Luciana Passos Sá

A argumentação no ensino superior de química: investigando uma atividade fundamentada em estudos de casos

Dissertação apresentada ao Instituto de Química de São Carlos, da Universidade de São Paulo, para obtenção de título de Mestre em Ciências (Química Analítica)

Orientador: Prof. Dr. Salete Linhares Queiroz

São Carlos
2006

*Dedico este trabalho aos meus pais **Marlene e Mesquita** (in memorian), ao meu padrasto e amigo **Hélio**, ao meu irmão **Júnior** e ao meu namorado **Rafael**, pelo amor, incentivo e compreensão ao longo do período de elaboração deste trabalho.*

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto de Química de São Carlos, pelo apoio institucional e as facilidades oferecidas.

À minha orientadora Prof. Dr. Salete Linhares Queiroz, pela paciência e dedicação durante todo o período em que me orientou.

Aos meus pais Marlene e Mesquita (in memorian), por terem me dado a vida e permitido que eu chegasse até aqui.

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

Ao meu irmão Júnior, pelo apoio e companheirismo em todas as etapas da minha vida.

Ao meu namorado Rafael, pelo amor, apoio e incentivo ao longo do período de elaboração deste trabalho.

À minha avó Valderez e meu avô Mesquita (in memorian), pelo amor e carinho.

À minha família, avós, tios e primos por sempre estarem presentes na minha vida.

A Prof. Dr. Ruth de Gouvêa Duarte, pelos valiosos ensinamentos.

Aos colegas de grupo Cris, Ribeiro, Jane, Gelson, Fábio e Flávio, pela amizade e companheirismo.

Aos meus amigos do IQSC, em especial a Olívia, Larissa, Ivana, Eliana e Ana Júlia.

Aos funcionários do IQSC, especialmente a Silvia e Andréia, por sempre me atenderem de forma tão gentil.

Aos alunos do primeiro ano de Bacharelado em Química, que participaram deste trabalho.

Ao CNPq, pela bolsa concedida.

À FAPESP, pela concessão do auxílio, na modalidade “auxílio pesquisa” (processo 2005/54035-3).

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

"Assim como a semente traça a forma e o destino da árvore, os teus próprios desejos é que te configuram a vida."

Emmanuel

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

LISTA DE TABELAS

LISTA DE ABREVIATURA OU SIGLAS

RESUMO

ABSTRACT

1.	INTRODUÇÃO.....	1
1.1.	Método de Estudo de Caso.....	2
1.2.	Argumentação e Ensino de Ciências.....	18
2.	OBJETIVOS.....	29
3.	REFERENCIAIS TEÓRICOS.....	31
3.1.	Produção de casos investigativos, segundo Herreid (1998).....	32
3.2.	Modelo normativo do processo de tomada de decisão proposto por Kortland (1996).....	35
3.3.	Os Usos do Argumento (Toulmin, 1958).....	38
3.3.1.	O padrão de um argumento: dados e justificativa.....	39
3.3.2.	O padrão de um argumento: para apoiar nossas justificativas....	41
3.4.	Componentes do argumento segundo Jiménez Aleixandre et al. (1998)...	43
4.	METODOLOGIA DE PESQUISA.....	46
4.1.	Sujeitos.....	47
4.2.	Produção dos casos e aplicação da proposta.....	48
4.3.	Métodos de coleta de dados.....	53
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	55
5.1.	Componentes do argumento identificados na apresentação oral sobre a resolução do Caso Praga do Coqueiro.....	57
5.2.	Resolução do Caso Praga do Coqueiro: uma análise global.....	62
5.3.	Componentes do argumento identificados na apresentação oral sobre a resolução do Caso das Próteses.....	64

5.4.	Resolução do Caso das Próteses: uma análise global.....	69
5.5.	Componentes do argumento identificados na apresentação oral sobre a resolução do Caso Ameaça nos Laranjais.....	70
5.6.	Resolução do Caso Ameaça nos Laranjais: uma análise global.....	76
5.7.	Componentes do argumento identificados na apresentação oral sobre a resolução do Caso Poluição em Rondônia.....	77
5.8.	Resolução do Caso Poluição em Rondônia: uma análise global.....	81
5.9.	Componentes do argumento identificados na apresentação oral sobre a resolução do Caso Doença de Granja.....	82
5.10.	Resolução do Caso Doença de Granja: uma análise global.....	86
5.11.	Componentes dos argumentos nos casos solucionados: uma análise comparativa.....	87
5.12.	Componentes dos argumentos identificados nas discussões que sucederam as apresentações orais dos grupos.....	93
5.13.	As percepções dos estudantes sobre a proposta de ensino aplicada.....	96
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	105
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	109
	ANEXO A.....	115
	ANEXO B.....	118
	ANEXO C.....	123
	ANEXO D.....	124
	ANEXO E.....	125
	ANEXO F.....	126
	ANEXO G.....	127
	ANEXO H.....	130
	ANEXO I.....	132
	ANEXO J.....	134

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

QUADRO 1.	Caso <i>Ameaça nos Laranjais</i> e identificação de elementos que estão de acordo com as recomendações de Herreid (1998) sobre como se elaborar um “bom caso”	34
QUADRO 2.	Questões elaboradas com base no Modelo Normativo de Tomada de Decisão proposto por Kortland (1996).....	38
QUADRO 3.	Detalhamento de alguns componentes do modelo de argumento de Toulmin apresentado por Jiménez Aleixandre et al. (1998).....	44
QUADRO 4.	Exemplo do modelo de argumentação de Toulmin (1998), ampliado e modificado por Jiménez Aleixandre et al. (1998), extraído do trabalho de Villani e Nascimento (2003).....	45
QUADRO 5.	Frequência do TAP em relação a cada um dos casos solucionados pelos alunos.....	95
FIGURA 1.	Modelo normativo do processo de tomada de decisão de Kortland (1996).....	36
FIGURA 2.	Exemplo do modelo de argumento de Toulmin (1958) extraído do trabalho de Lawson (2003).....	43
FIGURA 3.	Frequência do TAP nos argumentos produzidos pelos alunos na resolução dos cinco casos.....	89
FIGURA 4.	Frequência do TAP em relação a cada um dos casos solucionados pelos alunos.....	91
ESQUEMA 1.	Argumentos apresentados pelo grupo G1 para a resolução do Caso Praga do Coqueiro.....	58
ESQUEMA 2.	Argumentos apresentados pelo grupo G2 para a resolução do Caso Praga do Coqueiro.....	59
ESQUEMA 3.	Argumentos apresentados pelo grupo G3 para a resolução do Caso Praga do Coqueiro.....	62

ESQUEMA 4.	Argumentos apresentados pelo grupo G4 para a resolução do Caso das Próteses.....	65
ESQUEMA 5.	Argumentos apresentados pelo grupo G5 para a resolução do Caso das Próteses.....	67
ESQUEMA 6.	Argumentos apresentados pelo grupo G6 para a resolução do Caso das Próteses.....	68
ESQUEMA 7.	Argumentos apresentados pelo grupo G7 para a resolução do Caso Ameaça nos Laranjais.....	71
ESQUEMA 8.	Argumentos apresentados pelo grupo G8 para a resolução do Caso Ameaça nos Laranjais.....	73
ESQUEMA 9.	Argumentos apresentados pelo grupo G9 para a resolução do Caso Ameaça nos Laranjais.....	75
ESQUEMA 10.	Argumentos apresentados pelo grupo G10 para a resolução do Caso Poluição em Rondônia.....	78
ESQUEMA 11.	Argumentos apresentados pelo grupo G11 para a resolução do Caso Poluição em Rondônia.....	80
ESQUEMA 12.	Argumentos apresentados pelo grupo G13 para a resolução do Caso Doença de Granja.....	83
ESQUEMA 13.	Argumentos apresentados pelo grupo G14 para a resolução do Caso Doença de Granja.....	84
ESQUEMA 14.	Argumentos apresentados pelo grupo G15 para a resolução do Caso Doença de Granja.....	85

LISTA DE TABELAS

TABELA 1.	Síntese dos trabalhos relacionados às diversas subáreas da química e seus principais objetivos, apresentados nos periódicos <i>Journal of Chemical Education</i> , <i>The Chemical Educator</i> e <i>Chemistry Education Research and Practice</i> , no período compreendido entre janeiro de 1980 a setembro de 2005.....	8
TABELA 2.	Quantidade de trabalhos que utilizaram os diferentes formatos de ensino durante as atividades com Estudos de Casos, segundo o levantamento bibliográfico realizado nos periódicos <i>Journal of Chemical Education</i> , <i>The Chemical Educator</i> e <i>Chemistry Education Research and Practice</i> , no período compreendido entre janeiro de 1980 a setembro de 2005.....	12
TABELA 3.	Respostas dadas pelos estudantes ao questionário de avaliação da atividade realizada com Estudos de Casos. CT (Concordo Totalmente), CP (Concordo Parcialmente), I (Indeciso), DP (Discordo Parcialmente), DT (Discordo Totalmente).....	102

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

ABP - Aprendizagem Baseada em Problemas
CDCC - Centro de Divulgação Científica e Cultural
CEFET - Centro Federal de Educação Tecnológica
CENA - Centro de Energia Nuclear na Agricultura
ETECAP - Escola Técnica Estadual Conselheiro Antônio Prado
FAPESP - Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo
ETE/Getúlio Vargas - Escola Técnica Estadual Getúlio Vargas
FUNDECITRUS - Fundo de Defesa da Citricultura
JCE - Journal of Chemical Education
JCST - Journal of College Science Teaching
LIEC - Lecture y Enseñanza de las Ciencias
MSC - Morte Súbita dos Citros
SBPC - Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência
TAP - Toulmin's Argument Pattern
TIE - Técnica do Inseto Estéril
UFAL - Universidade Federal de Alagoas
UNAERP - Universidade de Ribeirão Preto
UNICAMP - Universidade de Campinas
USC - Universidade de Santiago de Compostela

RESUMO

Estudos têm demonstrado a importância da argumentação na Educação em Ciências, sendo que particular atenção tem sido dedicada à argumentação em torno de questões sócio-científicas. No entanto, as evidências indicam que a argumentação ocorre somente em situações nas quais as interações aluno-aluno são permitidas e encorajadas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial do método Estudo de Caso para promover a argumentação em salas de aulas de ciências.

O método Estudo de Caso é amplamente utilizado como ferramenta de ensino em cursos de administração, medicina e direito. No formato adotado neste estudo os alunos trabalharam em grupo e sozinhos, tanto em sala de aula, quanto em casa. Após terem recebido os casos, estudantes de graduação em química solucionaram uma série de questões que foram elaboradas com o intuito de guiá-los sobre questões relevantes relacionadas a questões ambientais, econômicas e da área de química. O processo culminou nas apresentações orais de cada um dos grupos sobre as possíveis soluções para os casos.

As apresentações dos grupos ajudaram os alunos no desenvolvimento de habilidades de comunicação oral. A qualidade dos argumentos por eles produzidos foi avaliada com base no Padrão de Argumento Proposto por Toulmin (TAP). O TAP trata da natureza de um argumento em termo de componentes como: conclusão, dado, garantia, backing e refutação.

As conclusões extraídas a partir da realização deste trabalho indicam a utilização de casos investigativos como um método capaz de promover a aperfeiçoar a habilidade de argumentação dos alunos.

ABSTRACT

Studies have demonstrated the importance of argumentation in science education, particularly in discussions on socio-scientific issues in classrooms. However, the evidence that exists suggests that argumentation is fostered by a context in which student-student interaction is permitted and encouraged. The purpose of this research was to evaluate the potential of the case study method to promote argumentation.

The case study method is an established teaching tool in business, medicine, and law. Our case study method involved in-class group work and individual efforts outside the classroom. After receiving each case, undergraduate chemistry students worked on a set of questions designed to guide them through key chemical, environmental and economic aspects of the case study. The process culminated with class presentations by student groups about possible solutions to the cases.

Group presentations to the class helped students develop oral communication skills. To assess the quality of students' argumentation, videotapes of group presentations were collected and analyzed using Toulmin's Argument Pattern (TAP). TAP illustrates the nature of an argument in terms of claims, data, warrants, backings, and rebuttals.

The findings of this work support the idea that the case study approach is an effective strategy for enhancing students' ability to argument.

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas houve uma crescente conscientização a respeito da necessidade do processo de ensino e de aprendizagem de ciências se tornarem mais eficientes. Pesquisadores voltados à investigação do assunto em pauta têm oferecido subsídios às discussões que visam apontar caminhos capazes de favorecer estes processos. Assim, atualmente, o incentivo à participação dos alunos em discussões sobre os temas a serem estudados em aula (JORGE e PUIG, 2000; SANTOS e MORTIMER, 2002) e a adoção de uma pedagogia que desenvolva habilidades de argumentação, trabalho em grupo e pensamento crítico são reconhecidos como essenciais para o aprimoramento destes processos por vários pesquisadores renomados da área de Educação em Ciências (KELLY, DRUKER e CHEN, 1998; DRIVER, NEWTON e OSBORNE, 2000; DORI, TAL e TSAUSHU, 2003.). Nesta perspectiva, o ensino de ciências tem como objetivo não apenas transmitir uma “representação esquemática idônea de um grande repertório de observações e dados experimentais”, conforme afirma Ziman (1985 apud GOUVÊA e LEAL, 2001, p.67-84), mas também preparar para a cidadania. Considerando que este é também o nosso entendimento sobre o objetivo do ensino de ciências, buscamos, através da aplicação de uma proposta de ensino baseada no método de Estudo de Caso, trazer para o ensino superior de química alguns dos elementos acima citados e analisar, em especial, o potencial desta proposta para o

ZIMAN, J. Enseñanza y aprendizaje sobre la ciencia y la sociedad. México: Fondo de Cultura Económica, 1985.

favorecimento da capacidade argumentativa dos alunos em discussões de aspectos sócio-científicos.

Apresentamos a seguir algumas características do método de Estudo de Caso e o papel que tem sido creditado à argumentação no ensino de ciências, de acordo com trabalhos recentes publicados na literatura.

1.1. Método de Estudo de Caso

O método de Estudo de Caso é uma variante do método Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), também conhecido como *Problem Based Learning (PBL)*. O ABP teve origem na Escola de Medicina da Universidade de McMaster, Ontário, há aproximadamente trinta anos (HERREID, 2003), e por muito tempo ficou restrito à formação de profissionais da área médica. Trata-se de uma metodologia desenvolvida com o intuito de possibilitar aos alunos o contato com problemas reais, antes de alcançarem os semestres finais do curso. O método logo se difundiu pelas faculdades de medicina de diversos países e depois por outros cursos de graduação e pós-graduação (ANDRADE e CAMPOS, 2005). Como muitas variantes do ABP, o Estudo de Caso é um método que oferece aos estudantes a oportunidade de direcionar sua própria aprendizagem, enquanto exploram a ciência envolvida em situações relativamente complexas. Enquanto o objetivo do modelo original do ABP é, principalmente, a aprendizagem do assunto científico, os casos são mais comumente usados para ensinar habilidades para tomada de decisão a profissionais.

Tão antigo quanto contar histórias, o uso de casos é a instrução pelo uso de narrativas sobre indivíduos enfrentando decisões ou dilemas. Na aplicação deste método os alunos são incentivados a se familiarizar com os personagens e circunstâncias mencionados em um caso de modo a compreender os fatos, valores e contextos nele presentes com o intuito de solucioná-lo. Cursos tais como medicina, direito, psicologia e administração têm utilizado

o método com o objetivo de despertar a atenção dos estudantes e aproximá-los da realidade prática de suas áreas. Neste contexto, o papel principal do professor consiste em ajudar os estudantes a trabalhar com os fatos e análise de um problema e a considerar, então, as possíveis soluções e consequências de suas ações (WATERMAN, 1998).

Embora não tão utilizados em cursos de ciências no ensino superior, principalmente se comparado aos cursos anteriormente mencionados, os casos têm se tornado freqüentes também nessa área (HERREID, 1997; CORNELLY, 1999). Segundo relatos presentes na literatura (HERREID, 1994), James B. Conant, docente do Departamento de Ciências Biológicas da Universidade de Harvard, foi o primeiro educador em ciências a organizar uma disciplina baseada em Estudos de Casos (CONANT, 1949). Desde então professores de química (BRETZ e MEINWALD, 2001/2002), física (PEASLEE, LANTZ e WALCZAK, 1998) e biologia (WATERMAN, 1998) vêm adotando o método.

No que diz respeito à popularização do método de Estudo de Caso no ensino de ciências, é importante mencionar a publicação do artigo intitulado “*Case studies in science – a novel method of science education*”, de autoria de Herreid (1994). Este veio a ser o primeiro de uma série de artigos publicados no *Journal of College Science Teaching (JCST)* sobre o uso de casos no ensino de ciências e deu origem à seção denominada “*The Case Study*”, que perdura até os dias atuais.

Nos artigos publicados na seção “*The Case Study*”, relacionados ao ensino de química, observamos que a resolução dos casos exige, principalmente, conhecimentos vinculados às disciplinas de química geral e bioquímica (CORNELLY, 1999; BRETZ e MEINWALD, 2001/2002). Porém, somente estes conhecimentos não são suficientes para tanto, fazendo-se necessário que a eles sejam acrescentados também conhecimentos adquiridos em outras disciplinas. Podem ser citados como exemplo destes Estudos de Casos, os trabalhos de Cornely (1999) e de Karukstis (2003).

O trabalho de Cornely (1999), intitulado “*Journal articles as case studies - The New England Journal of Medicine on lactose intolerance*”, trata do uso do método de Estudo de Caso em uma disciplina introdutória de bioquímica: os estudantes recebem um artigo científico publicado no periódico *The New England Journal of Medicine* e uma série de questões relacionadas ao assunto nele apresentado, que devem ser discutidas em grupo. O professor atua como um mediador durante a discussão. Tendo em vista o caráter próprio do artigo científico que reporta resultados originais de pesquisa, na resolução deste tipo de caso os estudantes praticam suas habilidades analíticas ao interpretar gráficos e tabelas e ao criticarem o planejamento de experimentos.

No trabalho de Karukstis (2003), intitulado “*Using case studies to introduce environmental and economic considerations*”, o método de Estudo de Caso é empregado em disciplina de química geral, com intuito de: melhorar a compreensão dos estudantes sobre as relações existentes entre a ciência, a tecnologia e a sociedade; colocar os estudantes em uma posição central no processo educacional; desenvolver habilidades de pensamento crítico de ordem superior, que incluem a identificação de questões chaves e de informações relevantes para a resolução dos casos; melhorar as habilidades de comunicação dos estudantes e favorecer a troca de conhecimentos entre eles. Para atingir tais propósitos, as atividades realizadas tendo por base o método de Estudo de Caso englobam: aula expositiva, trabalhos em pequenos grupos, atividades individuais e discussões em sala de aula.

Se tomarmos como referência o esquema de classificação proposto por Herreid (1998), em artigo publicado no *JCST*, sobre as diversas maneiras de se ensinar via Estudos de Casos, podemos afirmar que todas elas foram adotadas na disciplina de química geral, descrita por Karukstis (2003), uma vez que o esquema apresenta quatro diferentes maneiras de se ensinar via Estudos de Casos, descritas a seguir:

- **Formato de tarefa individual:** neste formato o caso tem o caráter de uma tarefa que o aluno deve solucionar, que implica na elaboração posterior de uma explicação histórica dos eventos que conduziram à sua resolução;

- **Formato de aula expositiva:** neste formato o caso tem a característica de uma história (caso) contada pelo professor aos seus alunos, de uma maneira muito elaborada e com objetivos específicos. Este formato foi utilizado por James Conant nas suas aulas de História da Química em Harvard, com o objetivo de apresentar aos estudantes a maneira como o conhecimento científico é construído (ênfase no lado humano da ciência). Esta experiência foi relatada no livro *The Growth of the Experimental Science: An Experimental in General Education* (CONANT, 1949). A associação de diálogos e debates pode também ocorrer neste formato de ensino;

- **Formato de discussão:** neste formato o caso é apresentado pelo professor como um dilema. Os alunos são questionados a respeito das suas perspectivas (sugestões) com relação à resolução do mesmo. Usualmente adotado nos cursos de administração e direito;

- **Formato de atividades em pequenos grupos:** neste formato os casos são histórias que devem ser solucionadas e dizem respeito ao contexto social e/ou profissional em que os alunos estão imersos. Uma característica essencial é que os casos são analisados por grupos pequenos de estudantes que trabalham em colaboração. Os estudantes lêem parte do caso em voz alta, a seguir discutem os elementos apresentados até esse ponto no caso, listam o que já sabem e elaboram uma agenda de aprendizagem, ou seja, um conjunto de assuntos que eles concordam em pesquisar individualmente antes do encontro seguinte. Este processo se repete até a resolução do caso. O professor, neste contexto, desempenha um papel de facilitador durante as discussões, em vez de um papel didático e diretivo.

Para um melhor conhecimento a respeito das iniciativas sobre a utilização do método de Estudo de Caso no ensino superior de química, realizamos um levantamento bibliográfico sobre o tema nos seguintes periódicos: *Journal of Chemical Education (JCE)*, *The Chemical Educator*, *Chemistry Education Research and Practice* (antigo *University Chemistry Education*), no período compreendido entre janeiro de 1980 a setembro de 2005. No levantamento realizado no *JCE*, foram localizados dezesseis trabalhos que tratam do tema. Verificamos que em 1998 foi lançada a seção “*Teaching With Problems and Case Studies*”, com a publicação do artigo intitulado “*Low-Level radioactive waste disposal: an exercise in dealing with pollution*” (KROW, G. e KROW, J., 1998). Os editores da revista justificaram a criação desta seção alegando a existência, pelo menos até aquele momento, de poucos casos elaborados especificamente para a área de química, adequados para utilização no ensino desta disciplina. Vale ressaltar, no entanto, que esta seção não se encontra presente em todos os números da revista: no ano de 2003, por exemplo, nenhum artigo foi nela publicado. Nos periódicos intitulados *The Chemical Educator* e *Chemistry Education Research and Practice* foram localizados, em cada um deles, quatro artigos relacionados ao método de Estudo de Caso.

Na seção “*Teaching With Problems and Case Studies*” do *JCE* são apresentados casos cujas resoluções exigem o conhecimento de princípios de química e de áreas correlatas. São fornecidas aos estudantes situações que, via de regra, eles estão aptos a enfrentar, tanto no que diz respeito ao conhecimento do conteúdo científico, quanto no que diz respeito ao conhecimento sobre questões éticas, sociais e econômicas envolvidas no caso. São variadas as propostas de ensino apresentadas na seção, no que diz respeito às maneiras de ensino via Estudos de Caso. No entanto, todas elas encontram-se contempladas no esquema de classificação de Herreid (1998).

O levantamento bibliográfico indicou a existência de um total de vinte e quatro artigos que tratam da aplicação do método de Estudo de Caso no ensino de química, que estão citados no Anexo A desta dissertação. Em relação ao *JCE*, apenas sete encontram-se na seção “*Teaching With Problems and Case Studies*”, o que não é surpreendente, uma vez que o levantamento foi realizado desde 1980, antes da sua criação. Os demais artigos foram publicados nas seguintes seções: *Secondary school chemistry*, *Articles of general interest*, *In the classroom*, *Concepts in biochemistry*, *Chemistry everyday for everyone* e *Curricular change digests*.

A análise do conjunto de artigos presentes nestes três periódicos nos permitiu: verificar as subáreas da química em que o método de Estudo de Caso foi empregado, assim como os objetivos buscados com a sua aplicação; estabelecer relações entre as propostas de ensino relatadas nos artigos e as maneiras de ensinar via Estudos de Casos (HERREID, 1998); conhecer impressões de alunos e de professores, apresentadas nos artigos, sobre o método de Estudo de Caso.

A Tabela 1 apresenta o número de trabalhos encontrados nesses periódicos e as temáticas principais neles abordadas, assim como os seus principais objetivos. É importante ressaltar que, dos vinte e quatro trabalhos localizados, alguns deles se relacionam a duas subáreas da química, simultaneamente. Também, alguns desses trabalhos apresentam dois ou mais objetivos principais, como pode ser observado na Tabela 1. Esta é a razão pela qual o total de trabalhos apresentados e o número de objetivos na Tabela 1 ultrapassa o número total de vinte e quatro trabalhos. Abaixo de cada subárea da química está citada a quantidade de trabalhos localizados que a elas se relacionam. Os números distribuídos na Tabela 1 indicam a quantidade de trabalhos que apresentaram um determinado objetivo em uma mesma subárea. Cabe esclarecer que as subáreas da química estão identificadas na Tabela 1 por abreviações: **BIOQ** (bioquímica), **FISQUI** (físico-química), **QAMB** (química ambiental), **QANAL**

(química analítica), **QG** (química geral), **QAI** (química aplicada à indústria), **QO** (química orgânica) e **QI** (química inorgânica).

Tabela 1 – Síntese dos trabalhos relacionados às diversas subáreas da química e seus principais objetivos, apresentados nos periódicos *Journal of Chemical Education*, *The Chemical Educator* e *Chemistry Education Research and Practice*, no período compreendido entre janeiro de 1980 a setembro de 2005.

Subáreas (Nº de trabalhos)	BIOQ (4)	FÍS QUI (5)	Q AMB (5)	Q ANAL (4)	QG (6)	QAI (3)	QI (0)	QO (3)
Objetivos								
Introduzir conteúdos específicos	3	4	3	3	5	3	-	2
Estimular a capacidade de tomada de decisão	-	-	4	-	1	1	-	-
Demonstrar a aplicação de conceitos químicos na prática	-	-	-	1	-	1	-	-
Desenvolver a habilidade em resolver problemas	2	3	-	2	1	-	-	1
Desenvolver a habilidade de comunicação oral e escrita	-	2	1	1	1	1	-	-
Desenvolver a habilidade de trabalho em grupo	-	1	1	1	-	1	-	-
Desenvolver o pensamento crítico	1	1	3	1	2	1	-	1

A partir dos dados apresentados na Tabela 1, verificamos um maior número de trabalhos relacionados à química geral (6), sendo que cinco dos seis trabalhos localizados, tinham como principal objetivo, favorecer a compreensão de conceitos introdutórios de química geral aos alunos (JONES, 1997; LANTZ et al., 1999; HUTCHINSON, 2000; DEWPRASHAD et al., 2004). Assim, embora outros objetivos também tenham sido citados nestes trabalhos (estímulo à capacidade de tomada de decisão dos alunos, desenvolvimento da habilidade em resolver problemas, de comunicação oral e escrita e de trabalho em grupo), os

números sugerem uma preocupação existente entre os professores em utilizar o método de Estudo de Caso para introduzir princípios de química aos estudantes.

