um instrumento para avaliação de habilidades argumentativas – parte II – validação”. *Atas do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Fortaleza – CE, 2009.
- MÜLLER, G. W.; NEGRI, J. D.; AGUILAR-VILDOSO, C. I.; MATTOS JÚNIOR, D.; POMPEU JÚNIOR, J.; TEÓFILO SOBRINHO, J.; CARVALHO, S. A.; GIROTTO, L. F. & MACHADO, M. A. “Morte súbita dos citros: uma nova doença na citricultura brasileira”. *Laranja*, **23** (2): 371, 2002.
- MUNFORD, D.; LOPES, M. G.; TAVARES, F. P.; DRUMONT, R. V. “Práticas discursivas e o ensino-aprendizagem do professor de ciências: tecendo relações entre argumentação e objetivos pedagógicos na formação inicial”. *Atas do V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Bauru – SP, 2005.
- MUNFORD, D. & ZEMBAL-SAUL, C. “Argumentação situada: trazendo a argumentação científica para o contexto da Ciência escolar”. *Atas do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Bauru – SP, 2003.
- NASCIMENTO, S. S. & PLANTIN (org). *Argumentação e Ensino de Ciências*. Curitiba: CRV, 2009.
- NASCIMENTO, S. S. & VIEIRA, R. D. “Contribuições e limites do padrão de argumento de Toulmin aplicado em situações argumentativas de sala de aula de Ciências”. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, **8** (2): 1, 2008.

- NEWTON, P., DRIVER, R. & OSBORNE, J. "The place of argumentation in the pedagogy of school science". *International Journal of Science Education*, **21** (5): 553, 1999.
- NIJAZ, M.; AGUILERA, D.; MAZA, A. & LIENDO, G. "Arguments, contradictions, resistances, and conceptual change in students' understanding of atomic structure". *Science Education*, **86** (4): 505, 2002.
- NISBET, E. SHUCKSMITH J. *Estrategias de aprendizagem*. Madrid: Santillana, 1987.
- NUSSBAUM, E. M. "Scaffolding argumentation in the social studies classroom". *The Social Studies*, **93** (2): 79, 2002.
- OLIVEIRA, J. R. S.; BATISTA, A. A. & QUEIROZ, S. L. "Modelo de argumentação como ferramenta para análise de relatórios de laboratório de alunos de graduação em química", *Livro de Resumos da 32ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química*. Fortaleza – CE, 2009.
- OLIVEIRA, J. R. S. & QUEIROZ, S. L. "Construção participativa do material didático "Comunicação e Linguagem Científica: Guia para Estudantes de Química". *Revista Electrónica de las Ciencias*, **6** (3): 673, 2007.
- OLIVEIRA, J. R. S. & QUEIROZ, S. L. "Considerações sobre o papel da comunicação científica na educação em Química". *Química Nova*, **31** (5): 1263, 2008.
- OSBORNE, J.; ERDURAN, S.; SIMON, S. & MONK, M. "Enhancing the quality of argument in school science". *School Science Review*, **82** (301): 63, 2001.
- OSBORNE, J.; ERDURAN, S. & SIMON, S. "Enhancing the quality of argumentation in school science". *Journal of Research in Science Teaching*, **41** (10): 994, 2004.
- PAIVA, V. L. M. O. "Estratégias individuais de aprendizagem de língua inglesa". *Letras e Letras*, **14** (1): 73, 1998.
- PATRONIS, T.; POTARI, D. & SPILIOTOPOULOU, V. "Students' argumentation in decision-making on a socio-scientific issue: implications for teaching". *International Journal of Science Education*, **21** (7): 745, 1999.
- PEREZ, D. G. "Para uma imagem não deformada do trabalho científico". *Ciência & Educação*, **7** (2): 125, 2001.
- PERKINS, D. N. "Post primary instruction has little impact upon informal reasoning". *Journal of Educational Psychology*, **77** (5): 562, 1985.
- PERKINS, D. N.; FARADAY, M. & BUSHEY, B. Everyday reasoning and the roots of intelligence. In: Voss, J.F.; PERKINS, D.N.; SEGAL, J.W. (Eds.). *Informal reasoning and education*, Hillsdale: Erlbaum, 1991.
- PETIT, A. & SOTO, E. "Already experts: showing students how much they know about writing and reading arguments". *Journal of Adolescent & Adult Literacy*, **45** (8): 674, 2002.
- PURDIE, N. & HATTIE, J. "Cultural differences in the use of strategy for self-regulated learning". *American Educational Research Journal*, **33** (4): 845, 1996.

- QUEIROZ, S. L. "A linguagem escrita nos cursos de graduação em química". *Química Nova*, 24 (1): 143, 2001.
- QUEIROZ, S. L. Como julgar o "valor" de um artigo científico. Disponível em <http://www.pucsp.br/pos/gerontologia/radar1.html>. Acesso em 13 de fevereiro de 2010.
- QUEIROZ, S. L. & SÁ, L. P. "Argumentação no Ensino Superior de Química: investigando uma atividade fundamentada em estudos de casos". *Enseñanza de las Ciencias*, extra, 2005.
- QUEIROZ, S. L. & SÁ, L. P. "O espaço para a argumentação no Ensino Superior de Química". *Educación Química*, 20, 104, 2009.
- QUEIROZ, S. L.; KELLY, G.; VELLOSO, A. M. S. & MOTHEO, A. J. "Modelo de argumentação na análise da qualidade de apresentações orais de alunos de química sobre o tema corrosão". *Enseñanza de las Ciencias*, extra, 463, 2009.
- RAMOS, R. R. *O espaço para a argumentação em sala de aula: um caminho para as situações de conflito na interação professor-aluno*. São Paulo, Departamento de Letras Clássicas e Vernáculas da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, 2006. Dissertação de mestrado, 172 p.
- RATCLIFFE, M. "Discussing socio-scientific issues in science lessons – pupils' actions and the teacher's role". *School Science Review*, 79 (288): 55, 1998.
- REIS, P. & GALVÃO, C. "Controvérsias sócio-científicas e prática pedagógica de jovens professores". *Investigações em Ensino de Ciências*, 10 (2): 131, 2005.
- REST, J. R. *Manual for the Defining Issues Test*. Minneapolis, MN: Center for the Study of Ethical Development, 1986.
- ROUSSEY, J. & GOMBERT, A. "Improving argumentative writing skills: effect of two types of aids". *Argumentation*, 10 (2): 283, 1996.
- SADLER, T. D. "Informal reasoning regarding socioscientific issues: a critical review of research". *Journal of Research in Science Teaching*, 41 (5): 513, 2004.
- SADLER, T. D. "Promoting discourse and argumentation in science teacher education". *Journal of Research in Science Teaching*, 17 (4): 323, 2006.
- SADLER, T. D. & DONNELLY, L. A. "Socioscientific argumentation: the effects of content knowledge and morality". *International Journal of Science Education*, 28 (12): 1463, 2006.
- SADLER, T. D.; ZEIDLER, D. L. "Patterns of informal reasoning in the context of socio-scientific decision making". *Journal of Research in Science Teaching*, 42 (1): 112, 2005.
- SÁ, L. P. *Argumentação no ensino superior de química: investigando uma atividade fundamentada em estudo de casos*. São Carlos, Programa de Pós-Graduação do Instituto de Química de São Carlos – USP, 2006. Dissertação de mestrado, 152 p.
- SÁ, L. P.; FRANCISCO, C. A. & QUEIROZ, S. L. "Estudos de caso em Química". *Química Nova*, 30 (3): 731, 2007.