Trabalhos relacionados à química ambiental e à físico-química também foram encontrados em número significativo (5). No que diz respeito à química ambiental, a quantidade considerável de trabalhos localizados, em relação a outras subáreas, pode estar relacionada ao fato de que, nesta área específica, são abundantes as possibilidades de abordagem de problemas do chamado “mundo real” dos estudantes, o que torna possível a discussão dos aspectos sociais, ambientais, econômicos ou éticos envolvidos no problema. Desta forma, não é surpreendente que o objetivo mais apontado nos trabalhos que envolvem essa temática, tenha sido o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão dos alunos sobre questões ambientais (CHENG, 1995; BELT e PHIPPS, 1998; KROW, G. e KROW, J., 1998; DUNNIVANT et al., 2000).

Acreditamos que a quantidade significativa de artigos que tratam de tópicos de físico-química (LANTZ e WALCZAK, 1996; AL-KHLAIFAT, A. e ALRIFAI, 2002; BELT et al., 2005) pode estar relacionada à existência de uma preocupação, por parte de professores desta disciplina, em utilizar estratégias que minimizem às grandes dificuldades que os alunos têm em compreendê-la. Tais dificuldades, segundo Belt et al. (2005) se devem, muitas vezes, às poucas habilidades dos alunos com relação à matemática, pré-requisito para compreensão da físico-química. Vale ressaltar que dois dos artigos relacionados a essa subárea e intitulados “*A novel spiral approach to introductory chemistry using case studies of chemistry in the real world*” (BRINK et al., 1995) e “*Case studies as a basis for discussion method teaching in introductory chemistry courses*” (CHALLEN e BRAZDIL, 1996) relacionam assuntos das áreas de química geral (estrutura atômica, tabela periódica, íons, fórmulas moleculares etc.) e físico-química (gases, cinética, forças intermoleculares etc.), simultaneamente. Estes trabalhos

tiveram como principal objetivo favorecer a compreensão dos alunos a respeito de tópicos concernentes a estas áreas.

No que diz respeito à química analítica e bioquímica foram localizados quatro trabalhos relacionados a cada uma destas subáreas da química. Dos quatro artigos que abordavam tópicos de química analítica (CILIBERTO et al., 1998; BELT et al., 2002), dois deles, também abordavam questões relacionadas a outras áreas de conhecimento da química, que são os trabalhos intitulados *“Well Wishes. A case on septic systems and well water requiring in-depth analysis and including optional laboratory experiments”* (WALCZAK e LANTZ, 2004) e *“Cases of two chemical criminals: Drug-induced hypertension and respiratory paralysis”* (LABIANCA, 1994). O primeiro refere-se a tópicos relacionados à química analítica e à química ambiental e visa, além da compreensão de princípios e técnicas analíticas, o desenvolvimento de habilidades em resolver problemas e pensamento crítico dos alunos em relação ao impacto ambiental provocado pela ação do homem, e suas possíveis conseqüências. No segundo, são abordados tópicos relacionados à química analítica e bioquímica. São descritos casos clínicos, que exigem considerações de aspectos bioquímicos e de técnicas analíticas para suas resoluções. Com exceção do desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão, podemos observar na Tabela 1, que todos os outros objetivos foram citados em trabalhos relacionados à química analítica.

Em relação aos trabalhos com abordagem em tópicos de bioquímica (LABIANCA, 1994; RINGAN e GRAYSON, 1994; CORNELLY, 1998; BENNETT e CORNELLY, 2001), dois destes tratam de conteúdos de bioquímica e química orgânica, simultaneamente. O primeiro, intitulado *“Thalidomide makes a comeback: a case discussion exercise that integrates biochemistry and organic chemistry”*, como o próprio título sugere, associa as áreas de bioquímica e química orgânica e tem como principais propósitos, além da aprendizagem de conteúdos científicos, estimular o pensamento crítico dos estudantes através

da análise de riscos e benefícios envolvidos na distribuição do medicamento “talidomida” (BENNETT e CORNELLY, 2001). O segundo, intitulado “*Molecular modeling in the undergraduate chemistry curriculum: the use of beta-lactams as a case study*”, associa as duas áreas, ao introduzir conceitos de modelagem molecular e química computacional (RINGAN e GRAYSON, 1994). Identificamos a presença dos seguintes objetivos nos trabalhos relacionados à bioquímica: introduzir conteúdos específicos da área, desenvolver a habilidade em resolver problemas e pensamento crítico.

Trabalhos relacionados à química aplicada à indústria e à química orgânica foram localizados na mesma proporção (3). Em relação à química aplicada à indústria, os três trabalhos localizados tinham como um dos objetivos principais a aprendizagem dos estudantes sobre processos industriais (NAE e HOFSTEIN, 1985; DOHERTY, 1994; DUPREY, SELL e LOWE, 2003). Porém, nesta subárea da química, outros objetivos também foram apontados nos trabalhos analisados: tomada de decisão, demonstração da aplicação de conceitos químicos na prática, desenvolvimento de habilidades de comunicação oral e escrita, trabalho em grupo e pensamento crítico.

No que diz respeito aos trabalhos que abordavam tópicos de química orgânica (RINGAN e GRAYSON, 1994; BENNETT e CORNELLY, 2001; HODGES e HARVEY, 2003), os únicos objetivos apontados foram: aprendizagem de conteúdo, desenvolvimento de habilidades em resolver problemas e pensamento crítico. Não foi localizado nenhum trabalho relacionado à área de química inorgânica.

No conjunto de artigos analisados também são descritas as formas como professores de química empregaram o método de Estudo de Caso em suas aulas e, em alguns deles, a avaliação desta metodologia é realizada pelos alunos ou pelos professores. De uma maneira geral, podemos afirmar que os formatos utilizados estão entre aqueles citados por Herreid (1998), em seu trabalho de revisão que trata das possíveis maneiras de ensinar via

utilização de casos. A Tabela 2 mostra a quantidade de trabalhos em que os diferentes formatos foram utilizados, sendo importante considerar que em alguns artigos são citados mais de um formato para a realização das atividades, e que em outros, estes formatos não são especificados. Por esta razão o total de trabalhos apresentados na Tabela 2 ultrapassa o número de vinte e quatro trabalhos.

Tabela 2 - Quantidade de trabalhos que utilizaram os diferentes formatos de ensino durante as atividades com Estudos de Casos, segundo o levantamento bibliográfico realizado nos periódicos *Journal of Chemical Education*, *The Chemical Educator* e *Chemistry Education Research and Practice*, no período compreendido entre janeiro de 1980 a setembro de 2005.

Formatos de ensino classificados por Herreid (1998)	Quantidade de trabalhos
Aula expositiva	4
Discussão	15
Pequenos grupos	15
Tarefa individual	9
Não especifica formato	2

Como podemos observar na Tabela 2, o formato de discussão e o formato de pequenos grupos foram os mais utilizados nas atividades com Estudos de Casos. No que diz respeito à discussão, verificamos que este formato é frequentemente associado aos outros formatos de ensino. Os trabalhos de Dewprashad et al.(2004) e Krow G. e Krow J. (1998) podem ser citados como exemplo da aplicação do formato de discussão aliado aos outros formatos apresentados por Herreid (1998). No primeiro, tanto o formato de discussão, quanto o de atividades em pequenos grupos, são empregados durante a atividade. O trabalho consistiu no uso de casos clínicos com resultados de exames laboratoriais, que tinha como objetivo a aprendizagem dos alunos a respeito dos princípios químicos envolvidos no diagnóstico médico e nas opções de tratamento para o paciente. Estes casos foram elaborados de forma compreensível para pessoas que não fossem da área de medicina. Nesta atividade, os

estudantes foram divididos em grupos e posteriormente iniciou-se uma discussão sobre o caso clínico com o intuito de fornecer soluções para o paciente. No segundo trabalho, a atividade proposta teve duração de quatro semanas e dizia respeito a problemas relacionados à qualidade ambiental. A sala de aula, composta de vinte e cinco alunos, foi dividida em cinco grupos constituídos de cinco alunos. Depois que o problema foi introduzido se iniciou uma discussão sobre o assunto e durante duas semanas o professor apresentou os conceitos químicos básicos relacionados à radiação. Os grupos ficaram livres para desenvolver estratégias para responder suas questões. No entanto, individualmente, os alunos se responsabilizaram pelo material necessário e pela investigação de novos termos e respostas para questões que requeriam análise, aplicação ou síntese de informações. Com base nesta descrição, podemos observar que todos os formatos propostos por Herreid (1998) foram aplicados para a realização da atividade proposta por Krow G. e Krow J. (1998).

Em relação ao formato de atividades em pequenos grupos, este também foi encontrado em número significativo. Podemos citar como exemplo os trabalhos de Cheng (1995) em disciplina de química ambiental e de Conerly (1998) em disciplina de bioquímica. No primeiro, foram elaborados casos que tratavam de graves problemas de poluição em Hong Kong, tais como a quantidade e tipos de poluentes produzidos por uma indústria e seu impacto ambiental. A atividade teve como objetivo proporcionar aos estudantes a oportunidade de aprender sobre métodos disponíveis para sanar tal situação, a partir de uma análise, realizada pelos grupos, sobre as vantagens e desvantagens por eles oferecidas. No segundo, a sala de aula foi dividida em grupos de três a cinco estudantes. Para cada grupo foi atribuído, aleatoriamente, um caso diferente. Estes casos descreviam os sintomas de um paciente que padecia de uma doença metabólica, relacionada à não eficiência de uma determinada enzima, e os resultados de alguns exames aos quais ele havia sido submetido. A

descrição do caso era seguida por uma série de questões que visavam favorecer o entendimento do aluno sobre as reações químicas que ocorrem nas células.

Foram localizados nove artigos que utilizaram a tarefa individual como formato de ensino. Como exemplo, podemos citar o trabalho de Ringan e Grayson (1994), em que exercícios individuais foram aplicados com o objetivo de introduzir conceitos de modelagem molecular e química computacional aos estudantes. Ou seja, a atividade objetivava oferecer aos estudantes oportunidade de utilizar seus conhecimentos sobre modelagem molecular para examinar problemas específicos de uma área apropriada da química orgânica e bioquímica. Isso permitiria ao estudante a investigação sobre conceitos tais como quiralidade e análise conformacional, tópicos previamente discutidos em uma abordagem mais teórica.

Com relação ao formato de aula expositiva, apenas quatro trabalhos foram localizados. Todos estes associavam a tradicional aula expositiva a outros formatos de ensino. Tal fato pode estar relacionado às insistentes recomendações de especialistas da área de Educação em Ciência, sobre a introdução de novas estratégias de ensino capazes de atrair o interesse dos estudantes. Neste contexto, Hodges e Harvey (2003) tratam de lembrar que a aula expositiva, de forma isolada, pode ser um útil veículo para transmissão de informações, mas não engaja os estudantes no processo de integração de idéias e conceitos. Estes autores desenvolveram o trabalho intitulado *“Using collaborative cases in organic chemistry”*, que descreve o uso do método de Estudo de Caso como parte de uma abordagem de aprendizagem colaborativa para o ensino de química orgânica. A atividade é realizada da seguinte forma: durante a aula os alunos discutiam suas respostas para o problema proposto, dentro de seus pequenos grupos, e depois a discussão se estendia à classe inteira. As aulas expositivas, usualmente não ultrapassavam quinze minutos, e eram usadas para esclarecer conceitos e idéias equivocadas.

Dois dos artigos analisados não especificavam nenhum tipo de formato de ensino. Como exemplo, podemos citar o trabalho de Ciliberto et al. (1998) intitulado “*A scientific approach to cultural heritage preservation: a case study of vandalistic acts on important roman mosaics*”, que mostra a importância e o papel dos métodos analíticos na resolução de questões relacionadas à restauração de objetos históricos, no caso sobre um importante mosaico romano depredado por vândalos desconhecidos. Este trabalho teve como principal objetivo mostrar o importante papel de técnicas analíticas na resolução de questões relevantes sobre restaurações de objetos pertencentes ao patrimônio histórico. No entanto, não apresenta nenhum formato de ensino, sendo o caso descrito e solucionado pelos próprios autores.

No que diz respeito à avaliação realizada nestes trabalhos, pelos alunos e professores, sobre a aplicação de Estudos de Casos no ensino de química, observamos que dos vinte e quatro artigos localizados, cinco deles apresentam somente as opiniões dos estudantes a respeito da atividade, dez mostram somente as impressões dos professores, cinco apresentam as impressões tanto dos professores como dos alunos, e quatro não apresentam avaliação. Alguns exemplos de trabalhos nos quais esta avaliação é feita, são descritos a seguir:

No trabalho de Cornely (1998), os alunos envolvidos no estudo responderam a uma série de trinta questões concernentes ao curso. Dentre elas, estava a pergunta: “O Estudo de Caso foi um valioso exercício?” Dos 51 estudantes avaliados, 45% concordaram fortemente, 31% concordaram, 18% mantiveram-se neutros e 6% discordaram. Com estes resultados verifica-se que uma parcela significativa de alunos apresentou concordância (76%) em relação à eficiência do método de Estudo de Caso na sua aprendizagem, sendo possível verificar a boa receptividade da proposta junto aos mesmos. Comentários feitos por estes estudantes também revelaram suas impressões sobre a atividade. Um deles, relacionado ao

trabalho em grupo, é descrito a seguir e revela a satisfação do aluno com a atividade proposta e o reconhecimento da sua aprendizagem ao realizar este tipo de atividade.

“Eu realmente gostei do final do Estudo de Caso. Isso não havia acontecido até eu discutir com meu grupo. Nós todos estávamos contribuindo igualmente e aí eu percebi o quanto eu havia realmente aprendido”.

Para avaliar a atividade com Estudos de Casos, Walczak e Lantz (2004) solicitaram aos alunos que respondessem a seguinte questão: qual conceito relacionado a este caso você provavelmente será capaz de recordar depois deste período (por exemplo, depois do semestre)? Se algum, qual a relevância que ele tem para você? O artigo apresenta algumas das respostas dos estudantes e uma delas é citada a seguir:

“Depois de trabalhar com este caso, eu aprendi alguns dos efeitos sobre a saúde relacionados a elevados níveis de nitrato na água potável (...). Além disso, eu pessoalmente nunca considere os aspectos negativos do uso de fertilizantes químicos sobre os gramados. Esse caso mostra que as pessoas devem ser atentas sobre o que elas colocam em seu solo, já que isto pode contaminar sua própria água potável”.

Bennett e Cornely (2001), ao perguntarem aos alunos como a atividade com casos os ajudou a compreender como a química orgânica e a bioquímica poderiam ser aplicadas em problemas reais, 20% responderam que os casos funcionaram muito bem, 67% acharam que funcionaram bem, e 12% acharam que o caso foi adequado. Quando perguntaram como o caso os ajudou a compreender as questões sociais acerca da distribuição da droga, 48% responderam que o caso funcionou muito bem, 48% que funcionou bem, e 4% que foi adequado. Segundo os autores, não foram conduzidas pesquisas formais, mas discussões ocorridas após o exercício com o Estudo de Caso indicaram que os estudantes estavam bastante interessados na atividade.

Quanto às impressões dos professores a respeito das atividades com Estudos de Casos, além do entendimento dos alunos sobre conceitos embutidos nos conteúdos ministrados nas disciplinas, alguns autores mencionaram diversos tipos de habilidades por eles adquiridas. Al-Khlaifat e AlRifai (2002), afirmam que o Estudo de Caso contribuiu significativamente para melhorar o repertório de habilidades dos estudantes, que incluem: identificar os objetivos desejados a serem atingidos a partir de um Estudo de Caso particular, identificar os dados e detalhes necessários para direcionar um problema, melhorar as habilidades em resolver problemas, desenvolver habilidades de trabalho em grupo e de comunicação oral etc. Cornely (1998), comenta que os estudantes estão acostumados a trabalhar independentemente em suas atividades e o exercício com Estudo de Caso forneceu a oportunidade de trabalharem colaborativamente com os colegas. Pois, para resolver o caso com sucesso os alunos tiveram que se engajar ativamente na busca de soluções para o problema. Conclui ainda que o uso de Estudos de Casos em um curso de bioquímica encoraja os estudantes a participar ativamente da aprendizagem, ao invés de atuarem como passivos receptores de informações.

De um modo geral, as impressões coletadas pelos professores sobre as atividades com casos apontam-nas, via de regra, como satisfatórias e prazerosas. Como exemplo podemos citar os trabalhos de Dewprashad et al. (2004) e Duprey, Sell e Lowe (2003). No primeiro, que descreve a aplicação de casos clínicos para ensinar química geral aos estudantes, os autores afirmam que quase todos os estudantes mostraram entusiasmo e elevado nível de participação durante a atividade com Estudo de Caso. No segundo, que está relacionado a uma atividade com um grupo de estudantes sobre a química das fragrâncias, os autores observaram que os grupos mostraram grande entusiasmo e iniciativa, particularmente quando combinavam e promoviam a comercialização de sua fragrância. Afirmam ainda que o nível de participação dos estudantes foi bastante satisfatório, uma vez que tópicos desta

natureza aumentam a motivação dos estudantes, quando estes percebem a relevância do assunto para o chamado “mundo real”.

Em contrapartida, Cheng (1995), no tópico denominado “*precaução e avaliação*” de seu trabalho, que trata do uso de Estudos de Casos para abordar questões ambientais, afirma que o cuidado é particularmente essencial para a efetiva implementação de metodologias de ensino menos convencionais para estudantes passivos e imaturos. Uma vez que, tais alunos mostram-se resistentes a novos formatos de ensino e apresentam dificuldades em formular suas opiniões.

1.2. Argumentação e Ensino de Ciências

As novas orientações das pesquisas em educação têm mostrado a importante contribuição das investigações que privilegiam a análise da dimensão discursiva dos processos de ensino-aprendizagem de ciências em situações reais de sala de aula. Tais estudos destacam o papel da linguagem como elemento fundamental para a aquisição do conhecimento científico escolar (VILLANI e NASCIMENTO, 2003). Neste sentido, Jiménez Aleixandre e Bustamante (2003) assinalam que, nas aulas de ciências e no ensino em geral, a expressão oral é decisiva, entre outras razões, porque a instrução procede, geralmente, por meio da linguagem oral e porque a aprendizagem se demonstra, geralmente, por meio da mesma.

Para aprender ciência é necessário aprender a falar, escrever e ler ciência de maneira significativa. Isso implica também em aprender a reconhecer as diversas maneiras de se expressar um mesmo significado, as diferenças entre a linguagem cotidiana e a linguagem científica e as principais características de cada tipo de discurso (JORGE e PUIG, 2000). Nesta perspectiva, vários pesquisadores da área de Educação em Ciências, apontam para a necessidade da organização de aulas em que os estudantes tenham oportunidade de praticar o

raciocínio e a argumentação (CAJÉN, CASTIÑEIRAS e FERNANDEZ, 2002). Em contrapartida, é difícil conceber a ocorrência de argumentação sobre questões relacionadas à ciência onde existam poucas interações entre os alunos e onde sejam escassas as oportunidades para resolução de problemas de interesse dos mesmos. Por esta razão, se faz necessário à criação de ambientes de aprendizagem que ofereçam oportunidades de resolução de problemas autênticos pelos alunos em tarefas que sejam relevantes para sua vida (JIMÉNEZ ALEIXANDRE, 1998; JIMÉNEZ ALEIXANDRE e BUSTAMANTE, 2003). De acordo com Castro e Jiménez Aleixandre (2000), um cenário adequado para resolução de problemas autênticos é o pequeno grupo. Estes contextos são adequados para socialização dos estudantes, para ajudá-los a tomar consciência do ponto de vista dos demais, a aprender a negociar e até renunciar a satisfação de seus interesses em benefício de um objetivo coletivo. Segundo Kelly, Druken e Chen (1998), o pequeno grupo proporciona oportunidades para que os alunos construam, socialmente, os significados e desenvolvam uma compreensão conceitual mais rica.

O grupo LIEC (*Lecture y Enseñanza de las Ciencias*) da Universidade Autônoma de Barcelona define a argumentação como uma atividade social, intelectual e verbal, utilizada para justificar ou refutar uma opinião e que consiste em fazer declarações, levando em consideração o receptor e a finalidade com a qual se emitem. Para argumentar é necessário escolher entre diferentes opções ou explicações e raciocinar sobre os critérios que permitam avaliar como mais adequada a opção escolhida (SANMARTÍ, 2003).

De acordo com Villani e Nascimento (2003) a argumentação é constituída de um conjunto específico de um ou mais posicionamentos dirigidos para obter a aprovação de um ponto de vista particular por um ou mais interlocutores. Estes posicionamentos podem ser expressos em um ou vários enunciados e comunicados e interpretados como argumentos. Um enunciado isolado não pode constituir um argumento *a priori*. Somente quando inserido em

um discurso, e submetido a um determinado contexto é que este enunciado pode ser analisado e interpretado como um argumento.

Jiménez Aleixandre e Bustamante (2003) definem a argumentação como a capacidade de relacionar dados e conclusões, de avaliar enunciados teóricos a luz de dados empíricos ou procedentes de outras fontes. Afirmam ainda que o raciocínio científico argumentativo é relevante para o ensino de ciências, uma vez que, um dos objetivos da investigação científica é a geração de enunciados e ações destinados à compreensão da natureza, razão pela qual o ensino de ciências deveria oferecer ao estudante a oportunidade de desenvolver, entre outras coisas, a capacidade de raciocinar e argumentar.

Chion et al., (2005) entendem a argumentação científica como um procedimento, equiparável às destrezas e habilidades práticas e às capacidades cognitivas e comunicativas necessárias para produzir, avaliar e aplicar ciência. Consideram que se trata de um procedimento de natureza cognitivo-lingüística (SANMARTI, 2003), pois se apoia em habilidades cognitivas de alta complexidade, e, ao mesmo tempo, é veiculada por meio da linguagem oral e escrita.

Os principais objetivos almejados com o ensino-aprendizagem da argumentação, de acordo com Driver e Newton (2000), são os seguintes: em primeiro lugar, ajudar a desenvolver a compreensão dos conceitos científicos. No quadro da ciência escolar é muito importante a discussão de critérios para avaliar as teorias científicas, ou seja, falar na sala de aula sobre as relações existentes entre as hipóteses, fenômenos, experimentos, modelos teóricos e a evolução das teorias (JIMÉNEZ ALEIXANDRE, 1998). Em segundo lugar, a argumentação pode oferecer uma visão que entenda melhor a própria racionalidade da ciência, analisando seu processo de construção. Além do mais, em uma sociedade democrática é necessário formar um alunado crítico e capaz de optar entre os diferentes argumentos que lhe são apresentados, de maneira que, como cidadãos possam tomar decisões em sua vida,

especialmente no que diz respeito a questões de caráter sócio-científico (SANTOS, MORTIMER e SCOTT, 2001).

Na perspectiva de autores como Kuhn (1993), o ensino de ciências tem como objetivos, não apenas favorecer a aprendizagem de conteúdos científicos, mas também estimular nos estudantes a capacidade de raciocinar a respeito de questões e problemas científicos. De acordo com Duschl (1998), enfatizar fundamentalmente os conceitos é uma perspectiva equivocada para a criação de ambientes de aprendizagem de ciências. Em seu lugar, a ênfase fundamental deveria estar sobre o desenvolvimento de instrumentos, critérios, modelos e regras que os estudantes pudessem usar para investigar, avaliar e especialmente valorizar os enunciados científicos. Peter Fenshan (1988), em sintonia com as idéias de Kuhn (1993) e Duschl (1998), acredita que a ênfase quase exclusiva nos objetivos conceituais tem desvalorizado o contexto cultural e social do ensino de ciências.

Nos últimos anos, diversos autores têm elaborado, a partir de diferentes pontos de vista, modelos sobre os elementos que constituem a argumentação e as interrelações que devem existir, necessariamente, entre estes elementos para que sejam válidos. A principal contribuição para a evolução neste campo foi o trabalho desenvolvido por Toulmin (1958), que consiste em uma representação genérica do discurso científico, desde os dados até a conclusão. A utilização do esquema de argumento de Toulmin (TAP: *Toulmin's Argument Pattern*) como instrumento para compreender ações em salas de aula de ciências não é recente. Russel (1981) o empregou para analisar as explicações de professores e as representações da ciência durante o ensino. Concentrava sua atenção em compreender a natureza da autoridade (racional em contraposição a irracional) destinada aos enunciados científicos. Bustamante e Jiménez Aleixandre (1997) e Jiménez Aleixandre, Rodríguez e Duschl (2000) utilizaram o TAP para estudar o discurso dos estudantes durante suas investigações em laboratórios ou resolução de problemas. Carlsen (1997) tem utilizado o TAP

para analisar seu próprio discurso de aula quando ensina ciências aos seus alunos. Em sua investigação, o autor analisa o efeito do conhecimento do professor acerca da disciplina, sobre o discurso de aula. Eichinger et al. (1991 apud Duschl, 1998, p.3-20) usaram este esquema para analisar as conversas dos estudantes durante atividades de investigação. Neste caso, se entregava aos estudantes um esquema de argumento em branco e era pedido que eles o completasse com informações relevantes (dados, justificativas, conhecimento básico, refutações, conclusões) sobre a investigação que estavam realizando.

O esquema de argumento de Toulmin (1958), adaptado à prática escolar, permite a reflexão com os alunos 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 (JORGE e PUIG, 2000). No entanto, Driver e Newton (1997) apontaram algumas limitações do modelo de Toulmin (1958) que devem ser consideradas para a análise da argumentação de alunos em situações de ensino. Segundo estes autores, o modelo não conduz a julgamentos sobre a verdade ou sobre a adequação do argumento. Desta forma, é necessário incorporar o conhecimento específico do assunto à análise. Além disso, o esquema apresenta a argumentação de forma descontextualizada. Portanto, o esquema é útil para se verificar a estrutura do argumento, mas não a sua validade.

Deste modo, a análise da argumentação dos alunos tem sido realizada sob diferentes enfoques pelos pesquisadores da área de ensino de ciências. São encontrados estudos em que ela é feita somente do ponto de vista estrutural, via de regra, fazendo uso do modelo de Toulmin (1958). Outros a realizam tanto do ponto de vista estrutural quanto do ponto de vista das interações estabelecidas na discussão geral, existindo ainda formas distintas

EICHINGER, D. C.; ANDERSON, C. W. PALINCSAR, A. S.; DAVID, Y. M. An illustration of the roles of content knowledge, scientific argument, and social norms in collaborative problem solving. In: Meeting of the American Educational Research Association, 1991, Chicago.

para a sua realização. O artigo intitulado *“Tapping into argumentation: developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse”* (ERDURAN, SIMON e OSBORNE, 2004) é um exemplo da aplicação do esquema de Toulmin para análise da argumentação no ensino de ciências. O objetivo primário do referido trabalho foi enfatizar o desenvolvimento e o uso do TAP como instrumento para avaliar quantitativa e qualitativamente a argumentação em discursos de ciência. Os autores adotaram o TAP para investigar a argumentação em discussões entre professores e estudantes e entre os próprios estudantes em pequenos grupos. Neste contexto, o TAP foi aplicado como indicador quantitativo e qualitativo do ensino-aprendizagem ocorrido na sala de aula.

Do ponto de vista das interações estabelecidas na discussão geral podemos citar como exemplo o trabalho de Villani e Nascimento (2003) que utilizou o modelo de argumentação adaptado por Van Eemeren et al. (1987) para análise de situações discursivas em ciências. Este modelo pode ser representado em termos das intenções dos interlocutores de um discurso, em função de um contexto particular. Este se encontra em contínua mudança e nunca deve ser visto como uma entidade estática. Os argumentos dos alunos estão inseridos neste contexto que forma um “contorno” restringindo as possibilidades do que pode ser dito ou interpretado neste discurso e são, portanto, determinadas em função dele. Neste sentido, os mesmos argumentos utilizados pelos mesmos interlocutores em um contexto diferente podem produzir resultados distintos em relação à aceitação ou a refutação de uma determinada opinião. Além disso, os autores transcreveram o discurso dos alunos nas atividades que constituíram a sequência de aulas observadas e identificaram as características das interações no laboratório didático, cujos descritores foram definidos e denominados de “tipo de interação” (define o ato intencional de um participante, considerado o principal protagonista de uma ação, em transformar os demais participantes em interlocutores ou em interagir diretamente com um elemento do cenário do contexto em uma unidade dialógica) e

“configuração espacial da interação” (forma de ocupação do espaço físico interativo do laboratório didático pelos participantes em relação a bancada de trabalho).

Outras formas distintas de análise da argumentação também são descritas na literatura. Jiménez Aleixandre et al. (1998) propõem alterações nos componentes do argumento de Toulmin (1958) e utilizam este modelo modificado para analisar as conversas dos estudantes enquanto trabalham em pequenos grupos realizando experiências e discutindo os resultados. Neste trabalho, os autores tiveram especial interesse na argumentação ocorrida em um laboratório de física do ensino médio, quando os estudantes estavam resolvendo problemas. No entanto, não interessava a análise de qualquer tipo de argumento, somente daqueles de caráter substantivo (TOULMIN, 1958), ou seja, daqueles em que o conhecimento do conteúdo é um requisito para a compreensão do problema. Outros pesquisadores também utilizaram o modelo de Toulmin (1958) na adaptação de Jiménez Aleixandre et al. (1998), para analisar os argumentos dos alunos em salas de aulas de ciências (CAPECCHI e CARVALHO, 2002; VILLANI e NASCIMENTO, 2003).

Também a partir do modelo de Toulmin (1958), Driver e Newton (1997) desenvolveram categorias para análise da qualidade da argumentação dos alunos. Os níveis atribuídos em tais categorias são baseados na complexidade dos argumentos utilizados, assim como na interação entre diferentes idéias. Estas categorias foram elaboradas dentro de uma proposta de trabalho que visava a criação de atividades voltadas para o incentivo de habilidades de argumentação entre os alunos a partir de discussões de temas relacionados ao ensino médio.

O trabalho intitulado *“Students' argumentacion in decision-making on a socio-scientific issue: implication for teaching”* (PATRONIS et al., 1999) apresenta uma outra forma de analisar os argumentos dos estudantes, por meio de categorias relacionadas ao processo de tomada de decisão. Nesse estudo foram analisados os argumentos produzidos

pelos estudantes ao tomarem decisões sobre uma situação real, que era a implementação de uma estrada em uma determinada área. A análise foi baseada nas sugestões dadas pelos estudantes em entrevistas, nos diálogos em que defendiam suas propostas e nas estratégias para tomada de decisão, apresentadas em discussões com toda a sala de aula. Além do referido trabalho, diversos outros estudos abordam a questão da tomada de decisão relacionada à habilidade de argumentação (SANTOS, MORTIMER e SCOTT, 2001; SIMONNEAUX, 2001; JIMÉNEZ ALEIXANDRE e PEREIRO-MUÑOZ, 2002).

A partir dos exemplos mencionados, percebemos que a importância da implementação de propostas de ensino capazes de favorecer o aprimoramento da capacidade argumentativa dos alunos vem sendo amplamente discutida nos últimos anos. Cabe ainda ressaltar que estratégias de ensino desenvolvidas com o intuito de promover tal habilidade têm sido implementadas tanto em laboratórios como em salas de aula. Com relação a implementação de propostas desta natureza em laboratórios didáticos, o trabalho intitulado “*A argumentação e o ensino de ciências: uma atividade experimental no laboratório didático de física do ensino médio*” (VILLANI e NASCIMENTO, 2003) é um exemplo deste tipo de proposta. Nesse artigo, os autores discutem a argumentação de alunos do ensino médio, com o objetivo de compreender a influência dos dados empíricos na aprendizagem dos alunos que trabalham em grupos em um laboratório didático. Durante a atividade, os alunos tiveram a oportunidade de argumentar para produzir respostas às questões abertas propostas em um roteiro, com base nos dados empíricos obtidos por meio das atividades experimentais.

Relacionado a implementação de propostas que estimulem a argumentação dos alunos na sala de aula de ciências, o artigo de Jiménez Aleixandre e Bustamante (2003) cujo título é “*Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas*” é uma representação deste tipo de proposta. Este trabalho constitui uma reflexão sobre a investigação do discurso de aula e sua contribuição para o conhecimento dos

processos de aprendizagem de ciências. O artigo presta particular atenção à análise do raciocínio argumentativo dos estudantes em sala de aula, com exemplos extraídos do projeto RODA (raciocínio, discussão, argumentação), desenvolvido pela Universidade de Santiago de Compostela (USC), desde 1994. Tal projeto teve a pretensão de analisar o desenvolvimento da capacidade de alunos, em nível secundário, de argumentar e raciocinar sobre questões envolvendo problemas autênticos de ciências.

Pesquisas sobre a importância da argumentação para a formação do aluno de ciências, tanto em nível fundamental e médio (CAPECCHI e CARVALHO, 2000; VILLANI e NASCIMENTO, 2003), quanto em nível superior (JIMÉNEZ ALEIXANDRE, RODRÍGUEZ e DUSCHL, 2000; KELLY e TAKÃO, 2002; OSBORNE, ERDURAN e SIMON, 2004), localizadas na literatura, sinalizam que a argumentação pode vir a proporcionar aos estudantes uma melhor compreensão a respeito de conceitos científicos e sobre a própria natureza da construção do conhecimento científico. No contexto do ensino de ciências, Capecchi e Carvalho (2000) afirmam que a troca de idéias entre os alunos e a elaboração de explicações coletivas, possibilita o contato com um aspecto importante para a formação de uma visão da ciência como a construção de uma comunidade, cujas teorias estão em constante processo de avaliação. Assinalam ainda que, os alunos devem conhecer esta importante faceta do conhecimento científico, identificando-o como o resultado de interações entre diferentes idéias, como réplica a outros enunciados e também sujeitos a novas réplicas. Pois a visão de ciência, que geralmente é transmitida na escola, é aquela de um conhecimento estático, por meio da apresentação de teorias acabadas e inquestionáveis.

Diante do exposto, acreditamos que sejam dignos de nota os estudos desenvolvidos com o intuito de identificar estratégias pedagógicas capazes de promover a habilidade de argumentação nos alunos dos cursos de ciências (JIMÉNEZ ALEIXANDRE, 1998; DRIVER, NEWTON e OSBORNE, 2000) e também com o objetivo de avaliar a

qualidade de argumentação em discussões de aspectos científicos (JIMÉNEZ ALEIXANDRE, RODRÍGUEZ e DUSCHL, 2000; KELLY, DRUKER e CHEN, 1998) e sócio-científicos (SANTOS, MORTIMER e SCOTT, 2001). Considerando trabalhos publicados em revistas nacionais e internacionais dedicadas ao ensino de ciências, podemos citar os artigos de Capecchi e Carvalho (2000) e Kelly, Druker e Chen (1998). O primeiro, intitulado “*Argumentação em uma Sala de Aula de Conhecimento Físico com Crianças na Faixa de Oito a Dez Anos*”, é um exemplo de pesquisa nacional desenvolvida visando verificar em que medida as atividades propostas estimularam a elaboração de argumentos e analisar a qualidade das argumentações em discussões de aspectos científicos (no caso, sobre a observação da variação do alcance de um jato em função da altura de uma coluna de água). O segundo, extraído do periódico *International Journal of Science Education*, e intitulado “*Students's reasoning about electricity: combining performance assessments with argumentation analysis*” descreve uma série de procedimentos metodológicos utilizados para analisar os argumentos produzidos pelos estudantes, ao tentar resolver problemas relacionados à unidade de ensino “eletricidade”.

No que diz respeito à análise da qualidade das argumentações em discussões de aspectos sócio-científicos, podemos citar como exemplo de pesquisa nacional, o trabalho desenvolvido por Santos e Mortimer (2001), intitulado “*A argumentação em discussões sócio-científicas: reflexões a partir de um estudo de caso*”, no qual se realizou um estudo com o objetivo de compreender como os professores introduzem aspectos sócio-científicos em sala de aula e como as estratégias por eles utilizadas melhoram a argumentação dos alunos. Em relação a publicações internacionais, o trabalho de Jiménez Aleixandre e Pereira-Muñoz (2002), cujo título é “*Knowledge producers or knowledge consumers? Argumentacion and decision making about environmental management*” descreve um estudo de caso envolvendo tomada de decisão e argumentação, dentro de um contexto com abordagem em aspectos

sócio-científicos, no caso, sobre conduta ambiental. Nesta atividade, as seguintes dimensões foram exploradas: o uso de conhecimento relevante para compreender e tomar decisões sobre o problema; o processamento crítico das fontes de informação consultadas e o desenvolvimento de critérios para avaliar possíveis soluções para o problema.

De um modo geral, concordamos com Jiménez Aleixandre e Bustamante (2003), que incluir a capacidade de argumentação nos objetivos do ensino de ciências significa, entre outras coisas: reconhecer as complexas interações que ocupam lugar na aprendizagem, assim como a contribuição das práticas discursivas na construção do conhecimento científico; ter em mente que fazer ciência é também propor e discutir idéias, avaliar alternativas, optar entre diferentes explicações e ampliar a visão da aprendizagem de ciências.

2.OBJETIVOS

Estudos vêm demonstrando a importância da argumentação no ensino de ciências (CAPECCHI e CARVALHO, 2000; VILLANI e NASCIMENTO, 2003). Em contrapartida, sabe-se que, via de regra, são poucas as oportunidades oferecidas aos alunos de praticar a argumentação, tanto em salas de aula quanto em laboratórios de ensino de ciências, em todos os níveis de instrução (DRIVER, NEWTON e OSBORNE, 2000). Com o intuito de amenizar esta situação, pesquisadores têm elaborado e investigado o funcionamento de propostas de ensino que visam favorecer a capacidade argumentativa dos alunos (JORGE e PUIG, 2000; KELLY e TAKAO, 2002).

Neste trabalho temos como objetivo descrever uma proposta de ensino pautada na resolução de casos investigativos (método de Estudo de Caso) por alunos do curso de Bacharelado em Química do Instituto de Química de São Carlos – Universidade de São Paulo, matriculados na disciplina SQF0321 - Comunicação e Expressão em Linguagem Científica II, verificar em que medida esta proposta foi capaz de estimular a elaboração de argumentos por parte dos alunos e avaliar a qualidade dos argumentos por eles apresentados na resolução dos casos. Para tanto, tomamos como referenciais teóricos o trabalho de Toulmin, apresentado no livro *Os Usos do Argumento* (1958) e o trabalho de Jiménez Aleixandre et al. (1998), que apresenta um maior detalhamento dos componentes do argumento propostos por Toulmin (1958).

Os casos foram aplicados no formato de atividades em pequenos grupos (HERREID, 1998) e elaborados de maneira a exigir a consideração de aspectos sócio-

científicos para as suas resoluções. Assim como alguns pesquisadores da área de Educação em Ciências, também acreditamos na importância da introdução destes aspectos no currículo, que podem encorajar o desenvolvimento de uma ação social responsável por parte dos alunos (KORTLAND, 1996; RATCLIFFE, 1998; PATRONIS, POTARI e SPILIOTOPOULOU, 1999).

3. REFERENCIAIS TEÓRICOS

Para que a proposta de ensino descrita e analisada neste trabalho fosse colocada em prática nos deparamos, inicialmente, com a necessidade de produzir os casos investigativos que seriam utilizados pelos alunos de graduação em química, assim como de definir orientações e questões que deveriam guiá-los nos trabalhos com os casos. Na busca por referenciais teóricos que pudessem nos auxiliar nesta empreitada, encontramos na literatura dois trabalhos que vieram ao encontro das nossas necessidades: o primeiro, intitulado “*What makes a good case*” (HERREID, 1998), nos auxiliou no processo de produção dos casos, e o segundo, intitulado “*An STS case study about students’ decision making on the waste issue*”, ilustra o modelo normativo de tomada de decisão proposto por Kortland (1996), que nos auxiliou na elaboração das questões que balizaram os trabalhos dos alunos com os casos.

No que diz respeito aos dados coletados durante o nosso trabalho de mestrado, estes foram analisados considerando o padrão de argumento racional desenvolvido por Toulmin (1958), também chamado de modelo de Toulmin, que se encontra no livro *Os Usos do Argumento*, e o trabalho de Jiménez-Aleixandre et al. (1998), que sugere um maior detalhamento dos componentes do argumento propostos por Toulmin.

Tanto os trabalhos de Herreid (1998) e de Kortland (1996), como os de Toulmin (1958) e de Jiménez-Aleixandre et al. (1998) encontram-se descritos sucintamente nos tópicos a seguir.

3.1. Produção de casos investigativos, segundo 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, onde 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 citações:*** é a melhor maneira de compreender uma situação e ganhar empatia para com os personagens. Deve-se adicionar vida e drama a todas as citações;
- ***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, as recomendações de Herreid (1998) foram por nós seguidas na produção de todos os casos (ANEXO B). A título de ilustração, apresentamos, no Quadro 1 o Caso *Ameaça nos Laranjais* e nele apontamos elementos que confirmam, de fato, a nossa intenção em elaborar casos pautados no referencial adotado.

Quadro 1 – Caso *Ameaça nos Laranjais* e identificação de elementos que estão de acordo com as recomendações de Herreid (1998) sobre como se elaborar um “bom caso”.

Como ilustra o exemplo apresentado no Quadro 1, procuramos considerar todas as diretrizes propostas por Herreid (1998) para a elaboração de um bom caso. Extraímos alguns trechos do Caso “*Ameaça nos Laranjais*” que representam tais elementos, porém, no que diz

respeito ao item “um bom caso tem generalizações” não foi possível destacar nenhum trecho do caso que pudesse ilustrar tal afirmação, embora ela tenha sido considerada.

3.2. Modelo normativo do processo de tomada de decisão proposto por Kortland (1996)

Um objetivo freqüentemente apontado por pesquisadores da área de Educação em Química refere-se ao desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão por parte dos alunos (SANTOS e MORTIMER, 2002). Esta se relaciona à solução de problemas da vida real, que envolvem aspectos sociais, tecnológicos, econômicos e políticos; o que significa preparar o indivíduo para participar ativamente em uma sociedade democrática. Neste sentido, vários modelos normativos, que indicam etapas que devem ser contempladas no processo de ensino e aprendizagem, quando se busca favorecer a tomada de decisão por parte dos alunos, foram sugeridos nos últimos anos (JAGER e VAN DER LOO, 1990; KORTLAND, 1996; RATCLIFFE, 1997).

O modelo proposto por Kortland (1996) foi por nós utilizado como referencial para a elaboração das questões que seriam respondidas pelos alunos e que visavam facilitar a tomada de decisão por parte deles sobre a solução que deveria ser oferecida para o caso em estudo. A Figura 1 ilustra o modelo normativo de tomada de decisão proposto por Kortland (1996).

Figura 1 – Modelo normativo do processo de tomada de decisão de Kortland (1996).

A observação do esquema apresentado na Figura 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 estes critérios, resultando em uma decisão sobre o que parece ser a melhor ou a pior solução. E, finalmente, estes critérios são usados para monitorar os efeitos da decisão tomada: a solução escolhida teve os efeitos desejados na prática? Assim, este modelo tem como um dos seus principais objetivos ensinar aos 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 (ANEXO C), durante o trabalho com os casos trazem em seu bojo elementos presentes no modelo de Kortland (1996), conforme ilustra o Quadro 2, a seguir. Desta forma, a questão A foi elaborada com o intuito de favorecer a identificação do problema existente no caso. De forma similar, a questão B, trata de favorecer o processo de produção de critérios pelos alunos, por meio da análise das características sociais, econômicas, ambientais ou éticas do problema. As questões D e E estão relacionadas a geração e avaliação das alternativas, respectivamente. Os

itens F e G dizem respeito a escolha da melhor solução para o problema e a questão H está relacionada a ação e monitoração. Como podemos observar no Quadro 2, procuramos considerar todas as etapas constituintes do modelo normativo de tomada de decisão de Kortland (1996), no entanto, para atingir os objetivos da atividade, ainda se fez necessária a elaboração de outras questões, que não estão citadas no referido modelo.

Quadro 2 – Questões elaboradas com base no Modelo Normativo de Tomada de Decisão proposto por Kortland (1996).

3.3. Os Usos do Argumento (Toulmin, 1958)

Um instrumento de análise muito utilizado para investigar a argumentação científica produzida por alunos, no ensino de ciências, é o modelo de Toulmin (1958). Para Toulmin o argumento é como um organismo: tem uma estrutura bruta, anatômica, e outra mais fina e, por assim dizer, fisiológica. Segundo ele, quando explicitamente exposto em todos os seus detalhes, um só argumento pode precisar de muitas páginas impressas ou talvez um quarto de hora para ser narrado e, naquele tempo ou espaço, podem-se distinguir as fases principais que marcam o progresso do argumento a partir da afirmação inicial de um

problema não-resolvido, até a apresentação final de uma conclusão. Cada uma dessas fases principais ocupará alguns minutos ou parágrafos e representa as principais unidades anatômicas do argumento, ou seja, “seus órgãos”. Nesta perspectiva, Toulmin apresenta no livro *Os Usos do Argumento* os elementos fundamentais de um argumento. Realiza este exercício através da colocação de perguntas e respostas, em uma conversa com o leitor, como explicitado nos tópicos 3.3.1 e 3.3.2.

3.3.1. O padrão de um argumento: dados e justificativas

Suponhamos que façamos uma asserção e por ela nos comprometemos com a alegação que toda asserção envolve necessariamente. Se esta alegação for desafiada, teremos de ser capazes de estabelecê-la, isto é, de prová-la e de mostrar que era justificável. A menos que a asserção tenha sido feita de modo totalmente irrefletido e irresponsável, normalmente teremos alguns fatos que poderemos oferecer para apoiar nossa alegação. Se a alegação é desafiada, cabe a nós recorrer àqueles fatos e apresentá-los como o fundamento no qual se baseia nossa alegação. Temos, portanto, uma distinção entre a alegação ou a conclusão cujos méritos estamos tentando estabelecer (**C**) e os fatos aos quais recorreremos como fundamentos para alegação (**D**).

Se a pergunta do desafiador for “o que você tem para seguir em frente?”, uma resposta possível é apresentar os dados ou a informação em que se baseia a alegação, mas há outros modos de desafiar uma conclusão. Mesmo depois de serem apresentados os dados, pode ocorrer o surgimento de outro tipo de pergunta. Podem pedir que indiquemos a relação que os dados já apresentados têm com a conclusão.

Ao encontrar esse novo desafio, não temos que adicionar dados adicionais, uma vez que, sobre eles, também se podem imediatamente levantar as mesmas dúvidas. É

necessário apresentar proposições de um tipo bem diferente: regras, princípios, licenças de inferência etc, desde que não sejam novos itens de informação. A tarefa agora já não é reforçar a base sobre a qual o argumento foi construído, mas, em vez disso, mostrar que, tomando-se aqueles dados como ponto de partida, é apropriado e legítimo passar dos dados à alegação ou conclusão apresentada.

Nesse ponto, portanto, precisa-se de afirmações gerais, que sirvam como pontes, e autorizem o tipo de passo com o qual nos comprometemos em cada um dos argumentos específicos. Normalmente, este processo é escrito muito resumidamente, na expressão “se **D**, então **C**”, pode-se, contudo, expandi-la e reescrevê-la como: “Dados do tipo **D** nos dão o direito de tirar as conclusões **C**”, ou em outra formulação optativa, “dados (os dados) **D**, pode-se assumir que **C**”. As proposições deste tipo são chamadas de justificativas (**J**), para distingui-las por um lado, das conclusões, e, por outro, dos dados.

Estes são os termos necessários para compor o primeiro esqueleto de um padrão para analisar argumentos. A seta representa a relação entre os dados e a alegação que eles apóiam; e a justificativa, escrita sob a seta, é o que autoriza a passar dos dados para a alegação.

O modelo obtido até aqui é só um começo. Podem surgir outras questões, às quais teremos de dar atenção. Há justificativas de vários tipos, e elas podem conferir diferentes graus de força às conclusões que justificam. Algumas justificativas autorizam a aceitar, sem equívoco, uma conclusão, sendo os dados apropriados. Essas justificativas dão o direito, em casos adequados, de qualificar uma conclusão com o advérbio “necessariamente”, outras

autorizam a dar, provisoriamente, o passo dos dados para a conclusão, ou só dá-lo sob certas condições, com exceções ou qualificações. Para estes casos, há outros qualificadores modais mais adequados, como “provavelmente” e “presumivelmente”. Portanto, pode acontecer de não bastar que especifiquemos os dados, justificativa e conclusão. Pode ser preciso acrescentar alguma referência explícita ao grau de força que os dados conferem à conclusão em virtude da justificativa.

Considerando também essas características do argumento, o modelo terá de ser mais complexo. Qualificadores modais (**Q**) e condições de exceção ou refutação (**R**) são diferentes tanto dos dados como das justificativas e merecem um lugar separado no esquema. Os qualificadores modais (**Q**) indicam a força conferida pela justificativa a esse passo, e as condições de refutação (**R**) indicam circunstâncias nas quais se tem de deixar de lado a autoridade geral da justificativa. Para estas outras distinções podemos escrever o qualificador (**Q**) imediatamente ao lado da conclusão que ele qualifica (**C**); e as condições excepcionais, capazes de invalidar ou refutar a conclusão justificada (**R**), imediatamente abaixo do qualificador. Agora o argumento assume a seguinte forma:

3.3.2. O padrão de um argumento: para apoiar nossas justificativas

Além da questão de se, ou em que condições, uma justificativa é aplicável em um caso particular, pode acontecer de nos perguntarem por que uma dada justificativa tem de ser aceita, em geral, como justificativa de autoridade. Em outras palavras, ao defender uma

conclusão apresentamos os dados, a justificativa e as condições e qualificações relevantes e descobrimos que, contudo, o desafiador ainda não está satisfeito.

Desafiar uma conclusão específica pode levar a desafiar, de um modo mais geral, a legitimidade de toda uma série de argumentos. Por trás das justificativas, normalmente, haverá outros avais, sem os quais nem as próprias justificativas teriam autoridade ou vigência. Estes avais podem ser tomados como o apoio **(B)** das justificativas. 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, um lei jurídica ou científica, por exemplo, que fundamenta a justificativa.

Abre-se um espaço para esse elemento adicional no modelo do argumento, escrevendo-o abaixo da afirmação da justificativa para a qual ele serve de apoio **(B)**:

Esta forma proposta por Toulmin para o *layout* de argumentos, foi por nós utilizada na análise dos argumentos produzidos pelos alunos quando estes apresentaram oralmente as resoluções dos casos.

Acreditando que a apresentação de um exemplo de análise de argumento, segundo este *layout*, facilitaria o entendimento do leitor sobre as características de cada um dos seus componentes, ilustramos na Figura 2 uma análise desta natureza, extraída do artigo intitulado “*The nature and development of hypothetico-predictive argumentation with implication for*

science teaching”, de autoria de Lawson (2003). Neste exemplo todos os componentes do modelo estão presentes, exceto o componente Refutação.

Figura 2 – Exemplo do modelo de argumento de Toulmin (1958) extraído do trabalho de Lawson (2003).

3.4. Componentes do argumento segundo Jiménez Aleixandre et al. (1998)

Jimenez Aleixandre et al. (1998), apresentaram novas categorias para identificar e analisar os componentes dos argumentos contidos em enunciados de alunos em situações de ensino/aprendizagem de ciências. A proposta dos autores é 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 numa aula de ciências. Os demais componentes do argumento são interpretados como no modelo

original de Toulmin. Os componentes detalhados são apresentados no Quadro 3, 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 (**H**) e conclusão (**C**). Os enunciados que questionam a validade de outro são denominados de oposição.

Dados		
Fatos aos quais recorreremos para fundamento para uma conclusão	Dado fornecido	
	Dado	Dado empírico
	obtido	Dado hipotético
Enunciados		
Afirmações cuja validade se deseja estabelecer	Hipótese	
	Conclusão	
A oposição é um enunciado que questiona a validade de outro	Oposição	

Quadro 3 – Detalhamento de alguns componentes do modelo de argumento de Toulmin apresentado por Jiménez Aleixandre et al. (1998).