- SÁ, L. P. & QUEIROZ, S. L. "Promovendo a argumentação no Ensino Superior de Química". *Química Nova*, **30** (8): 2035, 2007a.
- SÁ, L. P. & QUEIROZ, S. L. "Argumentação no Ensino Superior de Química: reflexões a partir das interações estabelecidas na sala de aula". *Atas do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Florianópolis – SC, 2007b.
- SÁ, L. P. & QUEIROZ, S. L. "Atividades pedagógicas voltadas ao aprimoramento de habilidades argumentativas de graduandos em química". *Livro de Resumos da 30ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química*. Águas de Lindóia - SP, 2007c.
- SÁ, L. P.; VELLOSO, A.M.S.; MOTHEO, A.J. & QUEIROZ, S. L. "Uma análise comparativa da argumentação de graduandos em química sobre a resolução de casos relacionados ao tema corrosão". *Livro de Resumos da 31ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química*. Águas de Lindóia - SP, 2008a.
- SÁ, L. P.; VELLOSO, A.M.S. & QUEIROZ, S. L. "Argumentação sobre questões envolvendo aspectos sócio-científicos por alunos de graduação em química". *Livro de Resumos da 31ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química*. Águas de Lindóia - SP, 2008b.
- SÁ, L. P.; FERREIRA, J. Q. & QUEIROZ, S. L. "Os professores de ciências devem ensinar os alunos a argumentar?" *Atas do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Florianópolis – SC, 2009.
- SÁ, L. P. & QUEIROZ, S. L. *Estudo de casos no ensino de química*. Campinas, SP: Editora Átomo, 2009a.
- SÁ, L. P. & QUEIROZ, S. L. "Produção de textos argumentativos por graduandos em química: questões relacionadas ao artigo científico". *Livro de Resumos da 32ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química*. Fortaleza – CE, 2009b.
- SAMPSON, V. D. & CLARK, D. B. "Assessment of argument in science education: a critical review of the literature". In: International Conference on Learning Sciences. *Proceedings of the 7th international conference on Learning Sciences*, Bloomington – EUA, 2006.
- SANDOVAL, W. A. "Conceptual and epistemic aspects of student's scientific explanations". *Journal of the Learning Sciences*, **12** (1): 5, 2003.
- SANTOS, B. S. *A crítica da razão indolente. Contra o desperdício da experiência*. São Paulo: Cortez, 2000.
- SANTOS, G. R. & QUEIROZ, S. L. "Leitura e interpretação de artigos científicos por alunos de graduação em química". *Ciência & Educação*, **13** (2): 193, 2007.
- SANTOS, W. P.; MORTIMER, E. F. & SCOTT, P. H. "A argumentação em discussões sócio-científicas: reflexões a partir de um estudo de caso". *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, **1** (1): 140, 2001.
- SILVA, G. J.; MARTINS, C. M. "Epistemologia, argumentação e explicação na sequência didática de um livro de Química". *Atas do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Florianópolis – SC, 2009.

- SILVA, A. L. & SÁ, L. *Saber estudar e estudar para saber*. Porto, Portugal: Porto Ed., 1997. Coleção Ciências da Educação.
- SIMONNEAUX, L. "Role-play or debate to promote students' argumentation and justification on an issue in animal transgenesis". *International Journal of Science Education*, **23** (9): 903, 2001.
- SIMONNEAUX, L. Argumentation in socio-scientific contexts. In: *Argumentation in Science Education*. Sibel Erduran e Maria-Pilar Jiménez Aleixandre (Org.). Springer Netherlands, 2008.
- SIMON, S.; ERDURAN, S. & ORBORNE, J. "Learning to teach argumentation: research and development in the science classroom". *International Journal of Science Education*, **28** (2-3): 235, 2006.
- SOLOMON, J. "About argument and discussion". *School Science Review*, **80** (291): 57, 1998.
- SUART, R. C. & MARCONDES, M. E. R. "A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química". *Ciência & Cognição*, **14** (1): 50, 2009.
- TEIXEIRA, F. M. "Atividades promotoras de argumentação nas séries iniciais: o que fazem os professores?" *Atas do V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Bauru - SP, 2005.
- TEIXEIRA, F. M. "Fazeres pedagógicos e pesquisa sobre argumentação no Ensino de Ciências". *Atas do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Florianópolis – SC, 2007.
- TOULMIN, S. *Os usos do argumento*. Tradução Reinaldo Guarany. São Paulo: Martins Fontes, 2001.
- VELLOSO, A. M. S. *Casos investigativos no ensino de corrosão: estratégia para o desenvolvimento de habilidades argumentativas de alunos de graduação em Química*. São Carlos, Programa de Pós-Graduação do Instituto de Química de São Carlos – USP, 2009. Dissertação de mestrado, 119 p.
- VELLOSO, A. M. S.; SÁ, L. P.; MOTHEO, A. J. & QUEIROZ, S. L. "Argumentos elaborados sobre o tema "corrosão" por estudantes de um curso superior de Química". *Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias*, **8** (2): 593, 2009.
- VIEIRA, R. D. & NASCIMENTO, S. S. "A argumentação no discurso de um professor e seus estudantes sobre um tópico de mecânica newtoniana". *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, **24** (2): 174, 2007.
- VILLANI, C. E. P. & NASCIMENTO, S. S. "A argumentação e o ensino de ciências: uma atividade experimental no laboratório didático de física do ensino médio". *Investigações em Ensino de Ciências*, **8** (3): 1, 2003.
- ZANON, D. A. V., OLIVEIRA, J. R. S. & QUEIROZ, S. L. "O saber e o saber fazer necessários à atividade docente no Ensino Superior: visões de alunos de pós-graduação em Química". *Ensaio. Pesquisa em Educação em Ciências*, **11** (1): 1, 2009.
- ZEIDLER, D. L.; SADLER, T. D.; SCOTT, A.; & CALLAHAN, B. E. "Advancing reflective judgment through socioscientific issues". *Journal of Research in Science Teaching*, **46** (1): 74, 2009.

- ZOHAR, A. & NEMET, F. "Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics". *Journal of Research in Science Teaching*, **39** (1): 35, 2002.
- ZUCCO, C., PESSINE, F. B. T. & ANDRADE, J. B. "Diretrizes Curriculares para os Cursos de Química". *Química Nova*, **22** (3): 454, 1999.
- WATSON, J. R.; SWAIN, J. R. L. & McROBBIE, C. "Students' discussions in practical scientific inquiries". *International Journal of Science Education*, **26** (1): 25, 2004.
- WEINSTEIN, C. E. & MAYER, R. E. *The teaching of learning strategies*. In M.C. Wittrock (Ed.), *Handbook of Research on Teaching*, 3ª edição (p. 315-327). New York: Macmillan, 1986.
- WERTSCH, J. V. *Voices of the Mind*. Cambridge, MA: Harvard University Press. 1991. 182 p.
- WINCH, P. G. & TERRAZZAN, E. A. "Argumentação no Ensino de Ciências: resultados de pesquisas". *Atas do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Florianópolis – SC, 2007.
- WOOD, D.; BRUNER, J. S. & ROSS, G. "The role of tutoring in problem solving". *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, **17** (2): 89, 1976.

Um bom caso é relevante ao leitor e desperta o interesse

ANEXO A

Reciclagem de Materiais

As embalagens plásticas de óleo lubrificante usadas em motores automotivos são produzidas em polietileno de alta densidade (PEAD) e se tornaram um problema para os recicladores. Os locais de troca de óleo (postos de gasolina, centros de troca, concessionárias de veículos etc.), descartam diariamente para o meio ambiente frascos plásticos contaminados com óleo lubrificante e aditivos. O óleo residual, contido nestes frascos, aumenta o índice de fluidez do plástico, dificultando o processo de reciclagem e prejudicando a qualidade dos artefatos reciclados produzidos, devido à deformidade e presença de odor de óleo.

Um bom caso narra uma história

Hélio é proprietário de uma pequena empresa de reciclagem de plásticos em Campinas. Ele, assim como muitos outros recicladores, enfrenta um dilema: o que fazer com resíduos sólidos tais como aqueles contidos nas embalagens de lubrificantes?

Um certo domingo, Hélio recebeu em casa a visita de um primo. Sérgio é estudante do curso de Química da USP e foi passar alguns dias na casa do primo em Campinas. Na segunda-feira Hélio levou Sérgio para conhecer a empresa de reciclagem.

Depois de conhecer todo o local, Sérgio faz algumas perguntas a Hélio:

Um bom caso inclui diálogos

- Hélio, como vocês fazem para separar o óleo das embalagens plásticas? - pergunta Sérgio.

- Atualmente nós usamos detergente e água para extrair o óleo. O problema é o elevado custo, pois o efluente não pode ser despejado em esgotos e rios sem passar por um tratamento adequado e isso tem me causado alguns prejuízos – explica Hélio.

- E não existem outras técnicas mais viáveis de se fazer esta separação? pergunta Sérgio, curioso.

- Não sei. Devido à falta de tempo, não tenho me atualizado sobre o assunto. Mas gostaria muito de encontrar alternativas mais viáveis economicamente e que não causassem nenhum dano ao meio ambiente – fala Hélio.

- Não tenho certeza, mas acredito que já deve ter sido desenvolvida uma melhor tecnologia para a remoção do óleo destas embalagens, assim como para o tratamento dos efluentes gerados no processo de reciclagem, que pelo o que sei, é um outro problema – esclarece Sérgio.

- Eu desconheço qualquer inovação neste sentido. Mas, se você puder me ajudar a encontrar uma melhor solução para este problema, ficarei muito grato e o meio ambiente também – brinca Hélio.

- Na quinta-feira volto para casa e irei procurar alguns amigos que fazem Química industrial na Universidade de São Paulo (USP). Eles fazem estágio em uma empresa de reciclagem de plásticos em São Paulo e acredito que poderão nos ajudar – explica Sérgio.

- Muito obrigado, Sérgio. Ficarei aqui aguardando notícias.

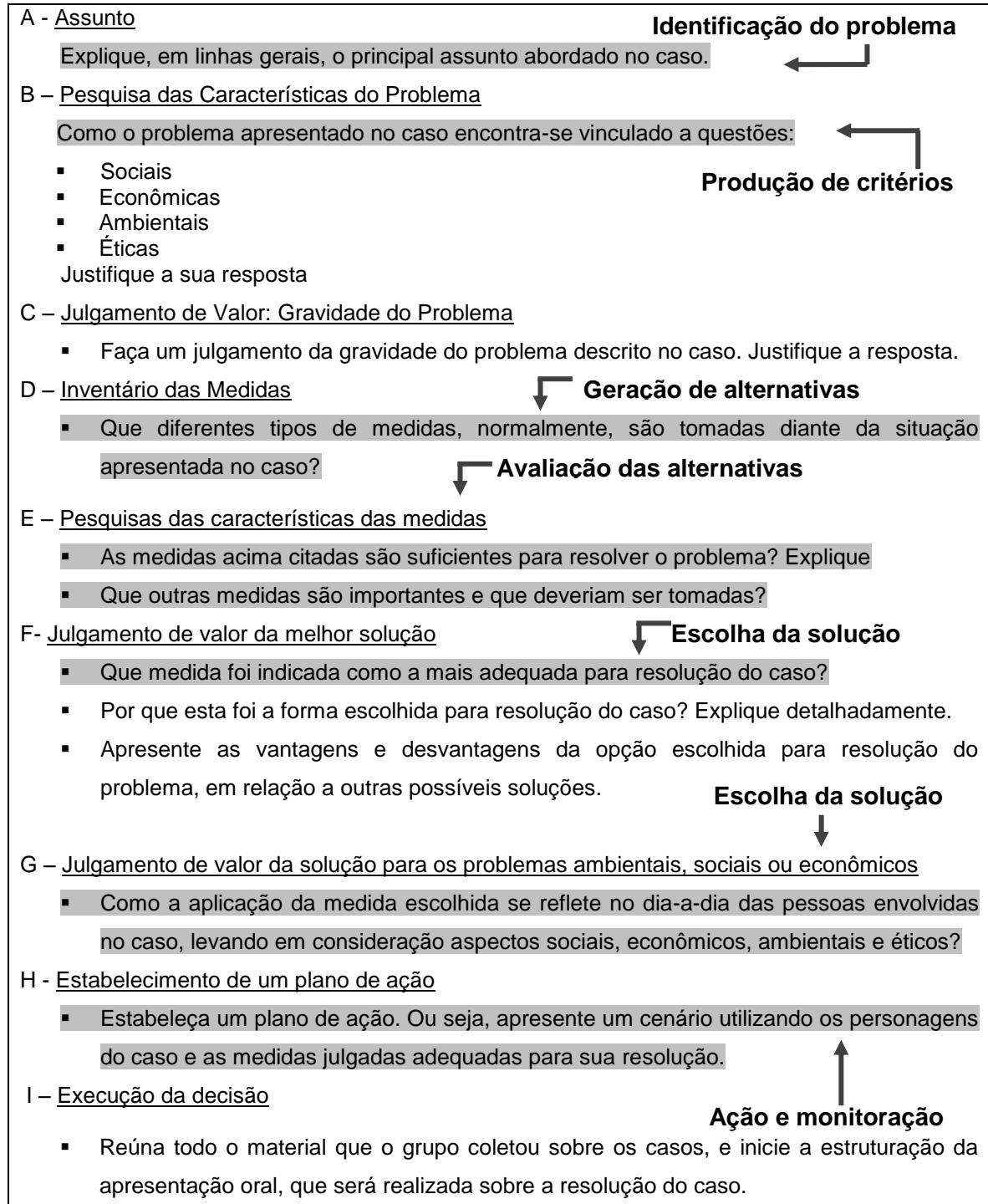
Um bom caso produz empatia com os personagens centrais

Sérgio irá pedir a ajuda de vocês para tentar encontrar alternativas mais viáveis para a empresa de Hélio e também para o meio ambiente.

Um bom caso é curto

ANEXO B

Questões elaboradas com base no Modelo Normativo de Tomada de Decisão de KORTLAND (1996).



ANEXO C

Descrição dos tipos de atividades ou interações constituintes do esquema apresentado na Figura 4.1 (NEWTON et al., 1999).

Forma de Trabalho dos Alunos (FTA)

Atividade com a classe inteira: quando o professor envolve a sala inteira em uma atividade. Exemplo: alunos *ouvindo uma explicação* ou *observando uma demonstração*.

Atividade em pequenos grupos: quando grupos de estudantes trabalham juntos. Exemplo: realizando *atividades abertas com papel e lápis*, *discutindo formalmente com o grupo* ou *realizando trabalho prático direcionado*.

Atividade individual: quando o estudante trabalha por si mesmo para desenvolver seu próprio produto. Exemplo: *ouvindo uma explicação*, *lendo*, *realizando trabalho prático direcionado*.

Atividades dos Alunos (AA)

Ouvindo uma explicação: quando os alunos são engajados em alguma forma de interação baseada no discurso, isto pode incluir: revisão de uma aula anterior; professor explicando uma idéia científica; professor explicando aos alunos o que fazer em tarefa extraclasse etc. Notar que o “falar” não é exclusivamente tarefa do professor (apesar do mesmo está envolvido na atividade), pois a classe pode estar ouvindo uma idéia que está sendo explicada por um aluno ou assistindo a uma gravação de vídeo.

Lendo: quando cada aluno está lendo um texto silenciosamente ou revezando para ler em voz alta. Isto não inclui a leitura de questões de um trabalho que está sendo desenvolvido na classe, embora inclua a leitura de texto relacionado com o que está sendo estudado.