O Quadro 4, extraído do trabalho de Villani e Nascimento (2003) exemplifica como o Modelo de Toulmin (1958), ampliado e modificado por Jiménez Aleixandre et al. (1998), pode ser utilizado na análise de argumentos produzidos em aulas de ciências. Neste artigo, os autores discutem a argumentação de alunos do ensino médio, visando compreender a influência dos dados empíricos na aprendizagem de alunos que trabalham em grupos em um laboratório didático de física.

Componente	Definição	Exemplo
Dado Fornecido DF	"Declarações ou afirmações" que utilizamos como suporte para uma conclusão	"Helmhotz mostrou que os impulsos nervosos se propagam nos nervos com velocidade finita e mensurável e não instantaneamente como se supunha" (DF)
Dado Empírico DE	Dados que procedem de uma atividade experimental num laboratório	- BIA: Então esse impulso percorre / dois virgula vinte metros / é (DE)
Dado Resgatado DR	Dados que procedem de nossas impressões sobre o mundo	147- BIA: "...ôu / eu faço isso aqui em você ó / na hora que eu encostei em você / você já sentiu (DR)
Justificativa J	Declaração geral que justifica a conexão entre dado e conclusão	151- BIA: Quando você sente significa que já foi e já voltou / então imagina quando eu encostei é porque já foi e já voltou (J)
Conclusão C	Declaração cuja validade se quer estabelecer	159- LUMA : Então é mil mesmo! (C)
Conhecimento Básico B	Conhecimento de caráter teórico que funciona como um respaldo à justificativa (pode proceder de fontes distintas: docente, livro, elaboração própria)	203- LUMA: Aí a velocidade é igual a distância dividido pelo tempo que é igual a dois virgula vinte dividido por zero virgula vinte e cinco (B)
Qualificador Modal M	Especifica condições para as hipóteses ou conclusões	"8,8 m/s for equivalente a ordem de grandeza de 10 km/h (implícito)" (M)

Quadro 4 – Exemplo do modelo de argumentação de Toulmin (1998), ampliado e modificado por Jiménez Aleixandre et al. (1998), extraído do trabalho de Villani e Nascimento (2003).

4. METODOLOGIA DE PESQUISA

A pesquisa em questão é do tipo qualitativa (BOGDAN e BIKLEN, 1999), sendo importante considerar o contato que tivemos com o grupo de estudantes e com o professor responsável pela disciplina na qual a proposta de ensino foi aplicada: SQF0321 - Comunicação e Expressão em Linguagem Científica II, disciplina teórica, 2 créditos, oferecida para alunos matriculados no segundo semestre do curso de Bacharelado em Química do Instituto de Química de São Paulo – Universidade de São Paulo¹.

No segundo semestre de 2004, participamos do estágio oferecido pelo Programa de Aperfeiçoamento de Ensino – PAE² na referida disciplina e coletamos os dados necessários para o desenvolvimento do nosso trabalho de pesquisa. Estes dados – questionários aplicados aos alunos, trabalhos escritos feitos pelos alunos por solicitação do professor e filmagens de algumas aulas - foram obtidos ao longo de um bimestre.

É importante destacar a conveniência da aplicação da proposta na disciplina SQF0321 - Comunicação e Expressão em Linguagem Científica II. De fato, esta disciplina, que não trata de conteúdos específicos de química, tem objetivos que estão em sintonia com vários aspectos contemplados na proposta: desenvolvimento da habilidade de comunicação oral dos alunos e da capacidade de busca nas diversas fontes de informação de interesse para os químicos. Neste contexto, a discussão de aspectos de caráter sócio-científico presentes nos

¹ Disponível em : < <http://sistemas1.usp.br:8080/jupiterweb/jupDisciplina?sgldis=SQF0321&verdis=1>>. Acesso em: 08 nov. 2005.

² PAE – O Programa de Aperfeiçoamento de Ensino é destinado exclusivamente a alunos de pós-graduação, matriculados na Universidade de São Paulo nos cursos de mestrado e doutorado e tem como objetivo aprimorar a formação do pós-graduando para a atividade didática de graduação.

casos, e não apenas de caráter científico, é perfeitamente pertinente. Da mesma forma, a proposta de aplicação dos casos no formato de atividades em pequenos grupos (HERREID, 1998) favorece o desenvolvimento da habilidade de comunicação oral e exige a realização de buscas em fontes de informação úteis para aqueles que desenvolvem trabalhos relacionados à química. Além destes objetivos, a disciplina visa ainda consolidar o conhecimento de assuntos abordados na disciplina SQF0320 - Comunicação e Expressão em Linguagem Científica I³, que a antecede, e que proporciona: discussões sobre as diversas formas como a ciência é divulgada, apresentação dos diversos tipos de artigos científicos existentes e das características peculiares de cada um deles, discussões sobre a importância da comunicação para o profissional da área de química (OLIVEIRA e QUEIROZ, 2005).

Descreveremos a seguir a caracterização dos sujeitos da pesquisa, as etapas de aplicação da proposta de ensino pautada na resolução de casos investigativos e os instrumentos de coleta de dados empregados.

4.1. Sujeitos

Foram tomados como sujeitos da pesquisa cinquenta e oito alunos matriculados na disciplina SQF0321 - Comunicação e Expressão em Linguagem Científica II, no segundo semestre de 2004. No entanto, apenas cinquenta e sete alunos cumpriram todas as etapas da proposta de ensino, pois um deles desistiu de cursar a disciplina no decorrer do semestre. Com o intuito de apresentar aqui a caracterização dos sujeitos da pesquisa, lançamos mão de um questionário por eles respondido no semestre anterior (ANEXO D), semestre em que ingressaram na Universidade de São Paulo. Este questionário foi aplicado por um dos integrantes do Grupo de Pesquisa em Ensino de Química, do Instituto de Química de São

³ Disponível em : < <http://sistemas1.usp.br:8080/jupiterweb/jupDisciplina?sgldis=SQF0320&verdis=1>>. Acesso em: 8 nov. 2005.

Carlos, que desenvolveu estudos sobre a utilização da história da química no ensino de química (REZENDE, 2005).

As perguntas do questionário referentes à caracterização dos sujeitos tinham como finalidade obter informações sobre nome, região de origem e formação estudantil. Dentre os sujeitos, trinta e três são do sexo masculino e vinte e cinco do sexo feminino, todos nascidos na região sudeste (87,93% têm São Paulo como estado de origem e 13,07%, Minas Gerais). A faixa etária dos estudantes encontra-se entre dezessete e vinte e dois anos. Com relação à formação estudantil, verificamos que vinte e oito deles concluíram o ensino fundamental em escolas públicas e catorze em escolas particulares. As respostas dadas por dezesseis alunos não permitiram identificar em que tipo de escola haviam concluído o ensino fundamental. Em relação ao ensino médio, mais da metade dos estudantes (trinta e quatro) concluíram o ensino médio em escolas particulares, enquanto quinze concluíram em escolas públicas. O restante dos alunos não apresentou resposta clara que permitisse identificar em qual tipo de escola havia concluído o ensino médio. Também é digno de nota que dos quinze estudantes que concluíram o ensino médio em escolas públicas, seis freqüentaram colégios técnicos de química ou eletrônica, em escolas como: Escola Técnica Estadual Conselheiro Antônio Prado (ETECAP) em Campinas, Escola Técnica Estadual Getúlio Vargas (ETE/Getúlio Vargas) em São Paulo e Centro Federal de Educação Tecnológica (CEFET), em Belo Horizonte.

4.2. Produção dos Casos e Aplicação da Proposta

Para que a proposta de ensino fosse colocada em funcionamento, fez-se necessária a produção dos casos que seriam solucionados pelos alunos. Os casos foram elaborados nos moldes propostos por Herreid (1998), que se encontram descritos sucintamente no capítulo “Referencial Teórico” desta dissertação. Foram elaborados cinco casos distintos: *Praga do*

Coqueiro, Caso das Próteses, Ameaça nos Laranjais, Poluição em Rondônia e Doença de Granja (ANEXO B).

Pesquisas recentes publicadas na revista *Pesquisa FAPESP* serviram como fonte de inspiração para a elaboração dos casos (ANEXO E). Os casos foram estruturados de modo que apresentassem em seu contexto questões sociais, ambientais, econômicas e/ou éticas, com o intuito de estimular no aluno a capacidade de tomar decisões diante de problemas da vida real e de argumentar a favor destas decisões. Os alunos recebiam, juntamente com cada um dos casos, um “Guia Para Análise e Resolução dos Casos” (ANEXO F), que tinha como objetivo auxiliá-los na discussão e análise dos casos. A estrutura deste guia é semelhante àquela utilizada por Waterman (1998), em seu trabalho intitulado “*Investigative case study approach for biology learning*”.

No primeiro dia de aula do bimestre os alunos foram informados que as atividades do período iriam envolver: o trabalho com casos investigativos; a preparação, em grupo, de uma apresentação oral sobre a resolução dos mesmos; a produção, em grupo, de um “diário do caso”, que deveria deixar claro ao leitor o processo que os conduziu 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 seu caso, com formato e linguagem direcionada a alunos do ensino médio. Este texto seria, após a conclusão do semestre, submetido para publicação na Revista Eletrônica do Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC). O CDCC é um órgão pertencente à Universidade de São Paulo e vincula-se à Pró-Reitoria de Cultura e Extensão Universitária, ao Instituto de Física de São Carlos e ao Instituto de Química de São Carlos. Seu objetivo principal é estabelecer um vínculo duradouro entre a Universidade e a Comunidade, facilitando o acesso da população aos meios e aos resultados da produção científica e cultural da Universidade. A sua revista eletrônica

tem como principal objetivo a divulgação para o público leigo de fatos e descobertas das ciências da natureza.

Ainda no primeiro dia de aula foram formados quinze grupos, sendo dez grupos de quatro alunos, quatro grupos de três alunos e um grupo de cinco alunos. Os casos foram distribuídos aleatoriamente, de modo que cada caso foi estudado por três grupos diferentes. Fizemos também uma exposição oral com o intuito de orientar os alunos sobre as possíveis maneiras de proceder para a resolução dos casos e de apresentar o “Guia Para a Análise e Resolução dos Casos”. Os slides apresentados nesta exposição estão reproduzidos no ANEXO G.

Após a exposição oral, os grupos discutiram a respeito do caso a ser investigado. O “Guia Para Análise e Resolução de Casos” foi utilizado neste primeiro contato com os casos, quando os alunos tiveram que fazer um levantamento de idéias por meio de uma “tempestade cerebral” e discutir com o grupo o que “se sabia” e o que “ainda se precisava saber” sobre o caso. Depois desta discussão inicial foi solicitado aos alunos que pesquisassem individualmente, nas diversas fontes de informações já apresentadas a eles nas disciplinas SQF0320 - Comunicação e Expressão em Linguagem Científica I e SQF0321 - Comunicação e Expressão em Linguagem Científica II, informações sobre o assunto envolvido no caso. O material localizado deveria ser trazido para os dois próximos encontros, que ocorreriam em sala de aula. Nestes encontros, que tiveram duração de duas horas cada, os alunos responderam, por escrito, questões relacionadas ao caso (ANEXO C). Estas foram elaboradas tomando por base o modelo normativo de tomada de decisão de Kortland (1996), que se encontra descrito no capítulo “Referenciais Teóricos” desta dissertação, e evidencia etapas capazes de facilitar a tomada de decisão pelos alunos com relação a um determinado assunto. No caso da proposta de ensino aqui apresentada, as questões formuladas visavam facilitar o processo de busca coletiva por possíveis alternativas de solução para o caso 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.

Durante o bimestre foram reservados momentos para que os alunos falassem sobre o desenvolvimento das atividades, na busca para resolução dos casos e sanassem as suas eventuais dúvidas. Em uma destas ocasiões foi organizado um pré-simpósio durante o horário normal de aula, no qual cada grupo teve aproximadamente cinco minutos para expor o que já tinha conseguido concluir sobre seu caso, apresentar suas dificuldades e pedir sugestões ao professor, estagiários e alunos. A apresentação deste pré-simpósios foi dividida em três blocos, de tal forma que em cada bloco estivessem presentes cinco grupos com casos diferentes. Isso para que a resolução encontrada por um grupo não influenciasse os demais que tivessem trabalhando com o mesmo caso. Também foram estabelecidos horários de monitoria semanais, com duas horas de duração. Nestas monitorias os alunos foram assistidos pelos estagiários PAE, que procuravam auxiliá-los na execução de suas atividades.

Na última semana do bimestre foi organizado um mini-simpósio, realizado durante um intervalo de quatro dias, totalizando sete horas e meia de duração, sendo uma hora e meia para cada um dos horários reservados. Para uma melhor organização do mini-simpósio, no primeiro dia de aula, foi distribuído aos alunos um cronograma com as respectivas datas e horários de suas apresentações (Anexo H). Apenas uma vez na semana foi utilizado o período normal de aula (período diurno), o restante do mini-simpósio foi realizado em horário extraclasse (período noturno). Neste mini-simpósio foram apresentadas as resoluções dos casos por um dos membros de cada grupo, em um intervalo de 15 a 20 minutos. A programação do mini-simpósio foi elaborada de tal forma que três casos diferentes foram apresentados em cada noite. Ou seja, em nenhuma das ocasiões verificou-se a apresentação da resolução de casos idênticos. O membro do grupo responsável por apresentar oralmente a resolução do caso era sorteado quinze minutos antes do início da apresentação. Esperava-se,

com isso, garantir que todos os integrantes da equipe 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 do mini-simpósio, tendo, no entanto, que comparecer, obrigatoriamente, apenas àquelas apresentações programadas para o mesmo período reservado para o seu grupo.

Em todos os dias do mini-simpósio, após a apresentação da resolução de cada um dos casos, a professora solicitou aos demais grupos presentes que procurassem sanar as suas possíveis dúvidas e que fizessem questionamentos com relação à pertinência da alternativa apontada pela equipe expositora como melhor solução para o caso. Ao final das apresentações, cada grupo de alunos foi também indagado pela professora a respeito de suas impressões e de possíveis sugestões em relação à atividade realizada. Além disso, eles responderam a um questionário de avaliação, com escala de resposta tipo Likert, cinco pontos variando entre “discordo fortemente” e “concordo fortemente”. O questionário dizia respeito às percepções dos estudantes quanto ao desenvolvimento das habilidades adquiridas mediante a realização da atividade proposta. Uma questão aberta também foi apresentada aos alunos com o intuito de investigar que outros tipos de habilidades eles acreditavam ter desenvolvido ou aperfeiçoado a partir da realização da atividade com Estudo de Caso e que não havia sido mencionada nas afirmações do questionário (ANEXO I).

Para a aplicação da proposta foram utilizadas aproximadamente dez horas em sala de aula (horário normal), sendo que a maior parte deste tempo foi destinado a discussões realizadas em grupo pelos alunos e à resolução de questões relacionadas aos casos. Para a realização do mini-simpósio foram necessárias sete horas e meia (quatro dias da semana, porém, em um desses dias houve apresentações em dois períodos) de atividades fora do horário normal de aula. No entanto, cada um dos alunos teve que comparecer a apenas uma hora e meia do mini-simpósio, uma vez que estes tinham a obrigação de comparecer somente

àquelas apresentações programadas para o mesmo período reservado para o seu grupo, de acordo com o cronograma. Ou seja, os alunos dedicaram onze horas e meia para as atividades realizadas em sala de aula. Porém, acreditamos que um tempo considerável tenha sido utilizado pelos alunos em atividades extraclasse, que envolveram: buscas por informações para resolução dos casos, preparação do “diário do caso”, redação dos textos para submissão à Revista Eletrônica do CDCC e preparação das apresentações orais.

4.3. Métodos de Coleta de Dados

A coleta de dados foi realizada por meio dos seguintes procedimentos:

- Filmagem em fitas VHS das aulas nas quais as resoluções dos casos foram apresentadas (mini-simpósio): as apresentações orais dos alunos sobre a resolução dos casos, a posterior discussão realizada sobre a pertinência da solução encontrada para cada um dos casos e as impressões/sugestões dos membros de cada grupo sobre a atividade realizada foram filmadas. As falas dos alunos foram transcritas, de modo a preservar ao máximo as suas características originais e foram posteriormente analisadas;
- Solicitação de trabalhos escritos aos alunos, relacionados à resolução do caso: as atividades escritas feitas pelos alunos por solicitação do professor – respostas às questões elaboradas com base no modelo de Kortland (1996), “diário do caso” e o texto produzido para submissão à Revista Eletrônica do CDCC - foram reunidas e parte delas foi analisada;

- Aplicação de questionário 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.

Cabe ressaltar que, com exceção dos textos produzidos pelos alunos para submissão à revista eletrônica do CDCC e das respostas escritas, apresentadas pelos alunos, às questões abertas baseadas no modelo de Kortland (1996), todos os demais dados coletados nesta pesquisa foram por nós utilizados. Para verificar em que medida a proposta foi capaz de estimular a elaboração de argumentos por parte dos alunos e avaliar a qualidade dos argumentos por eles apresentados na resolução dos casos nos valem as transcrições das falas dos alunos durante a apresentação e discussão da resolução dos casos e da análise dos conteúdos presentes nos “diários dos casos”.

As respostas dadas pelos estudantes ao questionário aplicado no final do semestre letivo, e suas impressões/sugestões coletadas após a apresentação oral da resolução dos casos foram analisadas com o intuito de avaliarmos a potencialidade da proposta no desenvolvimento de habilidades desejáveis em alunos de graduação e também com o intuito de buscarmos subsídios para o seu aprimoramento, bem como indícios da sua receptividade entre os alunos.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste trabalho aplicamos uma proposta de ensino pautada no método de Estudo de Caso, que visou estimular a elaboração de argumentos por parte dos alunos matriculados na disciplina SQF0321 - Comunicação e Expressão em Linguagem Científica II, ministrada no segundo semestre do Curso de Bacharelado em Química do Instituto de Química de São Carlos, e avaliar a qualidade dos argumentos por eles apresentados na resolução dos casos.

Os alunos trabalharam em grupo durante um bimestre e, ao final do processo, foram organizadas apresentações orais, nas quais um integrante de cada grupo propôs uma resolução para o caso, em um intervalo de 15 a 20 minutos. Os argumentos apresentados para justificar a escolha feita por cada um dos grupos para a resolução do caso foram analisados do ponto de vista estrutural, assim como as discussões posteriores ocorridas entre os membros do grupo expositor da resolução do caso e os demais alunos que assistiam à apresentação. Para tanto, tomamos como referencial o modelo de Toulmin (1958) na adaptação de Jiménez Aleixandre et al. (1998), mencionado anteriormente no terceiro capítulo desta dissertação.

Considerando as observações de Driver e Newton (1997) sobre a necessidade de incorporar o conhecimento específico do assunto à análise dos argumentos (uma vez que o esquema de Toulmin (1958) é útil para se verificar a estrutura do argumento, mas não a sua validade), levamos também em conta este tipo de conhecimento na análise dos argumentos produzidos pelos estudantes. As informações contidas no “diário do caso” de cada um dos grupos foram de grande valia na determinação da adequação dos conhecimentos específicos apresentados para a resolução dos casos. No entanto, para a realização de algumas análises

também se fizeram necessárias consultas a outras fontes de informação.

Ao final das discussões que sucederam as apresentações orais solicitamos aos estudantes que relatassem as suas impressões e sugestões sobre a atividade realizada e que respondessem a um questionário sobre as habilidades que acreditavam ter desenvolvido, ou aperfeiçoado, durante o bimestre de aplicação da proposta. A seguir discutimos as impressões dos alunos sobre a proposta e apresentamos a análise dos argumentos dos estudantes, com o intuito de avaliar a qualidade dos mesmos. À semelhança do que tem sido feito por alguns autores (VILLANI e NASCIMENTO, 2003; ERDURAN, SIMON e OSBORNE, 2004), consideramos nesta análise: a forma como os estudantes relacionaram os diferentes componentes do argumento; o estabelecimento de justificativas para chegar às conclusões; se estas justificativas se apoiavam em conhecimento básico ou não; a utilização de qualificadores e refutações durante a apresentação de argumentos.

Um resumo de cada um dos casos precede a discussão realizada nos tópicos a seguir, que tratam dos argumentos apresentados pelos estudantes para a resolução de cada caso. Os casos, na íntegra, encontram-se no Anexo B desta dissertação e a transcrição da apresentação oral realizada por um dos membros de cada grupo encontra-se no Anexo J. São apresentadas considerações relacionadas à estrutura e ao conteúdo dos argumentos produzidos pelos estudantes durante as apresentações orais e às fontes de pesquisa por eles utilizadas para a resolução do caso, de acordo com informações contidas no “diário do caso” de cada grupo.

Uma vez que o esquema de Toulmin (1958) será utilizado para ilustrar os argumentos produzidos pelos estudantes, cabe lembrar os significados de seus componentes: DF (dado fornecido); DE (dado empírico); DH (dado hipotético); J (justificativa); B (backing); R (refutação) e; Q (qualificador modal).

5.1.COMPONENTES DO ARGUMENTO IDENTIFICADOS NA APRESENTAÇÃO ORAL SOBRE A RESOLUÇÃO DO CASO PRAGA DO COQUEIRO

O caso denominado “*Praga do Coqueiro*” colocava os estudantes a par de uma praga que estava atacando os coqueiros de uma região litorânea do Estado de Alagoas, no Nordeste Brasileiro. A doença nos coqueirais havia sido desencadeada pela ação de um besouro, principal agente transmissor do nematóide responsável pela doença do anel vermelho, que matava os coqueiros e se espalhava por toda a plantação, ameaçando a principal fonte de renda dos moradores da região. Como estudantes de química, cabia aos três grupos responsáveis pela resolução desse caso, a missão de investigar o problema, procurar possíveis alternativas de solução, apontar uma delas como sendo a mais viável e argumentar a favor da mesma.

O Esquema 1 a seguir, ilustra os componentes dos argumentos presentes na apresentação oral do grupo G1 sobre a resolução do Caso Praga do Coqueiro.

Esquema 1 - Argumentos apresentados pelo grupo G1 para a resolução do Caso Praga do Coqueiro.

O grupo G1 sugeriu como solução para o caso o uso do feromônio rincoforol. Do ponto de vista estrutural, o grupo apresentou bons argumentos. Apesar de, em nenhum momento, ter feito uso de qualificadores e refutações, foram apresentadas justificativas fundamentadas em conhecimentos básicos, de caráter teórico, sobre a questão do feromônio sintetizado rincoforol. Além disso, foram apresentados dados fornecidos, ou seja, fatos que serviram de fundamento para a conclusão do grupo, de que o rincoforol era o método mais eficiente para combater a praga que estava atacando os coqueiros da região do Estado de Alagoas.

Como fontes de pesquisa, o grupo recorreu a alguns artigos científicos relacionados ao caso, que foram anexados ao “diário do caso”. No diário também foram

citados artigos, localizados em bases de dados eletrônicas como o Scielo (*Scientific Electronic Library Online*), além de sites de busca, como o *Google*.

Quanto aos conhecimentos específicos que fundamentaram os argumentos, podemos afirmar que todas as informações fornecidas pelo grupo foram por nós confirmadas em artigos científicos.

O grupo G2 apresentou como solução para o caso o uso de feromônio rincoforol associado à Técnica do Inseto Estéril. Assim, nos argumentos produzidos pelo grupo, existem duas conclusões que justificam a resolução do caso. Uma, relacionada à eficiência do feromônio rincoforol, e a outra, relacionada à Técnica do Inseto Estéril. Como para cada conclusão foram apresentados dados e justificativas, os argumentos encontram-se ilustrados em duas partes no Esquema 2.

Parte 1

Parte 2

Esquema 2 - Argumentos apresentados pelo grupo G2 para a resolução do Caso Praga do Coqueiro.

Quanto à estrutura dos argumentos apresentados pelo grupo, verificamos o uso de dados fornecidos. Nas Partes 1 e 2 do Esquema 2, são apresentadas justificativas que permitem passar dos dados para conclusão final, porém nenhum conhecimento básico foi colocado, que servisse de suporte para tais justificativas. Além disso, uma refutação foi identificada nos argumentos ilustrados na Parte 1, quando o grupo apresentou uma condição excepcional em que as justificativas por eles empregadas não eram válidas ou suficientes para dar suporte à conclusão de que o rincoforol era uma medida única e absoluta para resolver o caso. Ou seja, a partir das justificativas apresentadas, o grupo concluiu que o rincoforol era uma boa medida, a menos que fosse para ser usado em larga escala, o que acarretaria no aumento do custo para os produtores. Devido a esta refutação, o grupo chegou à segunda conclusão, de que era conveniente associar o feromônio rincoforol à Técnica do Inseto Estéril.

Com relação ao conteúdo contido nos argumentos, constatamos que os dados fornecidos e as justificativas utilizadas pelo grupo eram condizentes com informações contidas nos artigos científicos, por nós consultados como fontes de verificação. No entanto, com relação à refutação colocada pelo grupo, verificamos uma pequena discordância com as informações contidas nestes artigos científicos. De acordo com tais artigos, o uso do feromônio traz considerável economia para o agricultor e tem sido sintetizado e distribuído pelo Grupo de Ecologia Química da Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Não encontramos nenhuma referência sobre desvantagens econômicas associadas à utilização em larga escala deste produto.

Devido ao suposto acréscimo do custo para o agricultor, o grupo decidiu associar o uso do feromônio rincoforol à Técnica do Inseto Estéril, que consiste em tornar os insetos estéreis, de forma que eles não reproduzam mais. Quanto ao uso da técnica, o grupo não apresentou dados relacionados à viabilidade do seu emprego pelos agricultores.

No que diz respeito às fontes de pesquisa usadas pelos alunos para compreensão e

resolução do caso, foram anexados artigos científicos sobre a questão a ser resolvida no “diário do caso”, além de recortes de reportagens extraídas de sites relacionados à Embrapa, Jornal da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) etc.. Também foi relatado e anexado no diário, o envio de e-mails para o docente responsável pelo Grupo de Ecologia Química e Comportamento de Insetos, da UFAL, pedindo informações sobre a questão da doença do anel vermelho, e para pesquisadores do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), neste caso para solicitar informações sobre a Técnica do Inseto Estéril. Os alunos obtiveram resposta de alguns pesquisadores e de outros não. Em uma das páginas do diário, também são descritas as várias fontes de busca utilizadas pelo grupo, que vão desde a consulta em bases de dados eletrônicas (Google, Scielo, Web of Science) até periódicos nacionais (Química Nova, Eclética Química, Ciência Hoje etc.). Os alunos também recorreram a conversas com um professor do Grupo de Química Ambiental do próprio Instituto.