Realizando exercícios: quando os alunos recebem exercícios para serem resolvidos, que envolvem respostas numéricas ou escritas, mas que geralmente são estruturadas e requerem uma resposta concisa.

Fazendo anotações: quando os alunos estão passivamente registrando informações apresentadas diretamente a eles, através de um livro, de quadro-negro, da fala do professor etc. Quando o aluno registra o que o professor está falando, a descrição *fazendo anotações* é usada, em detrimento à descrição *ouvindo uma explicação*.

Realizando atividade aberta com papel e lápis: quando os estudantes estão envolvidos em um trabalho criativo ou reflexivo. Esta é a distinção da atividade “realizando exercícios” e é planejada para abranger tarefas que não requerem respostas simples, concisas e estruturadas.

Observando uma demonstração: quando os alunos estão observando o professor demonstrar uma investigação prática. Quando a atividade “ouvindo uma explicação” também ocorre, a descrição “observando uma demonstração” deve se sobrepôr a anterior.

Realizando trabalho prático direcionado: quando os alunos são envolvidos em uma investigação prática com a metodologia predeterminada pelo professor ou pelo livro.

Realizando trabalho prático livre: quando os alunos são engajados em investigações práticas sem uma metodologia predeterminada.

Preparando ou organizando o ambiente: quando os alunos estão se preparando para iniciar ou finalizar uma atividade. Isso pode envolver a distribuição de livros, reunião de equipamentos, deslocamento das cadeiras, lavagem de vidrarias ou a arrumação do material usado nas atividades.

Discutindo formalmente com o grupo: quando os alunos estão reunidos em um ou mais grupos para discutir uma questão específica relacionada ao conteúdo ministrado. Isso pode envolver uma discussão sobre a explicação de um fenômeno científico, as questões morais relacionadas a uma questão científica etc.

Interação Professor-Aluno (IPA)

Professor dando instruções: quando os alunos são instruídos sobre o que devem fazer ou como fazer alguma coisa. Isso inclui disciplina e o desenvolvimento de atividades.

Professor explanando idéias científicas: quando o professor está explicando uma idéia, descrevendo um fenômeno, resumindo uma aula anterior etc.

Perguntando e respondendo: quando existem situações que envolvem uma questão levantada pelo professor, uma resposta dada pelo aluno e uma avaliação posterior do professor.

Realizando atividades deliberativas: quando o professor e os alunos são envolvidos em uma discussão mais prolongada ou profunda sobre uma questão. Difere da interação *perguntando e respondendo*, uma vez que o professor está interessado no raciocínio que está por trás das respostas que os alunos fornecem e é provável que demonstre isso ao encorajá-los no desenvolvimento das respostas.

Aluno elaborando questões: quando o aluno levanta questões relacionadas ao conteúdo discutido na sala de aula.

ANEXO D

Referências bibliográficas das reportagens publicadas na revista Pesquisa Fapesp que serviram como base para elaboração dos casos.

Casos aplicados na Turma B

Doença misteriosa em artesãos

Um risco para os artesãos. **Revista Pesquisa Fapesp**, n. 105, p. 41, novembro/2004.

Reciclagem de materiais

Embalagem livre de óleo lubrificante. **Revista Pesquisa Fapesp**, n. 111, p. 62, maio/2005.

Praga do feijão

Copaíba contra o carruncho. **Revista Pesquisa Fapesp**, n. 71, janeiro/2002.

Ameaça aos cacaeiros

A luta contra a vassoura de bruxa. **Revista Pesquisa Fapesp**, n. 110, p. 46, abril/2005.

A praga do carrapato

Fapemig recebe depósito de patente. **Revista Pesquisa Fapesp**, n. 97, p. 62, março/2004.

Casos aplicados na Turma C

Adubo na plantação

Adubo natural. **Revista Pesquisa Fapesp**, n. 90, p. 68, agosto/2003.

O ataque das cigarrinhas

Ataques da cigarrinha. **Revista Pesquisa Fapesp**, n. 81, p. 80, novembro/2002.

Ameaça aos cítricos

Luz sobre as laranjeiras. **Revista Pesquisa Fapesp**, n. 80, p. 63, outubro/2002.

Formigas cortadeiras

A inversão do jogo: plantas contra saúvas. **Revista Pesquisa Fapesp**, p. 46, n. 74, abril/2002.

ANEXO E

I - Casos elaborados e aplicados na Turma B.

Doença Misteriosa em Artesãos

Em Petrópolis, Rio de Janeiro, muitas peças feitas de pedra são produzidas por artesãos locais, principalmente para exportação.

Jaime, um escultor de pedra, de aproximadamente trinta e cinco anos, já trabalha há alguns anos na profissão. De procedência humilde, Jaime pouco frequentou a escola e o trabalho com o artesanato se tornou a sua principal fonte de renda e garantia de sustento da família.

Há alguns dias, sua esposa Ruth vem percebendo que Jaime está apresentando alguns sintomas estranhos tais como cansaço e dificuldade de respirar, além de muita tosse. Logo ao amanhecer Ruth conversa com Jaime na tentativa de convencê-lo a ir a um médico.

- Jaime estou muito preocupada com você, faz dias que percebo que você não está bem. Você tossiu a noite inteira e percebo que você está cada vez mais cansado e com a respiração difícil. Acho que você deveria procurar um médico - comenta Ruth preocupada.

- Deve ser uma gripe. Você sabe que não gosto de ir a médico. Logo isso passa, você vai ver. Agora tenho que ir trabalhar, pois já estou em cima da hora - explica Jaime, saindo em seguida.

Os dias foram passando sem que Jaime apresentasse qualquer melhora. Sua esposa continuava insistindo para que ele fosse ao médico, mas ele continuava irredutível. Ruth suspeitava que o problema de saúde de Jaime poderia ser decorrente do trabalho com as pedras, mas não tinha certeza de nada. Foi então que ela teve a idéia de pedir ajuda a seus sobrinhos, estudantes de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro, que por coincidência, estavam passando o final de semana em Petrópolis, na casa dos pais. Sem que Jaime soubesse de nada, Ruth foi à casa dos sobrinhos e contou o que estava acontecendo. Henrique ficou surpreso ao ver à tia, que quase nunca aparecia por lá.

Olá tia Ruth! Que milagre é esse a senhora por aqui? - pergunta admirado Henrique.

Vim porque estou precisando da ajuda de vocês. O problema é o seguinte: (já faz alguns dias que o seu tio...). Após contar toda a história, Ruth continua: - Suspeito que aquelas pedras estão fazendo mal a ele. Eu falo, peço pra ele ir ao médico, mas ele não me ouve. Então lembrei que vocês poderiam me ajudar a descobrir se as minhas suspeitas têm fundamento e se o que ele está sentindo é causado pelo trabalho com as pedras - explica Ruth.

- Olha tia Ruth, eu já li alguma coisa sobre este assunto. Mas não saberei lhe dar maiores detalhes agora. Prefiro pesquisar sobre o problema e assim que tiver alguma informação mais segura a procuro. Mas de qualquer forma, teremos que levar o tio ao médico para saber o que realmente está acontecendo - alerta Gustavo.

- Obrigada, meninos! Vou ficar esperando uma resposta de vocês. Enquanto isso, continuarei tentando convencer aquele teimoso a ir ao hospital. Diga a sua mãe que outra hora volto com mais calma para tomar um café - fala Ruth.

Vocês são os sobrinhos de Ruth e Jaime e lhes foi atribuída a missão de esclarecer a Ruth sobre o problema de Jaime e se este está relacionado ou não com o trabalho com as pedras. Identificando o real problema de Jaime cabe a vocês ajudar a encontrar a melhor solução para o seu caso, levando em consideração as escassas condições financeiras da família.

Reciclagem de Materiais

As embalagens plásticas de óleo lubrificante usadas em motores automotivos são produzidas em polietileno de alta densidade (PEAD) e se tornaram um problema para os recicladores. Os locais de troca de óleo (postos de gasolina, centros de troca, concessionárias de veículos etc.), descartam diariamente para o meio ambiente frascos plásticos contaminados com óleo lubrificante e aditivos. O óleo residual, contido nestes frascos, aumenta o índice de fluidez do plástico, dificultando o processo de reciclagem e prejudicando a qualidade dos artefatos reciclados produzidos, devido à deformidade e presença de odor de óleo.

Hélio é proprietário de uma pequena empresa de reciclagem de plásticos em Campinas. Ele, assim como muitos outros recicladores, enfrenta um dilema: o que fazer com resíduos sólidos tais como aqueles contidos nas embalagens de lubrificantes?

Um certo domingo, Hélio recebeu em casa a visita de um primo. Sérgio é estudante do curso de Química da USP e foi passar alguns dias na casa do primo em Campinas. Na segunda-feira Hélio levou Sérgio para conhecer a empresa de reciclagem.

Depois de conhecer todo o local, Sérgio faz algumas perguntas a Hélio:

- Hélio, como vocês fazem para separar o óleo das embalagens plásticas? - pergunta Sérgio.

- Atualmente nós usamos detergente e água para extrair o óleo. O problema é o elevado custo, pois o efluente não pode ser despejado em esgotos e rios sem passar por um tratamento adequado e isso tem me causado alguns prejuízos – explica Hélio.

- E não existem outras técnicas mais viáveis de se fazer esta separação? pergunta Sérgio, curioso.

- Não sei. Devido à falta de tempo, não tenho me atualizado sobre o assunto. Mas gostaria muito de encontrar alternativas mais viáveis economicamente e que não causassem nenhum dano ao meio ambiente – fala Hélio.

- Não tenho certeza, mas acredito que já deve ter sido desenvolvida uma melhor tecnologia para a remoção do óleo destas embalagens, assim como para o tratamento dos efluentes gerados no processo de reciclagem, que pelo o que sei, é um outro problema – esclarece Sérgio.

- Eu desconheço qualquer inovação neste sentido. Mas, se você puder me ajudar a encontrar uma melhor solução para este problema, ficarei muito grato e o meio ambiente também – brinca Hélio.

- Na quinta-feira volto para casa e irei procurar alguns amigos que fazem Química industrial na Universidade de São Paulo (USP). Eles fazem estágio em uma empresa de reciclagem de plásticos em São Paulo e acredito que poderão nos ajudar – explica Sérgio.

- Muito obrigado, Sérgio. Ficarei aqui aguardando notícias.

Sérgio irá pedir a ajuda de vocês para tentar encontrar alternativas mais viáveis para a empresa de Hélio e também para o meio ambiente.

Praga do Feijão

Dentre os problemas relacionados à cultura do feijoeiro destacam-se os insetos-praga, que além de atacarem os diversos estágios de desenvolvimento da cultura no campo, também danificam os grãos armazenados, podendo provocar a sua destruição completa, além da depreciação comercial do produto.

Há algum tempo Augusto, um pequeno produtor de feijão do estado do Paraná, vem enfrentando alguns problemas relacionados ao armazenamento do seu produto. A perda do valor comercial do seu feijão agravou a sua situação financeira e as dívidas começaram a surgir. Preocupado com a atual situação, o Sr. Augusto resolve ligar para sua filha Lívia, estudante da Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), e explicar o que está acontecendo.

- Alô, Lívia, aqui é seu pai, como estão as coisas por aí?

- Olá papai, tudo bem. Que milagre é esse receber uma ligação sua, a mamãe está bem? - pergunta Lívia preocupada.

- Não se preocupe, estamos bem. Só estou com um probleminha com a produção de feijão. Então pensei que talvez você possa me ajudar de alguma maneira - fala Sr. Augusto.

- Do que se trata, papai? pergunta Lívia.

- O problema é o seguinte: o feijão que tenho armazenado tem perdido peso, caído de qualidade e por conta disso, o valor comercial também caiu bruscamente. A nossa situação financeira não está das melhores. Tenho recorrido a algumas técnicas naturais, mas não consegui acabar com o problema e o prejuízo tem sido enorme – Augusto explica a situação.

- Mas como acha que posso ajudá-lo? - pergunta Lívia.

- Ouvi falar que pesquisadores de algumas universidades de São Paulo pesquisam sobre maneiras de combater as pragas que atacam alguns tipos de grãos, inclusive o feijão. Então tive a idéia de pedir a você para investigar sobre este assunto pra mim – esclarece Augusto.

- Lembrei agora, que tenho alguns amigos na UNIFESP, que fazem parte de um grupo de pesquisa que trabalha com problemas relacionados à agricultura. Falarei com eles e assim que tiver alguma novidade entrarei em contato com o senhor.

- Peço que faça isso logo, pois temo que a situação piore – explica Augusto.

- Não se preocupe, vamos resolver esse problema, pode confiar - promete Lívia.

- Obrigado, minha filha. Ficarei aguardando alguma resposta.

Vocês são os amigos de Lívia e deverão ajudá-la a encontrar uma melhor solução para resolver o problema de seu pai.

Ameaça nos Cacaueiros

A história da cacauicultura na Bahia se confunde com a própria história da região, pois o cacau fez o desbravamento para o interior, fundou cidades, formou gerações. O cacau criou uma identidade histórico-cultural determinada pela atividade agrícola. Acontece que nos últimos tempos uma estranha doença vem atacando os cacaueiros da região baiana, levando muitos produtores ao desespero e à desistência da cultura.

Luiz Carlos, um cacauicultor da região baiana, também vem enfrentando este grave problema. A situação na sua fazenda está crítica. A produção de cacau diminui a cada dia, as dívidas aumentam e a situação foge cada vez mais de seu controle. Muitas vezes Luiz Carlos pensa em desistir, em virtude da grave situação que vem enfrentando. Porém, muitos empregados dependem do trabalho com a cultura do cacau para sobreviver. Preocupado com a situação destas pessoas, Luiz Carlos resolve não desistir e decide procurar ajuda. Então, resolve entrar em contato com alguns colegas de infância, hoje formados em Química pela Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), na Bahia.

À noite, ao chegar em casa, Luiz Carlos escreve um e-mail para Gilberto.

Para: gilbertomoraes@yahoo.com.br

Usar e-mails de sua
[Lista de Endereços](#)

Assunto: Auxílio

Cc:

Cco:

Salvar cópia da mensagem na pasta "Enviadas"

Caro Gilberto,

Estou precisando de vocês. Estou enfrentando um grande problema aqui na fazenda. Trata-se do aparecimento de uma doença que está levando muitos produtores a desistir da cultura. Ainda não sei do que se trata, mas observei a formação lateral de brotos, dando o aspecto característico de uma vassoura. Lembrei que vocês na época da faculdade pesquisavam sobre pragas que atacam a agricultura. Gostaria de entender melhor sobre esta doença e tentar resolver este problema o mais rápido possível, pois muitas pessoas dependem deste trabalho para sobreviver. Para isso, conto com a ajuda de vocês. Fico aguardando ansiosamente uma resposta.

Um abraço!
Luiz Carlos

Vocês são estes amigos de Luiz Carlos e cabe ao grupo a missão de esclarecê-lo sobre esta estranha doença e ajudá-lo a encontrar alternativas de solução para o seu problema.

A Praga do Carrapato

O carrapato bovino causa sérios transtornos à pecuária brasileira. Os prejuízos econômicos manifestam-se por perdas na produção de carne, leite e derivados, indústria coureiro-calçadista, custos com produtos químicos para controlá-los, custos com manejo, instalações apropriadas e danos ambientais pelo elevado uso de carrapaticidas. Além disso, ele também transmite diversas doenças que podem resultar na morte dos rebanhos.