O grupo G3 apresentou como solução para o caso o uso de armadilhas com o rincoforol e a conscientização dos agricultores sobre a praga devastadora e os prejuízos por ela causados. O Esquema 3 permite verificar que os argumentos produzidos pelo grupo apresentam uma boa estrutura. Foram apresentadas quatro justificativas, e destas, duas foram acompanhadas de conhecimentos básicos, de caráter teórico, que serviram de suporte para as conclusões. O grupo não fez uso de qualificadores nem de refutações.

Esquema 3 - Argumentos apresentados pelo grupo G3 para a resolução do Caso Praga do Coqueiro.

As informações fornecidas pelo grupo para fundamentar as suas conclusões foram analisadas e verificamos a sua coerência, de acordo com artigos científicos publicados sobre o assunto.

Não foi possível identificar no “diário do caso” as fontes de pesquisa utilizadas para sua resolução. Porém, nas referências bibliográficas citadas nos slides utilizados na apresentação oral, verificamos que o grupo apenas pesquisou em sites na Internet. Nenhuma referência à utilização de fontes primárias foi feita pela equipe.

5.2. RESOLUÇÃO DO CASO PRAGA DO COQUEIRO: UMA ANÁLISE GLOBAL

Os três grupos incumbidos de resolver o Caso Praga do Coqueiro concluíram que o uso do feromônio rincoforol era uma solução viável para o problema. No entanto, o grupo G2 aliou a Técnica do Inseto Estéril a esta solução, e o grupo G3 chamou atenção para a

questão da necessidade de conscientização dos produtores. Assim, as diferenças encontradas na forma como os grupos resolveram o caso sugerem que cada um deles procurou, de maneira independente, alternativas para o problema.

A partir da análise dos componentes dos argumentos produzidos pelos grupos G1, G2 e G3 verificamos que todos eles fizeram uso de dados fornecidos que fundamentaram suas conclusões. Nenhum dado empírico foi identificado nos argumentos dos grupos, uma vez que, todas as informações eram provenientes de artigos científicos ou sites da Internet. Também verificamos que os três grupos fizeram uso de justificativas, que permitiam passar dos dados para conclusão final. Apenas os grupos G1 e G3 apresentaram conhecimentos básicos, que atuaram como suporte para as justificativas dadas. Apenas na argumentação do grupo G2 foi identificada uma refutação, quando o mesmo mostrou uma condição excepcional em que as justificativas por eles empregadas não eram válidas ou suficientes para dar suporte a sua conclusão. Nenhum tipo de qualificador foi identificado nas falas dos alunos.

Com relação ao conteúdo dos argumentos dos estudantes, verificamos que todas as informações fornecidas pelos grupos eram condizentes com as informações contidas nos artigos científicos por nós utilizados para análise, com exceção do grupo G2 que apresentou informações contraditórias sobre questões relacionadas ao custo do feromônio para os produtores.

Quanto às fontes de pesquisa utilizadas pelos alunos, observamos que, com exceção do grupo G3, todos os grupos buscaram artigos científicos para auxiliá-los na compreensão e resolução dos casos. Outras fontes de pesquisa citadas pelos grupos foram os bancos de dados eletrônicos como o Scielo e o Web of Science, e sites de busca como o Google. Um dos grupos também enviou e-mails a pesquisadores, pedindo informações sobre o caso, além de procurar a ajuda de professores do próprio Instituto.

5.3. COMPONENTES DO ARGUMENTO IDENTIFICADOS NA APRESENTAÇÃO ORAL SOBRE A RESOLUÇÃO DO CASO DAS PRÓTESES

O caso denominado “*O Caso das Próteses*” fala sobre a situação de um jovem chamado João Carlos, vítima de um grave acidente de moto, que provocou uma grande fratura no seu maxilar. As seqüelas causadas pelo acidente fizeram com que o rapaz se tornasse uma pessoa triste, desmotivada e com dificuldades de se relacionar com as outras pessoas. Além disso, o jovem ficou com dificuldades para falar e mastigar comidas sólidas. A situação de João Carlos é complicada, pois a família não dispõe de recursos financeiros suficientes para busca de tratamento particular, tendo que recorrer ao Sistema Único de Saúde (SUS). Como futuros químicos, cabia aos grupos responsáveis pela resolução desse caso, ajudar a equipe de médicos a escolher o tipo de prótese mais adequado para o caso de João Carlos.

O Esquema 4 a seguir, ilustra os componentes dos argumentos presentes na apresentação oral do grupo G4 sobre a resolução do Caso das Próteses.

Esquema 4 - Argumentos apresentados pelo grupo G4 para a resolução do Caso das Próteses.

O grupo G4 sugeriu como solução para o caso o uso da prótese de mamona. Com relação à estrutura dos argumentos produzidos pelo grupo, verificamos o amplo uso de dados fornecidos sobre fatos ou informações relacionados ao caso. Quatro justificativas foram apresentadas, e destas, três contaram com um apoio, que consistia em algum conhecimento básico que serviu de suporte para as respectivas justificativas. Além disso, com o objetivo de qualificar a conclusão de que a prótese de mamona era a solução mais inovadora e a escolhida para resolução do caso, o grupo inseriu um qualificador modal, o uso do advérbio “certamente” diante da conclusão, com o intuito de indicar a força conferida pelas justificativas apresentadas. Nenhuma refutação foi identificada nos argumentos do grupo durante a apresentação.

A partir da análise do conteúdo dos argumentos produzidos pelo grupo,

constatamos que as informações utilizadas eram coerentes e condizentes com dados contidos em artigos científicos que tratam do assunto.

Quanto às fontes de pesquisa utilizadas pela equipe, verificamos que constavam no “diário do caso” vários materiais usados na investigação do problema. O primeiro material citado é um livro da área de odontologia, que trata da questão de implantes. Algumas páginas do livro foram copiadas e anexadas no diário. Artigos científicos e recortes de reportagens extraídas da Internet também foram anexados. O grupo ainda relatou o envio de e-mails para docentes, da área de odontologia, e a procura pelo professor responsável pela criação da prótese da mamona. Durante a conversa com este professor, os alunos coletaram mais reportagens, artigos e depoimentos sobre o assunto. O professor ainda mostrou fotos e materiais sintetizados a partir do polímero e cedeu uma pequena amostra de um material, que o grupo usou como ilustração no diário.

Assim como o grupo G4, o grupo G5 indicou o uso da prótese, sintetizada a partir do óleo da mamona, como a melhor resolução para o caso. A análise da argumentação do grupo, ilustrada no Esquema 5, permite verificar o uso de dados fornecidos. Ou seja, o grupo recorreu a fatos e informações que serviram de fundamento para a conclusão. Além disso, foram apresentadas cinco justificativas que permitiram passar dos dados para a conclusão final. O grupo também fez uso de dois enunciados de conhecimento básico, que apoiaram às suas respectivas justificativas. Refutações e qualificadores modais não foram empregados.

Esquema 5 - Argumentos apresentados pelo grupo G5 para a resolução do Caso das Próteses.

Quanto ao conteúdo dos argumentos do grupo, realizamos uma análise e verificamos que todas as informações fornecidas sobre a questão das próteses estavam de acordo com artigos científicos que tratam do assunto.

No que diz respeito às fontes de pesquisa utilizadas, verificamos, após a leitura do “diário do caso”, que o grupo não recorreu a livros ou artigos científicos para resolução do caso. Diversos sites da Internet foram consultados e todos os endereços eletrônicos foram citados no diário, assim como os recortes das reportagens. Durante as atividades, uma das alunas entrou em contato com um professor do curso de odontologia, da Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP) que se prontificou a ajudar nos procedimentos necessários para a resolução do caso, desde os exames a serem feitos na vítima até a identificação do material mais adequado a ser implantado. Tudo isso foi detalhado pelo professor em uma folha de

receituário, que foi anexada no diário. Os alunos desse grupo também recorreram a entrevistas com o professor responsável pela criação da prótese da mamona, que cedeu ao grupo imagens de cirurgias de implante de próteses. A entrevista com o professor foi gravada em uma mini-fita cassete, que foi anexada no “diário do caso”.

O grupo G6, assim como demais grupos que investigaram o Caso das Próteses, apresentou como solução para o problema o uso da prótese extraída do óleo da mamona. Quanto à estrutura dos argumentos produzidos pelo grupo, verificamos que o mesmo fez uso de dados fornecidos relacionados ao contexto do caso e a informações relativas a próteses, especialmente a extraída do óleo da mamona. Conforme ilustra o Esquema 6, três justificativas para a escolha da prótese da mamona foram apresentadas, todas apoiadas em algum conhecimento básico sobre o assunto. Qualificadores modais e refutações não foram identificados nos argumentos do grupo durante a apresentação oral.

Esquema 6 - Argumentos apresentados pelo grupo G6 para a resolução do Caso das Próteses.

Com relação ao conteúdo dos argumentos do grupo, todas as informações fornecidas foram analisadas e são condizentes com informações contidas em artigos

científicos relacionados ao assunto.

Com relação às fontes de pesquisa utilizadas pelo grupo, verificamos no “diário do caso” a existência de diversas reportagens sobre o assunto, todas extraídas de sites da Internet e anexadas ao diário. Nenhuma referência a artigo científico foi citada. O grupo também procurou um docente para esclarecimentos sobre o assunto, que explicou todo o processo envolvido na síntese da prótese de mamona. Contato com outros profissionais da área foram buscados, sem sucesso.

5.4. RESOLUÇÃO DO CASO DAS PRÓTESES: UMA ANÁLISE GLOBAL

A análise estrutural dos argumentos produzidos pelos grupos G4, G5 e G6, responsáveis pela resolução do Caso das Próteses, permite verificar que os três grupos estruturaram de forma adequada os seus argumentos. Todos fizeram uso de dados fornecidos, ou seja, apresentaram fatos relacionados ao assunto do caso, que serviram de fundamento para a conclusão que foi comum aos três grupos, de que a opção mais viável era o uso da prótese extraída do óleo da mamona. Cabe ressaltar que, apesar dos grupos terem chegado a mesma conclusão, as informações contidas nos “diários dos casos” demonstram os diferentes caminhos percorridos por cada um deles para chegar a ela. Todos os grupos apresentaram justificativas para o fato desta prótese ser a mais indicada para o caso e, além disso, todos recorreram a conhecimentos básicos, que serviram de suporte para as justificativas. Com o objetivo de qualificar sua conclusão, o grupo G4 inseriu um qualificador modal, que consistiu no uso do advérbio “certamente” diante da conclusão, com o intuito de indicar a força conferida pelas justificativas apresentadas. Nenhuma refutação foi identificada nos argumentos de nenhum desses grupos durante as apresentações.

Quanto ao conteúdo existente na argumentação dos alunos, podemos afirmar que

todos os grupos forneceram argumentos fidedignos sobre questões relacionadas às próteses, de acordo com informações contidas em artigos científicos.

No que diz respeito às fontes de pesquisa utilizadas, a análise dos “diários dos casos” nos permitiu verificar o empenho dos grupos na busca de informações confiáveis para compreensão e resolução dos casos. Todos os grupos recorreram a buscas na Internet e alguns deles, procuraram outras fontes como: livros, artigos científicos e entrevistas com especialistas no assunto.

5.5. COMPONENTES DO ARGUMENTO IDENTIFICADOS NA APRESENTAÇÃO ORAL SOBRE A RESOLUÇÃO DO CASO AMEAÇA NOS LARANJAIS

O caso intitulado “*Ameaça nos Laranjais*” informava os estudantes sobre uma estranha doença de origem misteriosa, que aniquila um pé de laranja em algumas semanas e representa atualmente a maior ameaça para a citricultura do Estado de São Paulo e do sul de Minas Gerais. No caso investigado, os laranjais de uma pequena região de Barretos apresentavam os sintomas característicos dessa doença, causando muita preocupação para um pequeno produtor. Como estudantes de química, os grupos responsáveis pela resolução do caso tiveram a missão de descobrir o que estava se passando nos pomares de laranja e propor possíveis alternativas de solução para o problema.

O Esquema 7 a seguir, ilustra os componentes dos argumentos presentes na apresentação oral do grupo G7 sobre a resolução do Caso Ameaça nos Laranjais.

Parte 1 **Parte 2** **Esquema 7** - Argumentos apresentados pelo grupo G7 para a resolução do Caso Ameaça nos Laranjais.

O grupo G7 sugeriu a adoção das seguintes medidas para solucionar o caso: a implantação da técnica de subenxertia na plantação de laranjas; a conscientização dos agricultores sobre a gravidade da doença em questão; o monitoramento do avanço da doença; o fomento às pesquisas realizadas com o objetivo de controlar a doença.

Na análise estrutural dos argumentos produzidos pelo grupo G7, foram identificadas duas conclusões, uma relacionada à resolução do caso e outra relacionada à identificação da doença que estava atacando os laranjais. Como para cada conclusão foram apresentados dados e justificativas, dividimos os argumentos em duas partes. Na primeira parte, o grupo concluiu que os laranjais sofriam de uma doença chamada morte súbita dos

citros (MSC). Para isso, o grupo apresentou dados fornecidos e um dado hipotético; relacionados ao contexto do caso, aos sintomas da planta e às possíveis doenças causadoras. Na justificativa, uma das possibilidades foi descartada, devido à ausência de um dos sintomas característicos da doença do amarelinho. Assim, com o objetivo de qualificar a conclusão, o grupo apresentou um qualificador modal, ou seja, usou o advérbio “provavelmente”, que serviu para indicar a força conferida pela justificativa apresentada. Na segunda parte, o grupo apontou uma série de ações que deveriam ser realizadas para combater e controlar a doença. Para tanto, o grupo utilizou dados fornecidos, ou seja, apresentou fatos relacionados à técnica da subenxertia, além de uma justificativa baseada em um conhecimento básico, sobre a técnica apontada como melhor solução para o caso. Não foram identificadas refutações nos argumentos do grupo.

A partir da análise do conteúdo dos argumentos ilustrados na Parte 1 do Esquema 7, verificamos incoerências em algumas informações. No DF1 observamos que o grupo se equivocou quanto aos personagens do caso, pois quem procurou a ajuda dos estudantes de química foi Alfredo e não seu pai Joaquim. Na justificativa, o grupo descartou a possibilidade de ser a doença do amarelinho a causadora dos sintomas dos laranjais, devido ao fato de não haver a diminuição do fruto. Porém, de acordo com um manual fornecido pelo Fundo de Defesa da Citricultura (FUNDECITRUS), que é um órgão que realiza e financia pesquisas científicas para a descoberta de formas de controle ou manejo de doenças e pragas que afetam laranjais, a morte súbita dos citros provoca diminuição no tamanho, peso e quantidade de frutos. Logo, a justificativa não é adequada para a conclusão ilustrada na Parte 1. Com relação à Parte 2, as informações fornecidas são coerentes e podem ser facilmente comprovadas em diversos artigos publicados sobre o assunto e em materiais fornecidos pela FUNDECITRUS. Quanto à conclusão do grupo, dentre as diversas ações apontadas para resolução do caso, vale ressaltar a preocupação com relação à necessidade de mais pesquisas que visem controlar e

combater a doença que ameaça os pomares de laranja de algumas regiões.

Quanto às fontes de pesquisa utilizadas, há relatos no “diário do caso” de que o grupo recorreu a buscas em bancos de dados como o Scielo, e encontrou artigos científicos recentes sobre o assunto. Diversos sites da Internet foram consultados, inclusive o site da FUNDECITRUS. Não foram anexados artigos ou reportagens ao diário.

O grupo G8 sugeriu como solução para o caso a implantação da técnica de subenxertia na plantação de laranjas e a utilização de joaninhas. Assim como ocorreu com o argumento do grupo G7, também identificamos duas conclusões no argumento apresentado por este grupo G8: uma relacionada à identificação da doença e a outra à sua resolução. Como dados e justificativas foram usados para cada uma das conclusões, dividimos o argumento em duas partes, ilustradas no Esquema 8.

Parte 1

Parte 2

Esquema 8 - Argumentos apresentados pelo grupo G8 para a resolução do Caso Ameaça nos Laranjais.

No argumento ilustrado na Parte 1 do Esquema 8 é apresentado um dado fornecido. A justificativa usada pelo grupo não é explicitada, mas fica subentendida no contexto, quando eles apresentam os sintomas da doença e chegam à conclusão que se trata da MSC. No argumento ilustrado na Parte 2, o grupo apresentou dados fornecidos relacionados às medidas de combate à doença. As justificativas J1 e J2 dizem respeito às medidas apontadas pelo grupo como resolução para o caso. Refutações, qualificadores modais e conhecimentos básicos não foram identificados nos argumentos do grupo.

Quanto ao conteúdo da argumentação ilustrado na Parte 1, observamos que na colocação do dado fornecido, o grupo se equivocou no que diz respeito ao local de ocorrência do caso, que não se passou na cidade de Comendador Gomes, e sim em Barretos. Ademais, nenhum dos garotos morava em Comendador Gomes. A justificativa ilustrada nesta parte está implícita nos argumentos do grupo, já que por meio dos sintomas apresentados, seus membros chegaram a conclusão que se tratava da doença MSC. Na Parte 2, os dados fornecidos e as justificativas são condizentes com informações contidas em artigos científicos e livros que tratam do assunto. A conclusão do grupo, sobre as medidas a serem tomadas para resolução do problema, é coerente com os dados e justificativas apresentados.

No que diz respeito às fontes de pesquisa utilizadas, verificamos no “diário do caso” que artigos científicos e reportagens extraídas da Internet foram utilizados na resolução do caso e anexados ao diário, assim como um manual sobre a MSC, fornecido pela FUNDECITRUS.

A partir da análise estrutural dos argumentos produzidos pelo grupo G9, que se encontram ilustrados no Esquema 9, verificamos que este grupo teve dificuldades em formular argumentos bem estruturados e interligados, apesar de apresentar muitas informações e demonstrar muito conhecimento sobre o assunto estudado.

Esquema 9 - Argumentos apresentados pelo grupo G9 para a resolução do Caso Ameaça nos Laranjais.

Diferentemente dos outros grupos, este não apresentou uma conclusão em relação à resolução do caso. 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. A única conclusão que se conseguiu extrair dos argumentos do grupo é relacionada à identificação da doença. A justificativa não foi explicitada oralmente, mas fica subentendida no contexto, quando eles apresentam os sintomas da doença e concluem que se trata da doença denominada morte súbita dos citros. Qualificadores, refutações e justificativas explícitas não foram identificados nos argumentos do grupo.

Quanto ao conteúdo dos argumentos produzidos pelo grupo G9, constatamos a pertinência de todas as informações apresentadas.

A partir da análise do “diário do caso” verificamos que, além de artigos científicos e reportagens extraídas na Internet, o grupo também anexou no diário algumas cópias de capítulos de livros relacionados a doenças de plantas. Uma reportagem do Jornal Folha de São Paulo, sobre a doença, e o manual fornecido pela FUNDECITRUS, também estavam presentes no diário do grupo. Além disso, o grupo relatou a realização de uma entrevista com um engenheiro agrônomo, que forneceu muitas informações sobre a doença.

5.6. RESOLUÇÃO DO CASO AMEAÇA NOS LARANJAIS: UMA ANÁLISE GLOBAL

Os três grupos responsáveis pela resolução do Caso Ameaça nos Laranjais chegaram a mesma conclusão, de que a doença que estava comprometendo os laranjais era a MSC. Os grupos G7 e G8 também concluíram que a melhor solução para combater a doença era a subenxertia. No entanto, os dois grupos associaram a técnica a outras medidas de combate e controle. O grupo G7 chamou 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. Já o grupo G8 achou conveniente associar a técnica ao controle biológico, que consistia em usar predadores naturais do besouro transmissor, que no caso eram as joaninhas. Percebemos que, apesar dos grupos sugerirem soluções similares para o caso, eles chegaram a estas por caminhos diferentes. Provavelmente, apesar de terem trabalhado com o mesmo caso, ambos tomaram decisões de maneira independente. Com relação ao grupo G9, nenhuma conclusão sobre a resolução do caso foi apresentada.

A partir da análise estrutural dos argumentos dos grupos G7, G8 e G9 verificamos que todos fizeram uso de dados fornecidos e um deles, o grupo G7, apresentou um dado hipotético. Foi possível extrair dos três grupos conclusões sobre a identificação da doença que atacava os laranjais, uma vez que, diferentemente dos outros casos já discutidos, a origem do problema envolvido neste caso era totalmente desconhecida para os alunos, que tinham que descobri-la. Na argumentação ilustrada na Parte 1 do Esquema 7 identificamos um qualificador modal, e na Parte 2 do mesmo grupo, um conhecimento básico, de caráter teórico, que atuou como suporte para a respectiva justificativa. Tais componentes não foram identificados nos argumentos dos outros grupos que resolveram este caso. Os três grupos apresentaram justificativas para chegar às suas conclusões, porém, algumas delas não foram

explicitadas pelos alunos, e ficaram subentendidas no contexto. O grupo G9 apresentou dificuldades em estruturar os argumentos, embora muitas informações isoladas tenham sido fornecidas por este grupo.

Quanto ao conteúdo dos argumentos dos alunos, o grupo G7 apresentou uma justificativa inadequada para a conclusão ilustrada na Parte 1 do Esquema 7. Também verificamos equívocos por parte dos grupos G7 e G8 em relação aos personagens e as informações fornecidas na narrativa do caso. As demais informações se mostraram coerentes e foram facilmente comprovadas em artigos publicados sobre o assunto e em outros materiais fornecidos pela FUNDECITRUS.

Em relação às fontes de pesquisa utilizadas pelos grupos, verificamos que os três grupos recorreram a artigos científicos, a reportagens extraídas da Internet e informações fornecidas pela FUNDECITRUS. O grupo G9, apesar de não ter estruturado os seus argumentos a contento, mostrou bastante competência na busca por informações. Além das fontes citadas acima, o grupo também recorreu a livros relacionados ao assunto, a uma reportagem extraída do Jornal Folha de São Paulo e uma entrevista com um engenheiro agrônomo, especialista no assunto.

5.7.COMPONENTES DO ARGUMENTO IDENTIFICADOS NA APRESENTAÇÃO ORAL SOBRE A RESOLUÇÃO DO CASO POLUIÇÃO EM RONDÔNIA

O caso denominado “*Poluição em Rondônia*” colocava os estudantes a par de alguns problemas relacionados à contaminação dos rios da região de Guarájá-mirim, no noroeste de Rondônia, próximo à Bolívia. No caso, uma índia de trinta e cinco anos procura ajuda médica, devido à manifestação de alguns sintomas como fraqueza e perda de visão. O médico tinha algumas suspeitas, uma vez que outras pessoas da região o haviam procurado com as mesmas queixas e, então, decide investigar melhor sobre o que está acontecendo, antes

de apresentar qualquer diagnóstico. Como futuros profissionais de química, cabia aos grupos responsáveis pela resolução do caso, a missão de esclarecer o médico sobre o que estava acontecendo na região e, assim, apresentar alternativas para resolução do problema que estava afetando os moradores de Guarajá-mirim.

O Esquema 10 a seguir, ilustra os componentes dos argumentos presentes na apresentação oral do grupo G10 sobre a resolução do Caso Poluição em Rondônia.

Parte 1

Parte 2

Esquema 10 - Argumentos apresentados pelo grupo G10 para a resolução do Caso Poluição em Rondônia.

Nos argumentos apresentados pelo grupo G10 foram identificadas duas conclusões: uma relacionada à identificação da causa da contaminação dos índios e a outra às alternativas de solução para o caso. A primeira fica subentendida durante a apresentação da justificativa, em que é feita uma correlação dos sintomas apresentados em Guajará-mirim e os que foram causados por um incidente ocorrido em Minamata, no Japão, devido a contaminação por mercúrio. A segunda refere-se ao que pode ser feito para controlar a situação. A partir da análise estrutural dos argumentos produzidos pelo grupo G10 observamos que o mesmo fez uso de dados fornecidos. Ou seja, apresentou informações extraídas do próprio caso e das pesquisas realizadas durante a investigação. Na argumentação ilustrada na Parte1 do Esquema 10, apenas uma justificativa foi colocada pelo grupo. Na Parte 2 do Esquema 10, a justificativa apresentada é acompanhada de um conhecimento básico, que lhe serviu de suporte. Refutações e qualificadores modais não foram identificados nos argumentos desse grupo.

No que diz respeito ao conteúdo dos argumentos do grupo, verificamos que todas as informações fornecidas eram coerentes e tinham respaldo científico.

Não foi possível identificar as fontes de pesquisa utilizadas por este grupo, pois o mesmo não entregou o “diário do caso”. A gravação em fita da apresentação oral também não permitiu a verificação deste tipo de informação.

A estrutura dos argumentos produzidos pelo grupo G11 não foi muito complexa, conforme ilustra o Esquema 11, apresentado a seguir. Foi possível extrair apenas os elementos fundamentais de um argumento: dados, conclusão e justificativa. Além de dados fornecidos, também foi identificado um dado hipotético, durante a apresentação oral do grupo. Refutações, conhecimentos básicos e qualificadores modais não foram identificados nos argumentos do grupo.

Esquema 11 - Argumentos apresentados pelo grupo G11 para a resolução do Caso Poluição em Rondônia.

Com relação ao conteúdo dos argumentos do grupo, verificamos que todas as informações eram coerentes e fundamentadas em pesquisas realizadas sobre o assunto. Devido ao fato de não ter encontrado soluções viáveis para a resolução do caso, o grupo concluiu que somente é possível adotar medidas preventivas.

No que diz respeito às fontes de pesquisa utilizadas, a partir da análise do “diário do caso”, constatamos que o grupo recorreu a sites da Internet, pois recortes de reportagens extraídas de tal fonte estavam anexadas ao diário. O grupo também relatou a realização de buscas em bancos de dados como o Dedalus, Sibnet e Scielo, além do envio de e-mails para pesquisadores da Universidade Federal de Rondônia. O grupo também utilizou uma tese de doutorado da Universidade de São Paulo e artigos científicos extraídos de periódicos nacionais. Uma entrevista com uma professora da área de química ambiental também foi feita pelo grupo.