Em uma pequena cidade no interior do Rio Grande do Sul, mora Emanuel. Ele é proprietário de uma pequena fazenda, local de criação do seu rebanho bovino. Nos últimos dias, uma infestação de carrapatos no seu rebanho tem sido motivo de muita dor de cabeça e prejuízos para o pecuarista.

Preocupado com a situação de seus bois, Emanuel liga para seu irmão Antônio, professor da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Minas Gerais, a procura de mais informações sobre esta praga que vem atacando os rebanhos de várias regiões.

- Oi Antônio, aqui é Emanuel, tudo bem? Como vai Isabel e as crianças?

- Aqui estamos todos bem. Como vão as coisas por aí? - pergunta Antônio.

- As coisas na fazenda não estão muito boas. Os meus bois foram infestados por carrapatos. O resultado é que a produção de carne e leite diminuiu bruscamente e o couro dos animais está ficando comprometido. Além disso, estas pragas estão provocando doenças no rebanho – explica Emanuel.

- Que coisa desagradável! Aqui na UFV existem pesquisas sobre estas pragas que atacam a pecuária. Posso dar uma olhada para você. Mas temos que procurar todas as alternativas possíveis, pois sabemos que nem todas são viáveis economicamente. Além disso, existem várias medidas inadequadas pelo fato de serem nocivas ao meio ambiente – esclarece Antônio.

- Tenho consciência disso, por isso resolvi procurar sua ajuda – comenta Emanuel.

- Farei o que for possível para ajudá-lo. Como tenho mais acesso a informações, verei o que posso descobrir sobre o assunto e ligo para você o mais rápido possível, pois sei que a situação exige pressa – fala Antônio.

- Obrigada, Emanuel! Fico esperando notícias.

O grupo de vocês tem a missão de ajudar Emanuel e Antônio a encontrarem uma solução rápida e viável para o problema que atinge o rebanho de Emanuel.

II - Casos elaborados e aplicados na Turma C.

Adubo na Plantação

Dos solos brasileiros já se colheu muito alimento. Mas ao longo dos anos, por razões diversas, muitas terras agricultáveis foram perdendo sua capacidade produtiva.

Ricardo é um jovem de 23 anos e mora na cidade de São José do Rio Preto. O seu pai, Seu Antônio, é proprietário de uma plantação de arroz, mas está muito doente e nos últimos meses a responsabilidade de cuidar dos negócios tem sido de Ricardo, já que é filho único, e sua mãe, Dona Silvia, precisa cuidar do marido.

Inicialmente Ricardo ficou apreensivo, pois nunca havia se interessado pelos negócios da família. Mas, com o tempo, acabou se envolvendo com o trabalho, mesmo porque a renda da família depende da cultura do arroz.

Já nos primeiros dias de trabalho Ricardo percebeu que as coisas não estavam tão bem como imaginava. Verificou que a produção de arroz tinha caído muito, se comparada à produção dos anos anteriores. Isso o deixou preocupado. Conversou com os empregados e tentou entender o que estava acontecendo. Concluiu então que a queda na produção estava relacionada com o tipo de adubo utilizado e teve a idéia de ligar para alguns amigos químicos e pedir algumas orientações nesse sentido.

- Oi Guilherme, tudo bem?

- Tudo bem, Ricardo. Há quanto tempo não conversamos. Você está bem?

- Pois é amigo, estou com sérios problemas na plantação de arroz. A produção tem caído muito e a situação não é das melhores. Resolvi fazer algumas mudanças por lá, principalmente na forma de adubação. – Explica Ricardo.

- Como posso te ajudar? – Pergunta Guilherme.

- Não entendo do assunto, mas gostaria de conhecer mais alternativas de adubação para então escolher uma mais apropriada, que garanta o aumento da produção e de preferência que não tenha um custo muito alto.

- Também não podemos esquecer do impacto no meio ambiente. – Lembra Guilherme.

- Por isso resolvi pedir a sua ajuda e a dos seus colegas que também são químicos. Gostaria que vocês me auxiliassem a escolher o tipo de adubação mais adequado para o meu caso. – Fala Ricardo.

- Não se preocupe. Falarei com o pessoal e o mais rápido possível entraremos em contato com você.

- Obrigado Guilherme, sabia que podia contar com vocês. Fico aguardando um retorno.

Vocês são os amigos de Ricardo e como químicos terão que ajudá-lo a encontrar a melhor forma de resolver o seu problema.

Ataque das Cigarrinhas

No estado de São Paulo, a restrição gradativa à queima da palha da cana-de-açúcar durante a colheita, determinada por lei estadual, teve como efeito imediato a redução de monóxido de carbono liberado na atmosfera. Um alívio considerável para o ambiente e para a saúde das pessoas que vivem nos 350 municípios canavieiros do estado. Mas a mudança no sistema de colheita permitiu a ploriferação de novas pragas para essa cultura, como a cigarrinha de raiz (*Mahanarva fimbriola*).

Seu Dionísio é produtor de cana-de-açúcar e sua plantação está localizada na cidade de Piracicaba. Devido a restrições impostas pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), em relação à queima da palha da cana, o agricultor se vê diante de um outro sério problema: sua plantação está sendo atacada por cigarrinhas. Sem saber o que fazer, ele resolve entrar em contato com seus primos, estudantes de Química da Universidade de São Paulo (USP), campus de Ribeirão Preto. Então, envia um e-mail para Gustavo, explicando a situação.

Para: gustavofarias@yahoo.com.br

Usar e-mails de sua
[Lista de Endereços](#)

Assunto: Auxílio

Cc:

Cco:

Salvar cópia da mensagem na pasta "Enviadas"

Olá Gustavo,

Estou precisando de ajuda. Como vocês já sabem, a CETESB restringiu a queima da palha da cana-de-açúcar, que era uma prática comum aqui na região. Acontece que isso favoreceu o ataque das cigarrinhas na plantação e estou muito preocupado com essa situação. Gostaria que vocês se informassem melhor sobre o assunto e tentassem investigar possíveis alternativas de solução, pois sei que muitas pesquisas estão sendo realizadas sobre o assunto e vocês têm mais acesso a essas informações. Fico aguardando uma resposta o mais breve possível.

Um abraço!
Dionísio

Para: dionisio@yahoo.com.br

Usar e-mails de sua
[Lista de Endereços](#)

Assunto: Auxílio concedido

Cc:

Cco:

Salvar cópia da mensagem na pasta "Enviadas"

Caro Dionísio,

Imagino como você deve estar preocupado com tudo isso. Mas já falei com os primos e nos empenharemos em pesquisar sobre o assunto e juntos conseguiremos encontrar uma solução para o problema. Fique tranquilo, escreveremos assim que tivermos novidades.

Um forte abraço!
Gustavo

Vocês são os primos de Dionísio e como estudantes de Química deverão ajudá-lo a encontrar a melhor solução para resolver o problema.

Ameaça aos Cítricos

A citricultura é um setor que gera divisas, emprega muitos trabalhadores e é a base econômica de muitos municípios. Porém algumas doenças ameaçam os pomares brasileiros.

Germano é produtor de cítricos no município de Araraquara e em seu pomar estão frutas como laranja, limão e tangerina. Acontece que nos últimos dias os limoeiros têm apresentado sintomas estranhos, fato que o está preocupando muito. Os sintomas são: queda das folhas, pequenas manchas amarelas, com um ponto marrom no centro, que aos poucos vão crescendo e podem ocupar grande parte da casca do fruto. As manchas são salientes, mas superficiais, parecidas com verrugas. Em estágio avançado as lesões provocam o rompimento da casca.