Não foi possível construir um esquema que ilustrasse os argumentos produzidos pelo grupo G12. Tivemos dificuldades durante a gravação da apresentação oral deste grupo. Este tipo de ocorrência não é surpreendente, conforme destaca Jiménez Aleixandre (2003). Segundo esta pesquisadora, a análise de discursos em sala de aula não está isenta de dificuldades relacionadas à exposição oral de determinados alunos (ressalta a necessidade de

elaboração de métodos para colher dados destes alunos, que podem ter idéias muito interessantes, que não conseguem expor em voz alta) e a obstáculos técnicos como dificuldades para a gravação de discussões entre várias pessoas.

Desta forma, foi possível apenas tirar algumas conclusões baseadas na análise do “diário do caso” produzido pelo grupo. Verificou-se que o grupo recorreu a muitos sites da Internet e a um artigo científico extraído de um periódico nacional. Muitas pesquisas sobre a contaminação com mercúrio e suas possíveis soluções estavam contidas no diário.

5.8. RESOLUÇÃO DO CASO POLUIÇÃO EM RONDÔNIA: UMA ANÁLISE GLOBAL

No que diz respeito à resolução do caso, os grupos G10 e G11 concordaram sobre as dificuldades em encontrar soluções viáveis para o problema. Porém, se preocuparam em apresentar diferentes medidas de prevenção para a situação. O grupo G10 concluiu que um trabalho de conscientização da população sobre as conseqüências da poluição do rio com mercúrio deveria ser realizado, enquanto o G11 optou pela utilização de uma bactéria, que ainda está em fase de pesquisas, aliada a um método de transferência de energia. Tais conclusões revelam a independência dos grupos na busca por soluções para o caso.

A partir da análise dos argumentos produzidos pelos grupos G10 e G11, verificamos que dados fornecidos foram amplamente utilizados. Apenas um dado hipotético foi apresentado pelo grupo G11. Os argumentos do grupo G10 foram divididos em 2 partes (Parte 1 e Parte 2 do Esquema 10), uma vez que duas conclusões foram identificadas. Poucas justificativas foram apresentadas pelos grupos G10 e G11 e apenas uma delas, ilustrada na Parte 2 do Esquema 10, estava apoiada em conhecimento básico. Qualificadores modais e refutações também não foram identificados nos argumentos dos grupos. Acreditamos que esta

baixa ocorrência de componentes nos argumentos dos dois grupos pode estar relacionada com o fato do Caso Poluição em Rondônia não apresentar, realmente, possibilidade de solução, apenas de adoção de medidas de prevenção. Esta situação pode ter desestimulado os alunos e tornado a sua tarefa mais difícil do que a dos demais grupos.

Quanto às fontes de pesquisa utilizadas, constatamos que os grupos G11 e G12 recorreram a buscas na Internet e a artigos científicos. O grupo G11 relatou ainda buscas de artigos em bancos de dados, envio de e-mails para pesquisadores, utilização de uma tese de doutorado e entrevista com uma professora da área de química ambiental. Quanto ao grupo G10, não foi possível identificar as fontes de pesquisas utilizadas pelos alunos, uma vez que o “diário do caso” não foi por eles produzido.

5.9.COMPONENTES DO ARGUMENTO IDENTIFICADOS NA APRESENTAÇÃO ORAL SOBRE A RESOLUÇÃO DO CASO DOENÇA DE GRANJA

O caso intitulado “*Doença de Granja*” tratava de uma doença aviária, que não matava o frango, mas, ao provocar infecção intestinal, fazia com que o animal perdesse a capacidade de transformar a ração consumida em peso, e conseqüentemente, acarretava uma diminuição na eficiência de crescimento normal do frango de corte. No caso proposto, os frangos de uma granja, localizada em Monte Alegre do Sul, Estado de São Paulo, estavam apresentando os sintomas acima citados, o que era motivo de muita preocupação para o proprietário da granja. Como futuros pesquisadores da área de química, os grupos incumbidos de resolver o caso tinham a missão de esclarecer o proprietário sobre o que estava acontecendo com as aves e ajudá-lo a encontrar a melhor solução para o problema.

O Esquema 12 a seguir, ilustra os componentes dos argumentos presentes na apresentação oral do grupo G13 sobre a resolução do Caso Doença de Granja.

Esquema 12 - Argumentos apresentados pelo grupo G13 para a resolução do Caso Doença de Granja.

A análise estrutural dos argumentos produzidos pelo grupo G13 permitiu verificar que o grupo fez um amplo uso de dados fornecidos e justificativas apoiadas em conhecimento básico, de caráter teórico. Refutações e qualificadores modais não foram identificados nos argumentos do grupo.

O grupo apresentou como solução para o caso a utilização da vacina viva, desenvolvida na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Quanto ao conteúdo dos argumentos produzidos pelo grupo, constatamos que todas as informações fornecidas são coerentes e podem ser comprovadas em artigos científicos e em notícias divulgadas no Jornal da Unicamp, disponíveis na Internet.

Quanto às fontes de pesquisas utilizadas pelo grupo, verificamos, por meio do “diário do caso”, que o grupo recorreu a sites da Internet, inclusive o site da Unicamp, e a artigos científicos que tratam do assunto. O grupo também relatou o envio de e-mail para pesquisadores, mas sem obtenção de resposta.

O grupo G14 optou como solução para o caso o tratamento dos frangos com um peptídeo, também desenvolvido na Unicamp. O Esquema 13 a seguir, ilustra os componentes dos argumentos presentes na apresentação oral do grupo G14 sobre a resolução do Caso Doença de Granja.

Esquema 13 - Argumentos apresentados pelo grupo G14 para a resolução do Caso Doença de Granja.

Vários dados fornecidos sobre o caso foram apresentados nos argumentos produzidos pelo grupo G14. Além disso, três justificativas foram propostas, todas apoiadas em algum conhecimento básico. Refutações e qualificadores modais não foram identificados nos argumentos do grupo. Um fato interessante, é que este foi o único grupo em que os integrantes optaram por assumir o papel de personagens do caso, como pode ser verificado no componente DF1, em que a aluna fala que o Sr. Arnaldo, personagem do caso, é tio da Karina (nome fictício), uma das integrantes do grupo.

Quanto ao conteúdo dos argumentos, constatamos que todas as informações

fornecidas pelo grupo foram fundamentadas em artigos científicos e em informações sobre pesquisas divulgadas no site da Unicamp.

No que diz respeito às fontes de pesquisas utilizadas pelo grupo, verificamos, por meio do “diário do caso”, que o grupo recorreu a vários sites da Internet, principalmente ao site da Unicamp. O grupo também utilizou artigos científicos extraídos de periódicos da área de avicultura. Também é relatado pela equipe o envio de e-mails para uma pesquisadora da Unicamp, que se mostrou muito atenciosa ao fornecer algumas informações sobre o assunto e indicar outras fontes de pesquisa que pudessem ajudar o grupo.

O grupo G15 optou como solução para o caso o tratamento dos frangos com a microbiota cecal liofilizada e congelada. O Esquema 14 a seguir, ilustra os componentes dos argumentos presentes na apresentação oral do grupo G15 sobre a resolução do Caso Doença de Granja.

Esquema 14 - Argumentos apresentados pelo grupo G15 para a resolução do Caso Doença de Granja.

A partir da análise estrutural dos argumentos do grupo G15 verificamos que o mesmo apresentou vários dados fornecidos relacionados ao caso e às formas de combate da doença. Um dado hipotético sobre as possíveis causas da doença também foi identificado.

Apenas uma justificativa foi apresentada pelo grupo, que não contou com o apoio de nenhum conhecimento básico. Qualificadores modais e refutações não foram identificados nos argumentos desse grupo.

Em relação ao conteúdo dos argumentos desse grupo, constatamos que os dados fornecidos e a justificativa por eles apresentados são fundamentados em diversas pesquisas relacionadas ao assunto sendo, portanto, fidedignas.

Quanto às fontes de pesquisa utilizadas pelo grupo, no “diário do caso” são relatadas às diversas buscas por artigos científicos em bancos de dados com o Scielo e o Web of Science. Os títulos dos artigos que foram utilizados pelo grupo são citados no diário, mas não se encontravam anexados ao diário. Não há referências de pesquisas em sites de busca. O grupo relatou ainda o pedido de auxílio a um aluno do Curso de Biologia da Universidade Federal de São Carlos, que deu maiores explicações sobre o ciclo da doença e forneceu algumas fotos, que foram utilizadas como ilustração nos slides produzidos pelo grupo.

5.10. RESOLUÇÃO DO CASO DOENÇA DE GRANJA: UMA ANÁLISE GLOBAL

Todos os grupos responsáveis pela resolução do caso chegaram a conclusões diferentes quanto à melhor solução a ser adotada. Fato que confirma o que já havia sido observado para os demais grupos, no que diz respeito à maneira independente com que trabalharam. A partir da análise dos argumentos produzidos pelos grupos G13, G14 e G15 verificamos que todos usaram muitos dados fornecidos, o que demonstra o empenho na busca de informações em diversas fontes disponíveis. Apenas o grupo G15 apresentou, além dos dados fornecidos, um dado hipotético. Os grupos G13 e G14 apresentaram uma série de justificativas para suas conclusões, todas elas fundamentadas em conhecimentos básicos, de

caráter teórico. Qualificadores modais e refutações não foram utilizados por nenhum dos grupos.

Quanto ao conteúdo dos argumentos dos grupos, constatamos a coerência das informações por eles fornecidas, que foram, em grande parte, baseadas em pesquisas realizadas na Unicamp e em artigos científicos relacionados à área de avicultura.

No que diz respeito às fontes de pesquisa, a Internet foi bastante utilizada como meio de informações, especialmente o site da Unicamp. Artigos científicos extraídos de periódicos nacionais e internacionais também foram muito utilizados pelos grupos. O envio de e-mails para pesquisadores da área, assim como pedido de auxílio a alunos de biologia de outra instituição também foi relatado pelos alunos no “diário do caso”.

5.11.COMPONENTES DOS ARGUMENTOS NOS CASOS SOLUCIONADOS: UMA ANÁLISE COMPARATIVA

Alguns estudos reportados na literatura buscam mecanismos capazes de fornecer indícios quanto à qualidade dos argumentos produzidos pelos alunos em cursos de ciências. Jiménez Aleixandre et al. (2003) consideram de boa qualidade os argumentos que são acompanhados de justificativas. Nesta perspectiva, os argumentos produzidos pelos alunos na resolução dos casos propostos podem ser considerados como de boa qualidade, uma vez que todos eles foram acompanhados de justificativas.

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 (1958), nas falas dos alunos. Ou seja, as combinações que possuem um maior número de componentes, são típicas de um argumento mais bem elaborado. Os autores assumem que, um argumento que possua “conclusão-dado-justificativa” é menos sofisticado do que um argumento que tenha “conclusão-dado-justificativa-refutação”. Desta maneira,

sugerem combinações dupla, tripla, quádrupla ou quántupla de componentes, como indicativas de ordem crescente de complexidade do argumento. Por exemplo: CD (conclusão-dado); CJ (conclusão-justificativa); CDJ (conclusão-dado-justificativa); CDB (conclusão-dado-backing); CDR (conclusão-dado-refutação); CDJB (conclusão-dado-justificativa-backing); CDJR (conclusão-dado-justificativa-refutação); CDJQ (conclusão-dado-justificativa-qualificador); CDJBQ (conclusão-dado-justificativa-backing-qualificador). Estas combinações do *Toulmin's Argument Pattern* (TAP) servem, portanto, para indicar a qualidade da argumentação dos alunos.

Na análise da qualidade dos argumentos apresentados pelos alunos para solucionar os casos, adotamos a metodologia proposta por Erduran et al. (2004) e observamos as tendências nos discursos dos grupos, segundo a distribuição no TAP. Os dados obtidos encontram-se sumarizados na Figura 3. O eixo *x* indica as características do TAP que foram usadas pelos alunos em diferentes combinações. O eixo *y* ilustra a número de vezes que cada combinação do TAP ocorreu no discurso dos alunos. Ou seja, o gráfico indica o número de vezes que cada argumento foi formulado em termos de combinações características do TAP.

Figura 3 – Frequência do TAP nos argumentos produzidos pelos alunos na resolução dos cinco casos.

Como podemos observar na Figura 3, cinco tipos de combinações das características do TAP foram identificados nos discursos dos alunos durante as apresentações dos casos, em diferentes frequências. Verificamos que a combinação do tipo “conclusão-dado-justificativa” (CDJ) foi usada pelos grupos em uma frequência de sete vezes e a combinação do tipo “conclusão-dado-justificativa-backing” (CDJB), em que um conhecimento básico é adicionado à argumentação com o objetivo de fundamentar a justificativa, foi encontrada em uma frequência de oito vezes. Estes números sugerem a habilidade dos alunos em utilizarem os elementos, que segundo Toulmin (1958), são fundamentais na composição de um argumento, e em recorrerem a uma combinação um pouco mais complexa quando possuem informações que servem de suporte para as justificativas apresentadas. Em contrapartida, combinações do tipo “conclusão-dado-justificativa-refutação” (CDJR) e “conclusão-dado-justificativa-qualificador” (CDJQ) também

foram identificadas nos discursos dos alunos, no entanto, apenas uma vez, cada uma delas. A única combinação composta por cinco elementos foi a do tipo “conclusão-dado-justificativa-backing-qualificador” (CDJBQ), identificada apenas uma vez no discurso dos alunos. A pouca ocorrência destas combinações provavelmente relaciona-se às dificuldades dos alunos em inserir elementos como refutações e qualificadores modais em seus argumentos.

Acreditamos que, embora a atividade proposta tenha atingido o objetivo de estimular a elaboração de argumentos por parte dos alunos, e que os argumentos produzidos possam ser considerados de boa qualidade, o estudo aqui descrito aponta para uma outra necessidade, que já vem sendo atendida em alguns países (JORGE e PUIG, 2000; ZOHAR E NEMET, 2002) e que, até onde vai o nosso conhecimento, não está sendo considerada em cursos de ciências no Brasil: é preciso ensinar os alunos a arte da argumentação, apresentando para eles os componentes do argumento e desenvolvendo estratégias que os levem à produção de bons argumentos.

Com o intuito de averiguarmos o quanto cada um dos casos elaborados estimulou determinados tipos de combinações do TAP nos argumentos dos alunos durante as apresentações orais sobre a resolução dos casos, analisamos a quantidade de vezes que cada uma das combinações aparece na resolução de cada caso (Figura 4).

Figura 4 – Frequência do TAP em relação a cada um dos casos solucionados pelos alunos

A partir da análise da Figura 4, observamos que o Caso Praga do Coqueiro estimulou a elaboração de três tipos distintos de combinações do TAP, sendo que uma das combinações, a do tipo CDJB, é identificada duas vezes no discurso dos alunos que ficaram responsáveis pela resolução do caso. Foi o único caso em que foi identificada a combinação do tipo CDJR. Este foi um dos casos em que os estudantes demonstraram maior desenvoltura para sua resolução. Isso pode ser devido ao grande número de pesquisas existentes sobre o assunto e a grande variedade de alternativas de soluções encontradas para o caso, que permitiu que os alunos pudessem avaliar a questão com maior profundidade e sem grandes empecilhos.

No que diz respeito ao Caso das Próteses verificamos nos argumentos estruturados pelos grupos responsáveis pela resolução deste caso, a presença de apenas dois tipos de combinações do TAP. Uma delas é a do tipo CDJB, que aparece por duas vezes nas falas dos alunos, e a outra é a CDJBQ, combinação mais complexa dentre as identificadas nos

discursos dos grupos. A maior complexidade nos argumentos dos estudantes que resolveram este caso pode estar relacionada ao grande número de informações que lhes foram fornecidas, inclusive por pesquisadores diretamente envolvidos na questão abordada no caso, que além de informações, também forneceram imagens e amostras de material relacionados à questão das próteses. Tais acontecimentos, provavelmente, estimularam a criatividade destes alunos, fato que pôde ser observado na forma como as resoluções do caso foram apresentadas e pelos argumentos fornecidos pelos grupos.

Três diferentes tipos de combinações foram identificados nas apresentações dos grupos incumbidos de solucionar o Caso Ameaça nos Laranjais. Uma delas, a do tipo CDJ, aparece por três vezes nos discursos dos grupos, as do tipo CDJB e CDJQ aparecem uma única vez. Foi o único caso em que foi identificada a combinação do tipo CDJQ. Os grupos responsáveis pela resolução do caso não demonstraram dificuldades em solucioná-lo e uma maior quantidade de argumentos foram formulados por esses grupos. Isto porque dois dos grupos apresentaram duas conclusões, uma relacionada à resolução do caso e outra à origem da doença, e para cada uma destas, outros elementos do argumento foram adicionados.

O Caso Poluição em Rondônia, como já explicado anteriormente, foi o caso que, de acordo com os alunos, apresentou maiores dificuldades de resolução, devido à complexidade envolvida no problema. Todos os grupos responsáveis pela resolução desse caso alegaram a ausência de soluções viáveis para sua resolução. Possivelmente, esta é a razão pela qual os grupos tiveram dificuldades em estruturar argumentos mais complexos. Na análise do discurso dos grupos que resolveram esse caso, a combinação do tipo CDJ aparece por duas vezes, e a do tipo CDJB aparece uma única vez nas falas dos estudantes.

Nas apresentações orais sobre o Caso Doença de Granja foram identificados dois tipos de combinações: a do tipo CDJ e a do tipo CDJB. A primeira aparece apenas uma única vez, enquanto que a segunda é verificada por duas vezes nas falas dos alunos. Os grupos que

resolveram este caso, apesar de seus argumentos não apresentarem grande complexidade, demonstraram desenvoltura na exposição das suas idéias.

5.12. COMPONENTES DOS ARGUMENTOS IDENTIFICADOS NAS DISCUSSÕES QUE SUCEDERAM AS APRESENTAÇÕES ORAIS DOS GRUPOS

Conforme mencionamos anteriormente, os horários reservados para as apresentações orais foram organizados de tal modo que reuniram, em cada ocasião, três grupos com casos distintos. Isso com a intenção de tornar a atividade menos cansativa e pouco repetitiva. Porém, 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 conseguimos extrair da grande maioria das discussões os componentes do argumento de Toulmin (1958). 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 ao mini-simpósio e fez vários questionamentos que favoreceram a elaboração de argumentos por parte do grupo expositor.

Os argumentos apresentados pelos alunos do grupo expositor foram analisados do ponto de vista estrutural, inspirado no modelo de Toulmin (1958) e na adaptação de Jiménez Aleixandre et al. (1998), por meio da identificação de componentes presentes nos argumentos isolados de cada indivíduo. Cada “tomada de palavra”, por um determinado sujeito falante, corresponde a um turno de fala. Buscamos transcrever todas as falas dos alunos durante a discussão, preservando ao máximo suas características originais. O Quadro 5 mostra a discussão após a apresentação da resolução do caso pelo grupo formado pelos alunos Pedro, Lia, Marcos e Débora (nomes fictícios). Jonas é membro de outro grupo que trabalha com o

mesmo caso, e faz alguns questionamentos sobre a resolução do caso. A alternativa considerada como sendo a melhor pelo grupo expositor foi o uso do feromônio sintético rincoforol, combinada com a Técnica do Inseto Estéril (TIE).

Turno da fala	Locutor	Enunciado	Componentes do argumento
1	Jonas	<i>A técnica da emissão de radiação, na minha opinião, visa grandes agricultores. No caso seria um pequeno agricultor, será que seria vantajoso o custo da técnica para o agricultor? Seria viável esta técnica para ele, por que por ser nova, o preço talvez influenciaria?</i>	Oposição
2	Pedro	<i>Inicialmente, não é uma técnica nova, porque já vem sendo pesquisada há algum tempo. É nova pra nós aqui. Mas é viável, porque o rincoforol, ele é caro, utiliza reagentes caros, então associando essa técnica, poderia assim estar diminuindo os custos da produção.</i>	Hipótese
3	Lia	<i>A gente tem um artigo, se quiser a gente mostra, que tem no cabeçalho, na própria introdução... o rincoforol é sintetizado com reagentes importados e os pequenos produtores só tem acesso a esse feromônio porque tem um convênio com a Universidade Federal de Alagoas, que oferece esse feromônio a um preço de custo, a um preço acessível para esses pequenos produtores.</i>	Dado fornecido
4	Jonas	<i>É...A UFAL vende para pequenos agricultores a 5 reais, não seria vantajoso não?</i>	Oposição
5	Lia	<i>É, só que fica oneroso pra universidade tá adquirindo esses reagentes.</i>	Justificativa
6	Marcos	<i>Só que a utilização desse feromônio, você pegaria, mataria, mas não resolve o problema.</i>	Justificativa
7	Deborah	<i>No fundo você vai ter que ficar usando o rincoforol pra sempre, porque os besouros não vão desaparecer de uma hora pra outra e vai continuar ocorrendo a reprodução dos besouros, então você vai ter que usar para sempre o rincoforol. Com essa técnica a longo prazo é mais viável economicamente, porque você vai exterminar os besouros de uma vez.</i>	Conclusão com justificativa
8	Lia	<i>Aí, você acaba com o problema do besouro, salva a população, salva a economia local e vivemos felizes para sempre.</i>	Conclusão
9	Marcos	<i>É um caso relevante porque 80% da produção de Coco vem do Nordeste.</i>	Dado Fornecido
10	Lia	<i>É porque no Norte a umidade do ar é muito alta, então a ocorrência de fungos no coco é muito elevada, de doenças causadas por fungos, e na região centro-oeste e sudeste a temperatura anual não é alta o suficiente para o coqueiro ter bom desenvolvimento, então o lugar propício mesmo é o Nordeste.</i>	Conclusão com Justificativa
11	Jonas	<i>Foi citado que o rincoforol elimina o besouro, mas ele atrai o besouro, né?</i>	Oposição
12	Marcos	<i>Existem vários tipos de feromônios, como o Pedro apresentou, o de agregação, de trilha, de reprodução, de acasalamento, etc. No caso do rincoforol ele é um feromônio liberado pelo inseto que foi feito em laboratório, certo? Tanto que foi exposto um quadro falando sobre a associação do rincoforol com a cana-de-açúcar e abacaxi. Ele potencializa de alguma forma essa agregação, porque há no artigo tratado...</i>	Dado fornecido
13	Deborah	<i>O Jonas quis dizer, tudo bem... o rincoforol, é uma forma de</i>	

		<i>eliminar o besouro, mas os que forem capturados, não são todos que são capturados... os que não forem capturados por qualquer que seja o motivo, vão continuar com a produção e vão continuar causando danos no coqueiro.</i>	Refutação
14	Jonas	<i>O nematóide também pode ser transmitido pelas raízes, a eliminação do besouro não é só o único método de acabar com a doença. Existem também, por exemplo, os cuidados com os instrumentos utilizados na lavoura para que o nematóide não seja transmitido!</i>	Oposição
15	Deborah	<i>A gente leu no artigo que nessa região a causa mais significativa na transmissão da doença é o besouro.</i>	Dado fornecido
16	Jonas	<i>Vocês também disseram que o rincoforol não agride o meio ambiente, no artigo diz que pode ser utilizado em larga escala. Também vocês falaram que ele não elimina a doença. Tem gráficos que mostram que a quantidade de besouros que você captura, que chama “coleta massal” quanto maior a quantidade de besouros que é capturado, diminui a doença na plantação. Isso elimina bem!</i>	Oposição
17	Deborah	<i>Diminui a doença Jonas, mas não acaba com os besouros. Tem que levar em consideração que não é só esse o problema, tem os danos que o besouro causa aos coqueiros também.</i>	Refutação
18	Lia	<i>Porque a maneira natural de adquirir a doença do anel vermelho é pelas raízes, mas se você for comparar a quantidade do anel vermelho via raiz e via besouro, a quantidade via besouro é “n” vezes maior, então a via raiz, via natural é praticamente irrelevante. Sem contar que você eliminando o besouro, você acaba com dois problemas, e você acabando com o eliminador via terra acaba com um problema.</i>	Conhecimento Básico

Quadro 5 – Frequência do TAP em relação a cada um dos casos solucionados pelos alunos.

O episódio se inicia quando Jonas, no turno 1, apresenta um enunciado de oposição, ao questionar a conveniência do emprego da técnica indicada pelo grupo como solução para o caso. Do seu ponto de vista, a TIE seria mais conveniente para o uso de grandes agricultores, enquanto que o caso trata de um problema enfrentado por pequenos agricultores. Durante a discussão outros enunciados de oposição são apresentados por Jonas. No turno 2, Pedro levanta a hipótese de que a associação entre a TIE e a aplicação do feromônio rincoforol, sugerida pelo grupo, poderia acarretar numa diminuição dos custos da produção. Em seguida, no turno 3, Lia expõe um “dado fornecido” sobre a questão, quando fala, explicitamente, sobre a informação contida em um artigo. No turno 4, novamente Jonas questiona a validade do argumento do grupo com relação ao uso da TIE, e logo em seguida, nos turnos 5 e 6, Lia e Marcos apresentam justificativas, na tentativa de fazer uma conexão

com os dados apresentados e a conclusão do grupo. Com o mesmo objetivo, nos turnos 7 e 8, Débora e Lia apresentam conclusões com justificativas e uma colocação de um “conhecimento básico” é feita por Marcos no turno 9. Após novos questionamentos de Jonas nos turnos 10, 13 e 15, são apresentados mais alguns “dados fornecidos” e alguns enunciados que especificam condições para descartar hipóteses ou conclusões, que são as “refutações” colocadas por Débora nos turnos 12 e 16. A discussão é encerrada com uma informação de “conhecimento básico”, utilizada pela integrante do grupo Lia, como apoio às justificativas apresentadas.

A partir da discussão que ocorreu entre o grupo expositor e o aluno pertencente ao outro grupo foi possível perceber que os estudantes que assistem as apresentações orais se sentem mais aptos a questionar e discutir resoluções apresentadas para os casos, quando também compreendem com profundidade o assunto nele abordado.

Muitos dos componentes do modelo de argumento de Toulmin (1958) e na adaptação de Jiménez Aleixandre (1998) estiveram presentes nas falas dos alunos. Assim, a discussão sobre o caso estimulou a capacidade dos alunos em produzir argumentos bem estruturados e fundamentados, uma vez que, por várias vezes, mencionaram a utilização de artigos científicos, sugerindo a existência de um compromisso com a apresentação de dados fidedignos.

5.13. AS PERCEPÇÕES DOS ESTUDANTES SOBRE A PROPOSTA DE ENSINO APLICADA

Ao final das discussões que sucediam as apresentações orais sobre as resoluções dos casos foi solicitado aos estudantes que comentassem as suas percepções sobre a atividade realizada e que respondessem a um questionário sobre as habilidades que acreditavam ter desenvolvido ou aperfeiçoado durante o bimestre. Os comentários dos estudantes foram

registrados em fita de vídeo e as suas falas foram transcritas e posteriormente analisadas. As respostas dadas ao questionário foram também analisadas.

As percepções enfatizadas nos comentários dos estudantes servem para apontar algumas potencialidades da proposta de ensino. Segundo os alunos, a atividade de resolução dos casos favorece: a aprendizagem de conceitos; a capacidade de expressão em linguagem oral e escrita; a habilidade de buscas em fontes primárias e secundárias e a organização de informações; o desenvolvimento de senso crítico sobre questões de caráter sócio-científico; o estímulo à criatividade.

A seguir são apresentados alguns comentários dos estudantes com relação a cada um das percepções acima citadas e são estabelecidas relações com experiências similares reportadas na literatura.

Estudos de Casos e a aprendizagem de novos conceitos

Os pronunciamentos dos estudantes, com relação ao que extraíram da experiência para o seu aprendizado sobre os conteúdos científicos envolvidos no caso são colocados, via de regra, com as seguintes palavras:

“É importante pelo conteúdo que você adquire. Aprendi bastante coisa (...)”.

“A aprendizagem foi mais fácil nesse momento”.

Possibilidades de aprendizado de conteúdos científicos, a partir da aplicação do método de Estudo de Caso, são mencionadas em alguns artigos. Lantz e Walczak (1996) em seu trabalho intitulado *“The elements of a chemistry case: teaching chemistry using the case discussion method”* descrevem o método como um instrumento pedagógico viável para o ensino de princípios químicos em um contexto de “mundo real”. Neste trabalho, um caso é

desenvolvido para ensinar princípios de eletroquímica aos estudantes do primeiro ano de química. Em um outro trabalho, intitulado *“Using clinical cases to teach general chemistry”*, Dewprashad et al. (2004) elaboraram casos clínicos para ensinar química geral aos estudantes. A resposta dos alunos para esta atividade foi bastante positiva, e um elevado nível de participação e entusiasmo dos alunos foi relatado pelos autores.

Estudos de Casos e a capacidade de expressão em linguagem oral

O desenvolvimento da capacidade de expressão em linguagem oral também foi mencionado pelos alunos. O comentário de um estudante a respeito desta habilidade é descrito a seguir:

“(...) me ajudou a expressar minhas idéias e opiniões pra uma sala toda”.

Atividades desenvolvidas com o objetivo de desenvolver habilidades de comunicação oral são amplamente descritas na literatura, nos diversos trabalhos que visam desenvolver habilidades argumentativas em alunos de cursos de ciências. Segundo Jiménez Aleixandre e Bustamante (2003), no ensino em geral, a expressão oral é decisiva. Em contrapartida, Jorge e Puig (2000) fala das grandes dificuldades encontradas pela maioria dos estudantes na hora de expressar e organizar um conjunto de idéias. Nesta perspectiva, diversos trabalhos vêm sendo desenvolvidos com o objetivo de amenizar tal situação. Como exemplo de iniciativas desta natureza citamos o trabalho desenvolvido por Osborne, Erduran e Simon (2004) intitulado *“Enhancing the quality of argumentacion in school science”*, no qual é reportado um estudo sobre a realização de uma avaliação das capacidades argumentativas dos estudantes em contextos científicos e sócio-científicos.

Estudos de Casos e a habilidade de localização e organização de referências bibliográficas

Uma das habilidades mais apontadas pelos estudantes está relacionada ao aprimoramento de suas habilidades de busca de informações nas fontes disponíveis. A preocupação sobre a confiabilidade da fonte da qual a informação foi extraída, também foi um aspecto ressaltado pelos alunos, como podemos conferir nos comentários a seguir:

“(...) saber sintetizar, colocar o mais importante, porque são muitas as informações, você põe na Internet e são várias coisas pra você escolher uma boa, aí ver se a fonte é segura ou não”.

“Eu achei interessante por você utilizar meios de pesquisa, desenvolver essa habilidade”.

“(...) habilidade de separar as informações, o que é relevante, o que não é importante, o que pode ser usado para resolver o caso, identificar uma informação errada”.

Estes depoimentos sugerem a pouca destreza dos alunos iniciantes frente a situações que envolvam a busca de referências, nas várias formas disponíveis atualmente. Suprir tal deficiência na formação dos estudantes de química tem sido o objetivo de muitos educadores que descrevem a realização de atividades elaboradas com este intuito. Gallagher e Adams (2002), por exemplo, aplicaram uma estratégia de ensino em disciplina de química orgânica que visava apresentar a literatura, especialmente a literatura primária, na área de química aos estudantes.

Estudos de Casos e o desenvolvimento de senso crítico sobre questões de caráter sócio-científico

O despertar do senso crítico para questões de caráter sócio-científico também foi um aspecto ressaltado nos comentários dos estudantes. O que não é surpreendente, uma

vez que todos os casos elaborados abordavam questões que envolviam aspectos sociais, ambientais, econômicos ou éticos em seu contexto. Os seguintes depoimentos demonstram a opinião dos alunos a respeito da potencialidade da atividade em estimular o senso crítico dos estudantes a respeito de questões de caráter sócio-científico:

“(...) você desenvolve bastante o senso crítico ao poder avaliar quais são as conseqüências sociais, econômicas, éticas que pode ter na sociedade como um todo”.

“(...) não envolve só solucionar um problema, mas como isso aborda a sociedade economicamente, eticamente. Como tudo isso aí vai influenciar na sociedade, nos valores econômicos”.

Diversos artigos reportados na literatura mencionam atividades nas quais casos são elaborados com o objetivo de desenvolver o raciocínio crítico dos estudantes a respeito de questões de caráter sócio-científico. O trabalho desenvolvido por Dori, Tal e Tsauchu (2003), intitulado *“Teaching biotechnology through case studies – can we improve higher order thinking skills of nonscience majors?”*, é um exemplo deste tipo de abordagem. Neste trabalho, investiga-se o uso das várias habilidades de raciocínio de estudantes universitários na análise de conflitos relacionados a aspectos morais e ambientais, apresentados por meio de casos, em um módulo de Biotecnologia.

Estudos de Casos e estímulo à criatividade

Um dos aspectos mais enfatizados nas falas dos alunos diz respeito ao estímulo da criatividade proporcionado pela liberdade de ação durante a atividade com os casos. Ou seja, o fato da resolução do caso ser definida pelos estudantes e a total liberdade de escolher o caminho para chegar a tal desfecho foi motivo de grande satisfação, como podemos observar nos depoimentos a seguir:

“(...) foi uma coisa que a gente desenvolveu mais a nossa capacidade de criação, entendeu?”

“(...) quando você acha resposta para um caso, você tá pesquisando e tem mais liberdade de criação, mais liberdade de achar soluções para seus problemas, mais liberdade de saber como vai tratar o assunto”.

“(...) desenvolveu mais a nossa capacidade de criação e pesquisa”.

“Foi uma caça ao tesouro, praticamente. Tivemos que conversar com diversas pessoas que trabalham com o assunto, vê o que eles podiam dizer, pra gente montar a nossa própria solução. Porque a gente fez a pesquisa e descobrimos o rincoforol, tava prontinho, era só pegar a pesquisa (...). Mas acho que essa não é a intenção. Vamos tentar fazer uma solução nossa mesmo, que não seja simplesmente publicada em um artigo. Vamos tentar dá um toque nosso pra essa solução”.

O estímulo à criatividade é um aspecto ressaltado em trabalhos que envolvem atividades com casos. Duprey, Sell e Lowe (2003), em seu trabalho intitulado *“The chemistry of fragrances: a group exercise for chemistry students”*, afirmam que o método de Estudo de Caso abre espaço para a criatividade e aumenta a motivação dos estudantes.

Com relação ao questionário, anteriormente mencionado, aplicado aos estudantes, este era composto de nove afirmações e os alunos escolhiam, para cada uma delas, a alternativa que melhor descrevesse sua opinião. 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 Tabela 3. As nove 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.

Todos os cinquenta e oito alunos matriculados na disciplina participaram da atividade com os casos. No entanto, apenas quarenta e sete responderam o questionário, que era uma atividade de caráter optativo.

Os dados resultantes da aplicação do questionário, de uma forma geral, foram distribuídos segundo a ocorrência das alternativas escolhidas nas questões. Este tipo de tratamento tem como principal objetivo oferecer parâmetros genéricos de análise e indicar tendências gerais apresentadas pelos alunos.

Tabela 3 - Respostas dadas pelos estudantes ao questionário de avaliação da atividade realizada com Estudos de Casos. CT (Concordo Totalmente), CP (Concordo Parcialmente), I (Indeciso), DP (Discordo Parcialmente), DT (Discordo Totalmente).

ITEM	CT (%)	CP (%)	I (%)	DP (%)	DT (%)
1	46,8	27,7	10,6	8,5	6,4
2	46,8	40,4	10,6	2,1	0,0
3	57,4	40,4	0,0	2,1	0,0
4	46,8	38,3	10,6	4,2	0,0
5	42,6	46,8	6,4	4,2	0,0
6	53,2	31,9	8,5	6,4	0,0
7	46,8	44,7	6,4	2,1	0,0
8	38,3	38,3	17,0	2,1	4,2
9	63,8	10,6	10,6	15,0	0,0

Nos Itens 1, 4 e 5, que se relacionam estreitamente ao aprimoramento das

habilidades de comunicação oral, verifica-se que 74,5% dos estudantes no Item 1, 85,1% e 89,3% nos Itens 4 e 5, respectivamente, registraram respostas favoráveis (somatório das respostas concordo totalmente e concordo parcialmente). Isso sugere que as várias oportunidades de discussão oferecidas aos estudantes durante a aplicação da proposta contribuíram para o aperfeiçoamento das suas habilidades relacionadas à comunicação oral. No entanto, cabe observar a ocorrência relativamente alta de 10,6% de respostas de indecisão registradas pelos estudantes nos Itens 1 e 4, que pode ser creditada ao fato de apenas um dos integrantes do grupo ter apresentado oralmente a resolução do caso. Ou seja, aparentemente alguns estudantes ficaram em dúvida quanto ao desenvolvimento das habilidades mencionadas nos Itens 1 e 4, uma vez que não tiveram a oportunidade de expor oralmente a resolução do caso.

No Item 2, que se relaciona ao aprimoramento da habilidade de comunicação escrita, verifica-se que 87,3% dos estudantes registraram respostas favoráveis e apenas 2,1% discordaram parcialmente da afirmação. Acreditamos que, apesar da ocorrência de 10,6% de alunos indecisos quanto à afirmação contida neste Item, o resultado aponta para a efetividade da proposta de ensino no desenvolvimento desta habilidade, apontada por especialistas da área de ensino de química como pouco estimulada em cursos de graduação (QUEIROZ, 2001).

Os Itens 3, 7 e 8 estão vinculados ao desenvolvimento da capacidade de 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, verifica-se um alto índice de respostas favoráveis, 97,9% e 91,5%, respectivamente. Esta alta porcentagem de respostas positivas reflete a ativa participação do alunado na busca de soluções para os casos. O Item 7, relacionado ao desenvolvimento da capacidade de tomar decisões diante de problemas da vida real, apresentou o maior número de respostas de indecisos e poucas respostas desfavoráveis,

17% e 6,4%, respectivamente. Este fato pode estar relacionado com a percepção dos alunos quanto à alta complexidade envolvida no processo de tomada de decisão, que não seria favorecido significativamente através da proposta de ensino.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A necessidade do desenvolvimento da capacidade argumentativa dos alunos em cursos de ciências tem sido amplamente discutida nos últimos anos (SANTOS, MORTIMER e SCOTT, 2001; VILLANI e NASCIMENTO, 2003). Neste sentido, elaboramos e aplicamos uma proposta de ensino na qual estudantes de graduação em química solucionaram casos investigativos de caráter sócio-científico e, após uma série de atividades realizadas durante um bimestre, apresentaram oralmente as resoluções dos casos e argumentaram sobre a sua pertinência. O acompanhamento das atividades dos alunos e a análise do material por eles produzido nos permitem tecer aqui algumas considerações sobre o processo de aplicação da proposta e os resultados dela provenientes.

A identificação dos componentes do argumento, segundo o modelo de Toulmin (1958), presentes nas falas dos alunos, não foi uma tarefa fácil. Este tipo de dificuldade tem sido apontado por vários pesquisadores que se mobilizam para fazer a análise da argumentação de estudantes com base neste modelo e relatam que, em algumas situações, é difícil distinguir entre “dados” e “justificativas”, ou “justificativas” e “conhecimentos básicos” etc. (KELLY e TAKAO, 1998; ERDURAN, SIMON e OSBORNE, 2004). No nosso trabalho também encontramos dificuldades na distinção entre alguns elementos.

A partir da análise dos argumentos dos alunos, constatamos que a natureza do caso, aparentemente, dificultou ou facilitou a sua resolução e elaboração de argumentos pelos grupos. Como exemplo, podemos citar o Caso Poluição em Rondônia, sobre o qual os estudantes alegaram a ausência de soluções viáveis para o problema. Como consequência da

escassez de alternativas, os grupos não apresentaram argumentos mais completos que pudessem justificar suas conclusões. Em contrapartida, a estrutura dos argumentos produzidos pelos grupos responsáveis pela resolução do Caso das Próteses foi bem mais complexa, fato que pode estar relacionado às diversas alternativas de solução existentes para o caso e ao fácil acesso a diversas informações a respeito do assunto. Com exceção de um único grupo, cujos argumentos não foram registrados, todos os demais apresentaram argumentos estruturados, em maior ou menor complexidade. De tal forma que, levando em consideração a metodologia proposta por Erduran, Simon e Osborne (2004) para análise da qualidade dos argumentos, verificamos a boa qualidade dos argumentos apresentados pelos grupos.

Com relação aos tipos de dados empregados pelos estudantes, o dado fornecido foi o mais mencionado, o que não é surpreendente, uma vez que todas as informações por eles apresentadas eram provenientes de artigos científicos, livros, sites da Internet e entrevistas com profissionais da área científica. Não houve relato de nenhuma experiência realizada em laboratórios e nenhum dado oriundo de observações feitas pelos próprios alunos. Por esta razão, dados empíricos não foram identificados na argumentação dos grupos.

De uma maneira geral, verificamos que as informações fornecidas pelos grupos estavam fundamentadas em colocações presentes em artigos científicos ou em outras fontes fidedignas. Portanto, conceitos errados, informações inconsistentes não foram verificadas. Porém, alguns pequenos equívocos, como confusões com relação aos nomes dos personagens do casos e ao local de ocorrência dos mesmos, foram identificados nas apresentação de alguns grupos. Cabe esclarecer que, baseados na observação do desempenho dos grupos, acreditamos que tais equívocos estão mais relacionados a uma certa displicência, do que a falta de conhecimento a respeito do assunto.

Nas discussões ocorridas após as apresentações orais, apenas em uma delas foi possível identificar os componentes do argumento de Toulmin (1958) e na adaptação de

Jiménez Aleixandre (1998). Isso porque, na tentativa de tornar a atividade mais interessante e menos cansativa, distribuimos os horários, de tal modo que, reunissem em cada ocasião, três grupos com casos distintos. Porém, durante a análise das discussões, percebemos que os enunciados dos alunos se limitavam a simples perguntas sobre definições gerais de termos específicos do caso e sobre algumas curiosidades inerentes ao assunto, que por sinal, eram respondidas prontamente pelos grupos. Porém, em uma das apresentações sobre o Caso Praga do Coqueiro, um aluno de outro grupo, que também trabalhava com o mesmo caso, compareceu ao mini-simpósio. A partir da discussão ocorrida entre este aluno e os membros do grupo expositor, concluímos que os estudantes se sentem mais aptos a discutir e debater, quando compreendem o assunto envolvido na questão. Nesta discussão, o espaço para a argumentação revelou-se como uma excelente 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.

No que diz respeito às soluções encontradas pelos grupos, temos que considerar que a natureza dos casos não exige um método único e exato de solução. Por esta razão, alguns casos foram solucionados de maneiras distintas e outros de maneira idêntica. No Caso das Próteses, por exemplo, os três grupos chegaram à mesma conclusão sobre a resolução do caso. No entanto, os três grupos que solucionaram o Caso Doença de Granja chegaram a conclusões distintas sobre a melhor alternativa de solução para o caso. Apenas um dos grupos não apresentou nenhuma conclusão sobre o caso estudado, apesar de demonstrar conhecimento suficiente para tanto.

Um único grupo não entregou o “diário do caso”. A partir da análise dos diários observamos que os estudantes buscaram informações em diversas fontes. De uma maneira geral, a Internet foi a fonte mais utilizada. Porém, os grupos também recorreram a outros recursos, como livros, jornais, teses, troca de e-mails e entrevistas com profissionais de áreas

relacionadas aos assuntos dos casos. Também é importante destacar a ampla utilização de artigos científicos, algumas vezes localizados em bancos de dados como o Scielo ou Web of Science, o que sugere uma preocupação dos alunos na busca de informações confiáveis e bem fundamentadas. A partir destas observações, verificamos a adequação da proposta à disciplina Comunicação e Expressão em Linguagem Científica II, uma vez que contemplou um dos seus principais objetivos, que é apresentar aos alunos as diversas fontes de informação em ciência.

Com relação às habilidades adquiridas com a atividade proposta, verificamos que, além do desenvolvimento da capacidade de comunicação oral, relacionada à habilidade de argumentação, diversas outras habilidades foram estimuladas, de acordo com a opinião dos alunos. Embora a aprendizagem de conceitos não fosse um dos nossos principais objetivos, a sua ocorrência foi por eles mencionada. Habilidades de pesquisa e estímulo à criatividade foram aspectos também fortemente ressaltados. Habilidades de comunicação escrita, trabalho em grupo, tomada de decisão e desenvolvimento do senso crítico, aparentemente, foram aspectos também contemplados pela proposta.

Os dados obtidos sugerem que a proposta teve uma boa receptividade junto aos alunos e se mostrou adequada para desenvolver a capacidade argumentativa dos mesmos, além de proporcionar o desenvolvimento de outras habilidades, de caráter formativo, acima mencionadas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AL-KHLAIFAT, A.; ALRIFAI, R. A case study in the Chemical Engineering freshman course using enhanced excel with visual basic and power point. **The Chemical Educator**, v. 7, n. 6, p. 384-386, 2002.

ANDRADE, M. A. B. S.; CAMPOS, L. M. L. Possibilidades e limites da prática da aprendizagem baseada em problemas (PBL) no ensino médio. In: CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EN LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS, 7., 2005, Granada. **Anais...** Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona, 2005. 1 CD ROM.

BELT, S. T.; PHIPPS, L. E. Using case studies to develop key skills in chemists: a preliminary account. **University Chemistry Education**, v. 2, n. 1, p. 16-20, 1998.

BELT, S. T.; EVANS, E. H.; MCCREEDY T.; OVERTON, T. L.; SUMMERFIELD, S. A problem based learning approach to analytical and applied chemistry. **University Chemistry Education**, v. 6, n. 2, p. 65-72, 2002.

BELT, S. T.; LEISVIK, M. J.; HYDE, A. J.; OVERTON, T. L. Using a context-based approach to undergraduate chemistry teaching – a case study for introductory physical chemistry. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 6, n. 3, p. 166-179, 2005.

BENNETT, N.; CORNELLY, K. Thalidomide makes a comeback: a case discussion exercise that integrates biochemistry and organic chemistry. **Journal of Chemical Education**, v. 78, n. 6, p. 759-761, 2001.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação Qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Porto Editora, 1999. 335p.

BRETZ, L. S.; MEINWALD, J. The language of chemistry. **Journal of College Science Teaching**, v. 31, n. 4, p. 220-224, 2002.

BRINK, C. P.; GOODNEY, D. E.; HUDAK, N. J.; SILVERSTEIN, T. P. A novel spiral approach to introductory chemistry using case studies of chemistry in the real world. **Journal of Chemical Education**, v. 72, n. 6, p. 530-532, 1995.

BUSTAMANTE, J. D.; JIMENEZ ALEIXANDRE, M. P. La indagación en las clases prácticas de biología: el uso del microscópio. In: CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EL LA DIDACTICA DE LAS CIENCIAS, 5., 1997, Murcia. **Anais...** Murcia: Universidad de Murcia, 1997. 1v.

CAJÉN, S. G.; CASTIÑEIRAS, J. M. D.; FERNANDEZ, E. G. R. Razonamiento e argumentación en ciencias. Diferentes puntos de vista en el currículo oficial. **Enseñanza de Las Ciencias**, v. 20, n. 2, 217-228, 2002.

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**. <Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol5/n3/v5_n3_a2.htm>. Acesso em: 27 nov. 2005.

CARLSEN, W. Never ask a question if you don't know the answer: the tension in teaching between modeling scientific argument and maintaining law and order. **Journal of Classroom Interaction**, v. 32, n. 2, p. 14-23, 1997.

CASTRO, C. E. R.; JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. La cultura científica em la resolución de problemas em el laboratorio. **Ensenanza de las ciencias**, v. 18, n. 2, p. 275-284, 2000.

CHALLEN, P. R.; BRAZDIL, L. C. Case studies as a basis for discussion method teaching in introductory chemistry courses. **The Chemical Educator**. < Disponível em: <http://chemeducator.org/sbibs/samples/spapers/15cha897.htm>>. Acesso em 27 nov. 2005.

CHENG, V. K. W. An environmental chemistry curriculum using case studies. **Journal of Chemical Education**, v. 72, n. 6, p. 525-527, 1995.

CHION, R.; COULÓ, A.; ERDURAN, S.; FURMAN, S.; IGLESIA, P.; ADÚRIZ-BRAVO, A. Estudios sobre la enseñanza de la argumentación científica escolar. In: CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EN LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS, 7., 2005, Granada. **Anais...** Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona, 2005. 1 CD ROM.

CILIBERTO, E. C.; SPOTO, G.; MATTEINI, M.; PUGLISI, C. A scientific approach to cultural heritage preservation: a case study of vandalistic acts on important roman mosaics. **Journal of Chemical Education**, v. 75, n. 10, p. 1302-1306, 1998.

CONANT, J. B. **The Growth of the Experimental Sciences**: an experimental in general education. New Haven: Yale Univ. Press, 1949. 67p.

CORNELY, K. Use of case studies in an undergraduate biochemistry course. **Journal of Chemical Education**, v. 75, n. 4, p. 475-478, 1998.

CORNELY, K. Journal articles as case studies – The New England Journal of Medicine on Lactose Intolerance. **Journal of College Science Teaching**, v. 29, n. 2, p. 114-119, 1999.

DEWPRASHAD, B.; KOSKY, C.; VAZ, G. S.; MARTIN, C. L. Using clinical cases to teach general chemistry. **Journal of Chemical Education**, v. 81, n. 10, p. 1471-1472, 2004.

DOHERTY, M. P. A Lively and surprising toxicology case studies. **Journal of Chemical Education**, v. 71, n. 10, p. 860, 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**, v. 87, n. 6, p. 767-793, 2003.

DRIVER, R.; NEWTON, P. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. In: EUROPEAN SCIENCE EDUCATION RESEARCH ASSOCIATION CONFERENCE, 1997, Roma. **Resumos...** Roma: ESCRA, 1997, 1v.

DRIVER, R.; NEWTON, P. OSBORNE, J. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. **Science Education**, v. 84, n. 3, p. 287-312, 2000.

DUNNIVANT, F. M.; MOORE, A.; ALFANO, M. J. BRZENK, R.; BUCKLEY, P. T.; NEWMAN, M. E. Understanding the greenhouse effect: is global warming real? **Journal of Chemical Education**, v. 77, n. 12, p. 1602-1603, 2000.

DUPREY, R.; SELL, C. S.; LOWE, N. D. The chemistry of fragrance: a group exercise for chemistry students. **Journal of Chemical Education**, v. 80, n. 5, p. 513-515, 2003.

DUSCHL, R. La valoración de argumentaciones y explicaciones: promover estrategias de retroalimentación. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 16, n. 1, p. 3-20, 1998.

ERDURAN, S.; SIMON, S.; OSBORNE, J. TAPping into argumentation: developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. **Science Education**, v. 88, n. 6, p. 915-933, 2004.

FENSHAM, P. J. **Development and dilemmas in science education**. Londres: Falmer Press, 1988. 318p.

GOUVÊA, G.; LEAL, M. C. Uma visão comparada do ensino de ciência, tecnologia e sociedade na escola e em um museu de ciência. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 1, p. 67-84, 2001.

HERREID, C. F. Case studies in science – A novel method of science education. **Journal of College Science Teaching**, v. 23, n. 4, p. 221-229, 1994.

HERREID, C. F. What makes a good case? **Journal of College Science Teaching**, v. 27, n. 3, p. 163-169, 1998.

HERREID, C. F. What is a case? **Journal of College Science Teaching**, v. 27, n. 2, p. 92-94, 1997.

HERREID, C. F. Sorting potatoes for miss bonner – Bringing order to case-study methodology through a classification scheme. **Journal of College Science Teaching**, v. 27, n. 4, p. 236-239, 1998.

HERREID, C. F. The Death of problem-based learning? **Journal of College Science Teaching**, v. 32, n. 6, p. 364-366, 2003.

HODGES, L. C.; HARVEY, L. C. Using collaborative cases in organic chemistry. **The Chemical Educator**, v. 8, n. 6, p. 346-351, 2003.

HUTCHINSON, J. S. Teaching introductory chemistry using concept development case studies: interactive and inductive learning. **University Chemistry Education**, v. 4, n. 1, p. 3-9, 2000.