Muito preocupado com a situação, Germano resolve pedir ajuda aos seus primos, Miguel e Tiago, estudantes de Química da Universidade Estadual Paulista (UNESP) de Araraquara. Vai até a casa deles e explica o que está acontecendo:

- Oi pessoal, tudo bem? Estou precisando muito da ajuda de vocês.

- O que está acontecendo Germano? Você parece preocupado. – Pergunta Miguel.

- Estou mesmo. Alguns limoeiros estão apresentando alguns sintomas estranhos... Temo que se espalhem para o resto da plantação. Pensei que talvez vocês pudessem me ajudar a pesquisar sobre o assunto e descobrir que medidas estão sendo tomadas em situações como essa. Sei que muitas pesquisas têm sido feitas sobre doenças que atacam a citricultura. – Explica Germano.

- Existem grupos de pesquisa na Universidade de São Paulo (USP) e na Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) que estudam sobre o assunto. Podemos entrar em contato com os pesquisadores, explicar a situação e descobrir medidas convenientes para solucioná-la. – Esclarece Tiago.

- Só peço que seja o mais rápido possível, pois essas doenças se alastram com facilidade – Comenta Germano.

- Fique sossegado primo, amanhã mesmo veremos isso pra você, pode confiar. – Explica Miguel, tentando tranquilizá-lo.

- Obrigado, nos falamos amanhã então.

Vocês são os primos de Germano e como estudantes de Química terão que ajudá-lo a descobrir o que está acontecendo em seu pomar, assim como ajudá-lo a encontrar a melhor solução para resolver o problema.

Formigas Cortadeiras

Formigas cortadeiras como a saúva (*Atta sexdens*) são velhas e persistentes pragas da agricultura brasileira que causam problemas em diversas regiões do país.

Ribeirão Preto é um dos mais importantes centros urbanos do interior do estado de São Paulo, onde são exercidas atividades importantes como o plantio da cana-de-açúcar. Seu Rodolfo é um pequeno agricultor da região e está muito preocupado com sua plantação. Depois de voltar de uma viagem percebeu que o seu canavial estava sendo atacado pelas terríveis formigas cortadeiras. A perda do canavial poderia lhe causar um grande transtorno, pois tanto o Seu Rodolfo, como alguns poucos empregados que trabalham na plantação, dependem da renda dele proveniente para sustentar as suas famílias.

O agricultor pensou em várias soluções para resolver o problema, mas antes de fazer qualquer coisa decidiu pedir ajuda aos seus sobrinhos, Flávio e Renato, que são gêmeos e estudam Química na Universidade de São Paulo (USP), campus de São Carlos. Entrou em contato com eles e explicou a situação:

- Oi Flávio, tudo bem? Estou precisando urgentemente da sua ajuda e da ajuda do seu irmão. O problema é o seguinte: (o canavial está sendo danificado...) – explica seu Rodolfo.

- Mas como podemos ajudá-lo, tio? Não entendemos praticamente nada de agricultura. – Fala Flávio.

- Eu sei Flávio, mas um dia desses li algo a respeito de algumas pesquisas que estão sendo realizadas sobre o combate a essas formigas cortadeiras. Me parece que existem propostas inovadoras para solucionar o problema, por isso o meu interesse no assunto. Também não disponho de muitos recursos financeiros, vocês sabem.

- Vou falar com Renato. Não se preocupe que iremos pesquisar sobre o assunto e tentaremos encontrar a melhor solução, dentro das suas possibilidades. – Explica Flávio.

- Obrigado, Flávio! Só peço que não demorem muito, pois a situação pode se agravar.

- Fique tranquilo. Assim que tivermos novidades entraremos em contato com você. Diga a tia Carmem que estou mandando um beijo. – Fala Flávio.

Vocês são os sobrinhos do Seu Rodolfo e como estudantes de Química precisam mostrar a ele as possíveis alternativas de solução para o problema e apontar a mais viável.

ANEXO F

Guia para a Análise e Resolução de Casos

Os estudantes devem considerar os seguintes itens após a leitura:

- 1- Reconhecer assuntos em potencial. Listar termos ou frases que pareçam ser importantes para compreensão do assunto que o caso aborda.
- 2- Fazer levantamento de conexões por meio de tempestade mental. Discutir sucintamente com seu grupo o seguinte:
 - Sobre o que é o caso?
 - Quais são os temas principais do caso?

Para organizar melhor o seu trabalho, tome nota dos assuntos e perguntas principais que surgirem na tabela abaixo:

O que nós sabemos sobre o caso?	O que nós ainda precisamos saber para solucionar o caso?

- 3- Obter fontes ou referências adicionais para ajudar a responder ou explorar as perguntas. Estes podem conter materiais impressos, artigos, banco de dados, resultados de simulações, mapas, etc. Sejam criativos na procura de informações.
- 4- Projetar e conduzir investigações científicas relevantes para as perguntas. Estas podem utilizar métodos laboratoriais, pesquisa de campo apropriada (entrevista com especialistas da área), computadores com módulos de *software*, gráficos etc.
- 5- Produzir material que demonstre o entendimento das conclusões. Fazer uma apresentação em *Power Point* ou *Open Office* e escrever um artigo nos moldes apresentados na Revista Eletrônica do CDCC (revista@cdcc.sc.usp.br). Esses materiais devem servir para persuadir os colegas de suas idéias e evidenciar a compreensão das suas conclusões.

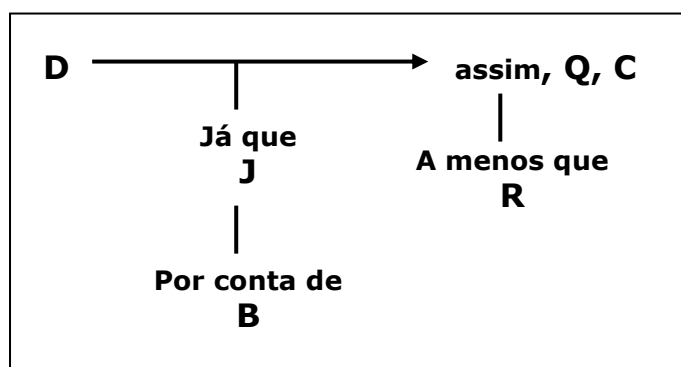
ANEXO G

Material distribuído na Turma B: síntese da aula sobre os componentes da argumentação.

AULA SOBRE ARGUMENTAÇÃO

O Modelo de Toulmin

O Modelo de Toulmin (2001) é um instrumento de análise muito utilizado para investigar a argumentação científica produzida por alunos no Ensino de Ciências. Este modelo, ilustrado na Figura 1, identifica os elementos fundamentais de um argumento, assim como as relações existentes entre eles.



- Dado (D): fatos aos quais recorremos como fundamento para uma alegação;
- Conclusão (C): Afirmações cujos méritos estamos tentando estabelecer.
- Justificativa (J): Faz referência ao dado e a conclusão.
- Qualificadores modais (Q): Especificações das condições necessárias para que uma dada garantia seja válida.
- Refutação (R): Condições em que a justificativa não é válida ou suficiente para dar suporte à conclusão.
- Conhecimento básico (B): Alegação que dá suporte à justificativa. É uma garantia baseada em alguma autoridade, que fundamenta a justificativa.

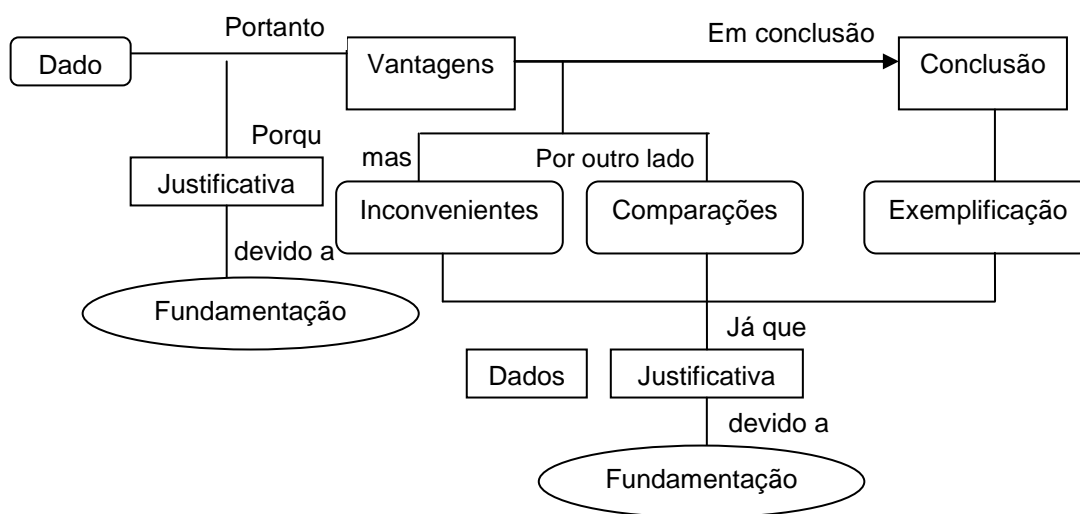
O Modelo de Toulmin na adaptação de Jiménez Aleixandre et al.

Dados		
Fatos aos quais recorremos para fundamento para uma conclusão	Dado fornecido	
	Dado obtido	Dado empírico Dado hipotético
Enunciados		
Afirmações cuja validade se deseja estabelecer	Hipótese	
	Conclusão	
A oposição é um enunciado que questiona a validade de outro	Oposição	

Os autores propuseram a identificação de todos os componentes do argumento racional de Toulmin nas falas dos alunos, especificando os diferentes

tipos de dados, afirmações ou enunciados que podem compor argumentos em uma aula de Ciências. Os demais componentes do argumento são interpretados como no modelo original. Os componentes detalhados são apresentados na tabela, na qual observa-se que o dado (**D**) pode ser caracterizado como um dado fornecido (**DF**) pelo professor, livro, texto, roteiro de experimento ou como um dado obtido (**DO**). Este último ainda é classificado como um dado empírico (**DE**), que pode proceder de uma experiência no laboratório, ou como dado hipotético (**DH**). Os enunciados são classificados em hipótese e conclusão. Os enunciados que questionam a validade de outro são denominados de oposição.

Esquema do texto argumentativo



- Dados: são os fatos ou fenômenos que constituem a afirmação pela qual se constrói um texto argumentativo;
- Justificativa: é a razão principal que permite passar dos dados para a conclusão;
- Fundamentação (conhecimento básico): é o conhecimento básico de caráter teórico necessário para aceitar a autoridade da justificativa;
- Vantagem: argumento mais fácil de formular, porque destaca os elementos positivos da própria teoria;
- Inconveniente: sinaliza as circunstâncias das desvantagens;
- Comparação: é a fusão dos dois anteriores;
- Conclusão: valor final que se quer assumir a partir da tese inicial e segundo as condições que incluem os diferentes argumentos;
- Exemplificação: é a relação entre a Ciência e a vida cotidiana.

ANEXO H

Artigos de divulgação científica selecionados em periódicos nacionais para aplicação de atividade na Turma C.

Títulos dos artigos	Revista, edição, página inicial, mês e ano
Perigos da acidificação	Scientific American Brasil (Edição 47, p. 58, abril/2006)
A energia nuclear pode ser verde	Galileu (Edição 179, p. 42, junho/2006)
Lixo nuclear	Scientific American Brasil (Edição 46, p. 74, março/2006)
Os elementos da morte	Superinteressante (Edição 231, p. 56, outubro/2005)
Mais lucro com menos carbono	Scientific American Brasil (Edição 41, p. 66, outubro/2005)
O lado B da nanotecnologia	Galileu (Edição 170, p. 58, setembro/2005)
O petróleo sai de cena	Galileu (Edição 152, p. 34, março/2004)
Quando o metano ditava o clima	Scientific American Brasil (Edição 28, p. 36, setembro/2004)
Hidrogênio em jogo	Scientific American Brasil (Edição 25, p. 72, junho/2004)
A Química que estrutura as bolhas do champanhe	Scientific American Brasil (Edição 9, p. 84, fevereiro/2003)
Nanotecnologia: entre o bem e o mal	Galileu (Edição 146, p. 70, setembro/2003)
Afinal, os transgênicos fazem mal ou não?	Galileu (Edição 148, p. 44, novembro/2003)

ANEXO I

Artigos científicos utilizados na aplicação da atividade.

Artigo e autor(es)	Revista, ano, volume, página inicial
Tratamento de efluente da indústria de processamento de coco utilizando eletroflotação. <i>Crespilho, F. N.; Santana, C. G.; Rezende, M. O. O.</i>	Química Nova 2004 , 27, 387.
Propagação da poluição atmosférica por flúor nas águas subterrâneas e solos de regiões próximas às indústrias de fertilizantes (Rio Grande, RS). <i>Mirlean, N.; Casartelli, M. R.; Garcia, M. R. D.</i>	Química Nova 2002 , 25, 191.
Avaliação de poluição do ar por chumbo particulado: uma abordagem geoquímica. <i>Vanz, A.; Mirlean, N.; Baisch, P.</i>	Química Nova 2003 , 26, 25
Avaliação da fitodisponibilidade de cádmio, chumbo e crômio, em soja cultivada em latossolo vermelho escuro tratado com fertilizantes comerciais. <i>Gonsalves Júnior, A. C.; Luchese, E. B.; Bernardi, E.; Lenzi, E.</i>	Química Nova 2000 , 23, 173.
Exposição ocupacional a compostos orgânicos voláteis na indústria naval. <i>Costa, M. F. B.; Costa, M. A. F.</i>	Química Nova 2002 , 25, 384
Avaliação da salinização de açudes no semi-árido brasileiro por ICP-AES. <i>Santos, J. S.; Oliveira, E.; Massaro, S.</i>	Química Nova 2000 , 23, 453
Avaliando a contaminação por elementos traço em atividades de maricultura. Resultados parciais de um estudo de caso realizado na Ilha de Santa Catarina, Brasil. <i>Curtius, A. J.; Seibert, E. L. Fiedler, H. D.; Ferreira, J. F.; Vieira, P. H. F.</i>	Química Nova, 2003 , 26, 44
Caracterização e classificação do resíduo sólido "pó balão" gerado na indústria siderúrgica não integrada a carvão vegetal: - Estudo de um caso na região de Sete Lagoas/MG. <i>Oliveira, M. R. C.; Martins, J.</i>	Química Nova, 2003 , 26, 5
Estudo da biodisponibilidade de metais nos sedimentos da Lagoa da Pampulha. <i>Sabino, C. V. S.; Kastner, G. F.; Amaral, A. M.; Leite, S. C. A. L.; Carvalho, R. P.; Silva, I. R.</i>	Química Nova, 2004 , 27, 231
Distribuição de metais pesados em sedimentos do sistema estuarino da Ilha de Vitória-ES. <i>Jesus, H. C.; Costa, E. A.; Mendonça, A. S. F.; Zandonade, E.</i>	Química Nova, 2004 , 27, 378
Identificação de resíduos de disparos de armas de fogo por meio da técnica de espectrometria de massas de alta resolução com fonte de plasma indutivo. <i>Reis, E. L. T.; Sarkis, J. E. S.; Rodrigues, C.; Negrini Neto, O.; Viebig, S.</i>	Química Nova, 2004 , 27, 409