JAGER, H.; VAN DER LOO, F. Decision making in environmental education: notes from research in the Dutch NME-VO Project. **Journal of Environmental Education**, v. 22, n. 1, p. 33-42, 1990.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. Diseño curricular: indagación y razonamiento con el lenguaje de las ciencias. **Enseñanza de las Ciências**, v. 16, n. 2, p. 203-216, 1998.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P.; CASTRO, C. R.; PÉREZ, V. A. Argumentación en el Laboratorio de Física. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 6., 1998, Florianópolis. **Resumos...** Florianópolis: Sociedade Brasileira de Física, 1998. 1v.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P.; PEREIRO-MUÑOZ, C. Knowledge producers or knowledge consumers? Argumentation and decision making about environmental management. **International Journal of Science Education**, v. 24, n. 11, p. 1171-1190, 1998.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P.; BUSTAMANTE, J. D. Discurso de aula y argumentación em la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. **Enseñanza de las Ciências**, v. 21, n. 3, p. 359-370, 2003.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P.; RODRÍGUEZ, B.; DUSCHL, R. A. "Doing the lesson" or "Doing Science": argument in high school genetics. **Science Education**, v. 84, n. 6, p. 757-792, 2000.

JONES, M. A. Use of a classroom jury trial to enhance student's perception of science as part of their lives. **Journal of Chemical Education**, v. 74, n. 5, p. 537, 1997.

JORGE, A. S.; PUIG, N. S. Enseñar a argumentar científicamente: um reto de las clases de ciencias. **Enseñanza de las Ciências**, v. 18, n. 3, p. 405-422, 2000.

KARUKSTIS, K. K. Examining technology's impact on society. Using case studies to introduce environmental and economic considerations. **Journal of College Science Teaching**, v. 33, n. 2, p. 36-40, 2003.

KELLY, G. J.; DRUKER, S.; CHEN, C. Student's reasoning about electricity: combining performance assessments with argumentation analysis. **International Journal of Science Education**, v. 20, n. 7, p. 849-871, 1998.

KELLY, G. J.; TAKAO, A. Epistemic levels in argument an analysis of university oceanography students' use of evidence in writing. **Science Education**, v. 86, n. 3, p. 314-342, 2002.

KORTLAND, K. An STS case study about students' decision making on the waste issue. **Science Education**, v. 80, n. 6, p. 673-689, 1996.

KROW, G. R.; KROW, J. B. Low-level radioactive waste disposal: an exercise in dealing with pollution. **Journal of Chemical Education**, v. 75, n. 12, p. 1583-1584, 1998.

LABIANCA, D. A. Cases of two chemical criminals: drug-induced hypertension and respiratory paralysis. **Journal of Chemical Education**, v. 71, n. 1, p. 16-19, 1994.

KUHN, D. Science as argument: implications for teaching and learning scientific thinking. **Science Education**, v. 77, n.3, p. 319-337, 1993.

LANTZ, J. M.; WALCZAK, M. M. The elements of a chemistry case: teaching chemistry using the case discussion method. **The Chemical Educator**, v. 1, n. 6, 1996. Disponível em: <<http://chemeducator.org/bibs/0001006/00010070.htm>>. Acesso em: 27 nov. 2005.

LANTZ, J. M.; FEINDT, J. E.; LEWELLYN, E. P. B.; WALCZAK, M. M. The bridge of Mandolin County. **Journal of Chemical Education**, v. 76, n. 12, p. 1671-1672, 1999.

LAWSON, A. E. The nature and development of hypothetico-predictive argumentation with implications for science teaching. **International Journal of Science Education**, v. 25, n. 11, p. 1387-1408, 2003.

NAE, H.; HOFSTEIN, A. Students preferences for industrial case studies. **Journal of Chemical Education**, v. 62, n. 3, p. 198, 1985.

OLIVEIRA, J. R. S.; QUEIROZ, S. L. O desenvolvimento de habilidades de comunicação científica em cursos de graduação em química. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5., 2005, Bauru. **Resumos...** Bauru: Abrapec. 1v.

OSBORNE, J.; ERDURAN, S.; SIMON, S. Enhancing the quality of argumentation in school science. **Journal of Research in science teaching**, v. 41, n. 10, p. 994-1020, 2004.

PATRONIS, T.; POTARI, D.; SPILIOPOULOU, V. Students' argumentation in decision-making on a socio-scientific issue: implications for teaching. **International Journal of Science Education**, v. 21, n.7, p.745-754, 1999.

PEASLEE, G.; LANTZ, J. M.; WALCZAK, M. M. The benign hamburger. **Journal of College Science Teaching**, v. 28, n. 1, p. 21-25, 1998.

RATCLIFFE, M. Pupil decision-making about socio-scientific issues within the science curriculum. **International Journal of Science Education**, v. 19, n. 2, p.167-82, 1997.

RATCLIFFE, M. Discussing socio-scientific issues in science lessons – pupils' actions and the teacher's role. **School Science Review**, v. 79, n. 288, p. 55-59, 1998.

REZENDE, Flávio Silva. **Concepções a respeito da construção do conhecimento científico: uma análise a partir de textos produzidos por alunos de graduação em química**. 2004. 144f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

- RINGAN, N. S.; GRAYSON, L. Molecular Modeling in the undergraduate chemistry curriculum: the use of beta-lactams as a case study. **Journal of Chemical Education**, v. 71, n. 10, p. 856-859, 1994.
- RUSSEL, T. What history of science, how much, and why? **Science Education**, v. 65, n. 1, p. 51-64, 1981.
- SANMARTÍ, N. **Aprender ciències tot aprenent a escriure ciència**. 62.ed. Barcelona: Centres de recursos pedagògics de la ciutat de Barcelona, 2003. 234p.
- SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, p. 133-162, 2002.
- 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.
- SIMONNEAUX, L. Role-play or debate to promote students' argumentation and justification on an issue in animal transgenesis. **International Journal of Science Education**, v. 23, n. 9, p. 903-927, 2001.
- TOULMIN, S. **Os usos do argumento**. Tradução Reinaldo Guarany. São Paulo: Martins Fontes, 2001. 375p.
- VAN EEMEREN, F. H.; GROOTENDORST, R.; KRUIGER, T. **Handbook of Argumentation Theory** : a critical survey of classical backgrounds and modern studies. Dordrecht: Foris Publications, 1987. 333p.
- 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.
- WALCZAK, M. M.; LANTZ, J. M. Well wishes. A case on septic systems and well water requiring in-depth analysis and including optional laboratory experiments. **Journal of Chemical Education**, v. 81, n. 2, p. 218-220, 2004.
- WATERMAN, M. A.; Investigative case study approach for biology learning. **Bioscene – Journal of College Biology Teaching** , v. 24, n. 1, p. 3-10, 1998.
- ZOHAR, A.; NEMET, F. Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 39, n. 1, p. 35-62, 2002.

Revisão Bibliográfica nos Periódicos *Journal Of Chemical Education*, *The Chemical Educator* e *Chemistry Education Research and Practice* (antigo *University Chemistry Education*) no período compreendido entre janeiro de 1980 a setembro de 2005

1985

1- NAE, H.; HOFSTEIN, A. Students preferences for industrial case studies. **Journal of Chemical Education**, v. 62, n. 3, p. 198, 1985.

1994

2- RINGAN, N. S.; GRAYSON, L.. Molecular Modeling in the undergraduate chemistry curriculum: the use of beta-lactams as a case study. **Journal of Chemical Education**, v. 71, n. 10, p. 856-859, 1994.

3- DOHERTY, M. P. A Lively and surprising toxicology case studies. **Journal of Chemical Education**, v. 71, n. 10, p. 860, 1994.

1995

4- BRENN, C. P.; GOODNEY, D. E.; HUDAK, N. J.; SILVERSTEIN, T. P. A novel spiral approach to introductory chemistry using case studies of chemistry in the real world. **Journal of Chemical Education**, v. 72, n. 6, p. 530-532, 1995.

5- CHENG, V. K. W. An environmental chemistry curriculum using case studies. **Journal of Chemical Education**, v. 72, n. 6, p. 525-527, 1995.

1996

6- CHALLEN, P. R.; BRAZDIL, L. C. Case studies as a basis for discussion method teaching in introductory chemistry courses. **The Chemical Educator**, v. 1, n. 5, 1996.

7- LANTZ, J. M.; WALCZAK, M. M. The elements of a chemistry case: teaching chemistry using the case discussion method. **The Chemical Educator**, v. 1, n. 6, 1996.

1997

8- JONES, M. A. Use of a classroom jury trial to enhance student's perception of science as part of their lives. **Journal of Chemical Education**, v. 74, n. 5, p. 537, 1997.

1998

9- BELT, S. T.; PHIPPS, L. E. Using case studies to develop key skills in chemists: A preliminary account. **University Chemistry Education**, v. 2, n. 1, p. 16-20, 1998.

10- CORNELLY, K. Use of case studies in an undergraduate biochemistry course. **Journal of Chemical Education**, v. 75, n. 4, p. 475-478, 1998.

11- CILIBERTO, E. C.; SPOTO, G.; MATTEINI, M.; PUGLISI, C. A scientific approach to cultural heritage preservation: a case study of vandalistic acts on important roman mosaics. **Journal of Chemical Education**, v. 75, n. 10, p. 1302-1306, 1998.

12- KROW, G. R.; KROW, J. B. Low-level radioactive waste disposal: an exercise in dealing with pollution. **Journal of Chemical Education**, v. 75, n. 12, p. 1583-1584, 1998.

13- LABIANCA, D. A. Cases of two chemical criminals: Drug-induced hypertension and respiratory paralysis. **Journal of Chemical Education**, v. 71, n. 1, p. 16-19, 1998.

1999

14- LANTZ, J. M.; FEINDT, J. E.; LEWELLYN, E. P. B.; WALCZAK, M. M. The Bridge of Mandolin County. **Journal of Chemical Education**, v. 76, n. 12, p. 1671-1672, 2000.

2000

15- DUNNIVANTI, F. M.; MOORE, A.; ALFANO, M. J.; BRZENK, R.; NEWMAN, M. E. Understanding the greenhouse effect: is global warming real? An integrated lab-lecture case study for non-science majors. **Journal of Chemical Education**, v. 77, n. 12, p. 1602-1603, 2000.

16- HUTCHINSON, J. S. Teaching introductory chemistry using concept development case studies: interactive and inductive learning. **University Chemistry Education**, v. 4, n. 1, p. 3-9, 2000.

2001

17- BENNETT, N.; CORNELLY, K. Thalidomide makes a comeback: a case discussion exercise that integrates biochemistry and organic chemistry. **Journal of Chemical Education**, v. 78, n. 6, p. 759-761, 2001.

2002

18- AL-KHLAIFAT, A.; ALRIFAI, R. A case study in the Chemical Engineering freshman course using enhanced excel with visual basic and power point. **The Chemical Educator**, v. 7, n. 6, p. 384-386, 2002.

19- BELT, S. T.; EVANS, E. H.; McCREEDY T.; OVERTON, T. L.; SUMMERFIELD, S. A problem based learning approach to analytical and applied chemistry. **University Chemistry Education**, v. 6, n. 2, p. 65-72, 2002.

2003

20- DUPREY, R.; SELL, C. S. The chemistry of fragrance: A group exercise for chemistry students. **Journal of Chemical Education**, v. 80, n. 5, p. 513-515, 2003.

21- HODGES, L. C.; HARVEY, L. C. Using collaborative cases in organic chemistry. **The Chemical Educator**, v. 8, n. 6, p. 346-351, 2003.

2004

22- DEWPRASHAD, B.; KOSKY, C.; VAZ, G. S.; MARTIN, C. L. Using clinical cases to teach general chemistry. **Journal of Chemical Education**, v. 81, n. 10, p. 1471-1472, 2004.

23- WALCZAK, M. M.; LANTZ, J. M. Well wishes. A case on septic systems and well water requiring in-depth analysis and including optional laboratory experiments. **Journal of Chemical Education**, v. 81, n. 2, p. 218-220, 2004.

2005

24- BELT, S. T.; LEISVIK, M. J.; HYDE, A. J.; OVERTON, T. L. Using a context-based approach to undergraduate chemistry teaching – a case study for introductory physical chemistry. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 6, n. 3, p. 166-179, 2005.

Praga do Coqueiro

Os pequenos agricultores da região litorânea do Estado de Alagoas sobrevivem basicamente da cultura do coco. No entanto, a exploração dessa importante fonte de divisas e de proteínas da população enfrenta um pequeno besouro, principal agente transmissor do nematóide responsável pela doença do anel vermelho, que mata o coqueiro e se espalha por toda a plantação.

Há algum tempo, o senhor Francisco Freitas, proprietário da região onde a plantação de coqueiros está sendo ameaçada, vem enfrentando esse problema que compromete o meio de sobrevivência de muitos moradores da região. À noite, ao chegar em casa, resolve contar a sua filha o que está acontecendo, já que ela é estudante de Química na Universidade Federal de Alagoas, talvez possa lhe sugerir alguma solução para seu problema.

Ao sentarem para jantar Seu Francisco conversa com Isabel:

- Isabel, já tem algum tempo que a plantação de coqueiros não vai bem, isto está me preocupando muito. Semana passada o compadre Joaquim teve que vender a casa para pagar os trabalhadores e as outras dívidas que já vinham se acumulando há algum tempo, pois você sabe que a sua única fonte de renda vem desses coqueirais, desabafa senhor Francisco.

- O que está acontecendo na plantação do padrinho Joaquim? Pergunta Isabel.

- Não é só na dele. Todas as plantações da nossa região, até a minha, estão sofrendo com essas pragas que atingem os coqueirais e, se não cuidar ataca toda a plantação. Foi isso que aconteceu com o compadre Joaquim, conta senhor Francisco. - Como você é estudante de Química, pensei que talvez pudesse me ajudar a encontrar uma solução para esse problema, pois não sei mais o que fazer.

- Papai, não saberei lhe dar muitas informações sobre esse assunto, confessa Isabel. - Mas não se preocupe, pois tenho alguns amigos que fazem parte do grupo de Ecologia Química e Comportamento de Insetos do Departamento de Química da UFAL, falarei com eles e me informarei melhor.

À tarde, Isabel vai à universidade e procura o grupo: - Olá colegas, estou precisando da ajuda de vocês, o problema é o seguinte: (Uma plantação de coqueiros está sendo atingida...). Após contar toda a história, Isabel fala: - Gostaria de saber o que vocês podem fazer para nos ajudar.

- Nos últimos meses temos realizado algumas pesquisas sobre pragas que atingem a agricultura, iremos investigar o problema e veremos o que podemos fazer. Fala Alex, um dos integrantes do grupo.

- Muito obrigada, agradece Isabel. - Contarei as novidades ao papai.

- **Vocês fazem parte desse grupo, e lhes foi atribuída a missão de combater esse inimigo devastador, limitando seus danos e posteriormente sua eliminação. Que medidas vocês irão tomar para resolver o problema que compromete a sobrevivência dos moradores daquela região?**

O Caso das Próteses

João Carlos, 23 anos, há dois anos evita sair de casa para ir ao mercado, jogar com os amigos e até procurar emprego. Foi exatamente há dois anos que João foi vítima de um terrível acidente de moto, que acabou resultando em uma grande fratura no seu maxilar. A perda da antiga forma de seu rosto o tornou uma pessoa triste, com baixa auto-estima e sem vontade de se relacionar com as outras pessoas. Além disso, João sente dificuldades para falar e mastigar comidas sólidas.

João sempre morou em São Carlos, cursava Física na USP, mas abandonou o curso e outras atividades logo após o acidente.

Mariana, sua irmã, nunca desistiu de buscar uma solução para o problema de seu único irmão. Foi a hospitais, clínicas, falou com vários médicos, mas a situação era difícil, pois não tinham muitos recursos financeiros. No entanto, depois de várias tentativas frustradas, Mariana conversa com um médico que se mostra disposto ajudá-la.

Mariana chega em casa eufórica e conversa com os familiares:

- Mamãe, João, venham aqui. Tenho ótimas notícias para vocês.

- O que aconteceu? Pergunta João, sem mostrar muito entusiasmo.

- Dr. Alberto, se mostrou muito interessado em nos ajudar. Ele me falou sobre vários tipos de próteses que estão sendo utilizadas em pessoas vítimas de acidentes com armas, carros e também tumores. Essas próteses substituem ossos da mandíbula, crânio ou face.

- Mas, como iremos pagar uma cirurgia como essa? Deve custar muito caro, comenta Dona Lourdes, sua mãe.

- Dr Alberto me falou que cirurgias como essas estão sendo feitas pelo SUS, me prometeu falar com alguns amigos seus, especialistas nessa área, e junto com eles pensar em um tipo de prótese adequada para João, explica Mariana.

- Obrigado minha irmã. Meu maior sonho é ter de volta a antiga forma do meu rosto, fala João.

Dois dias depois, Dr Alberto liga para Mariana:

- Como vai Dr Alberto? Fala Mariana.

- Olá Mariana, tenho ótimas notícias. Conversei com alguns colegas e eles me falaram sobre excelentes próteses, que estão sendo utilizadas atualmente, e que irão decidir sobre o tipo mais adequado a ser usado para o caso de João. Falei da situação de seu irmão e eles estão dispostos a operá-lo o mais breve possível. É preciso que ele compareça a uma consulta amanhã às dez horas para acertarem tudo, explica Dr. Alberto.

- Muito obrigada, Dr Alberto. Amanhã estaremos lá.

No dia seguinte, tudo foi acertado e a cirurgia marcada para uma semana depois.

- **Vocês, como estudantes de Química, ajudarão a equipes de médicos a escolher o tipo de prótese mais adequado para o caso de João Carlos.**

Ameaça nos laranjais

Há aproximadamente três anos, em laranjais do município mineiro de Comendador Gomes, a poucos quilômetros da divisa com São Paulo, foi identificada pela primeira vez, uma estranha doença de origem misteriosa, que aniquila um pé de laranja em algumas semanas e representa atualmente a maior ameaça para a citricultura do estado de São Paulo e do sul de Minas Gerais.

Alfredo sempre morou e estudou em Barretos, onde concluiu o ensino médio juntamente com alguns amigos de infância. Depois de tantos anos estudando juntos, finalmente a separação foi inevitável. Alfredo prestou vestibular para Odontologia na UNESP de Araraquara e George para letras, também na mesma universidade. Fernando, Solange, Fabiana e Millena optaram por química na USP de São Carlos.

Ao visitar a família no feriado, Alfredo fica sabendo de umas coisas estranhas que andam acontecendo por lá. Logo ao amanhecer, senta a mesa para tomar café da manhã com seus pais, Seu Joaquim e Dona Cecília, que contam o que está acontecendo.

- Filho, os laranjais das nossas terras estão com uma misteriosa doença, umas perderam todas as folhas, outras uma parte delas, estão perdendo o brilho e algumas até já morreram, conta Seu Joaquim. – Estamos preocupados porque precisamos da renda que vem desses laranjais, inclusive para manter você na universidade.

- Pai, eu não entendo nada de agricultura, mas posso pedir ajuda aos meus colegas que estão morando em São Carlos. Eles estudam Química e talvez possam nos ajudar a eliminar com o problema que afeta os laranjais. Eles não vieram para casa nesse feriado, e ainda estão sem telefone, mas posso escrever uma carta e contar o que está acontecendo. Vou fazer isso agora mesmo, fala Alfredo.

Barretos, 07 de setembro de 2004.

Olá, Queridos Amigos,

Como é grande a saudade que sinto de vocês! Não nos vemos há muito tempo. Achei que vocês voltariam para casa nesse feriado. Estou precisando de ajuda. Os nossos laranjais estão com uma misteriosa doença, as folhas estão caindo, perdendo o brilho, e algumas até morreram. Parece que isso também anda acontecendo em outras regiões aqui por perto. Gostaria que vocês nos aconselhassem sobre o que devemos fazer, pois acredito que na área de química existem pesquisas sobre esse assunto.

Mamãe está mandando um abraço para todos vocês.

Espero reencontrá-los em breve,

Alfredo

- **Vocês são esses amigos de infância de Alfredo, e terão que ajudá-lo a descobrir o que está se passando nos pomares de laranja dessas regiões e propor soluções para o problema.**

Poluição em Rondônia

Doutor Humberto Gouvêia atende pacientes no noroeste de Rondônia, próximo à Bolívia. Em uma de suas consultas, foi procurado por uma índia de trinta e cinco anos de idade, moradora da região de Guarajá-mirim.

Ao entrar no consultório, Dona Iramaia é recebida por Dr. Humberto, que educadamente a cumprimenta:

- Bom dia, como vai a senhora?

- Bom dia, Dr Humberto. Infelizmente não estou muito bem, ando sentindo algumas coisas estranhas, fala Iramaia.

- Sente-se e me fale o que está sentindo, espero poder ajudá-la.

- Já faz alguns meses que venho sentindo fraqueza, achei que não era nada de mais, e por isso não procurei um médico. Mas, outra coisa também está me preocupando, sinto que cada dia que passa, estou enxergando menos, explica Iramaia.

- Outras pessoas da sua região já me procuraram com essas mesmas queixas. Tenho algumas suspeitas, mas prefiro que a senhora faça alguns exames e depois retorne aqui para conversarmos. Vou prescrever os exames necessários.

- Obrigada por sua atenção, assim que receber os resultados volto aqui, agradece Iramaia.

Dr. Humberto suspeita que os sintomas apresentados pela índia se devam à poluição do rio, já que o componente principal de sua dieta é o peixe. Uma vez que encontra-se há muito tempo afastado das atividades de pesquisa, e há muito não frequenta congressos na área de medicina, resolve pedir auxílio a seus colegas que estudam na UFRJ.

Para: Ivan@yahoo.com.br

Usar e-mails de sua
[Lista de Endereços](#)

Assunto: Auxílio

Cc:

Cco:

☐ Salvar cópia da mensagem na pasta "Enviadas"

Caro Ivan,

Estou precisando de vocês. Hoje pela manhã estive com uma paciente que apresenta um quadro de perda de visão e fraqueza geral. Assim como ela, outros índios de sua região (Guarajá-mirim), apresentam sintomas semelhantes. Desconfio que o problema esteja relacionado à poluição do rio, já que um dos principais componentes de sua dieta alimentar é o peixe. Gostaria que me aconselhassem quais caminhos devo tomar para confirmar ou descartar as minhas suspeitas e iniciar o tratamento adequado.

- **Vocês são alunos de química da UFRJ, e colegas do Dr. Humberto Golvêia. Cabe a vocês a missão de esclarecê-lo sobre o que está acontecendo e apresentar alternativas para resolução de seu problema.**

Doença de Granja

Há muitos anos, o senhor Arnaldo Medeiros é criador de frangos. Sua granja fica em Monte Alegre do Sul, estado de São Paulo. Lá, Arnaldo passa a maior parte do seu tempo, e pessoalmente acompanha o desenvolvimento de suas aves.

Ultimamente, Arnaldo anda muito preocupado com a saúde de suas aves. Alguns de seus frangos estão sendo vítimas de uma doença aviária, que não mata o frango, mas, ao provocar infecção intestinal, faz com que o animal perca a capacidade de transformar a ração consumida em peso, e conseqüentemente, acarretando em uma diminuição na eficiência de crescimento normal do frango de corte.

Preocupado com a atual situação de seus frangos, Arnaldo resolve pedir ajuda a seus sobrinhos, estudantes de Química da UNICAMP. Vai até seu escritório, que fica na própria granja, e liga para Raul:

- Alô, Raul, aqui é Arnaldo, como vai?

- Olá tio, tudo bem. Que milagre é esse, receber uma ligação sua? Responde Raul.

- Estou com um problema aqui na granja, e pensei que talvez você e seus irmãos possam me ajudar.

- Do que se trata? Pergunta Raul.

- O problema é o seguinte: (Alguns dos meus frangos estão debilitados, perdendo peso...), Arnaldo explica a situação.

- Mas como poderemos ajudá-lo?

- Ouvi na TV, um dia desses, que isso anda ocorrendo em outras granjas, e que pesquisadores de algumas universidades, aqui do estado de São Paulo, estavam pesquisando sobre essa doença. Então tive a idéia de pedir a vocês, que estudam na UNICAMP, a investigarem sobre esse assunto.

- Lembrei agora, que tenho um amigo que é do grupo de Biologia Molecular e Engenharia Genética, aqui na UNICAMP, já o ouvi comentar sobre pesquisas em aves. Falarei com ele, e entrarei em contato com o senhor, explica Raul.

- Peço que faça isso o mais rápido possível, pois temo que a situação piore.

- Não se preocupe, pois vamos lhe ajudar a resolver esse problema, pode confiar, fala Raul.

- Obrigado, ficarei aguardando sua resposta. Mande lembranças para sua mãe.

- **Vocês são os sobrinhos de Arnaldo, e terão a missão de esclarecê-lo sobre o que está acontecendo com suas aves e encontrar uma melhor solução para sua situação.**

INSTRUÇÕES PARA A REALIZAÇÃO DA ATIVIDADE

A - Assunto

Explique, em linhas gerais, o principal assunto abordado no caso.

B – Pesquisa das Características do Problema

Como o problema apresentado no seu caso encontra-se vinculado a questões:

- Sociais
- Econômicas
- Ambientais
- Éticas
- Justifique a sua resposta

C – Julgamento de Valor: Gravidade do Problema

- Faça um julgamento da gravidade do problema descrito no seu caso. Justifique a sua resposta.

D – Inventário das Medidas

- Que diferentes tipos de medidas normalmente são tomadas diante da situação apresentada no seu caso?

E – Pesquisas das características das medidas

- Vocês acreditam que as medidas acima citadas são suficientes para resolver o problema? Explique
- Que outras medidas vocês consideram importantes e que deveriam ser tomadas?

F- Julgamento de valor da melhor solução

- Que medida vocês acharam mais adequada para resolução do seu caso?
- Por que vocês acharam mais adequado resolver dessa forma? Explique detalhadamente.
- Apresente as vantagens e desvantagens da opção que você escolheu para resolução do problema, em relação a outras possíveis soluções. Faça uma análise dos custos e benefícios.

G – Julgamento de valor da solução para os problemas ambientais, sociais ou econômicos

- Como a aplicação da medida que vocês escolheram se reflete no dia-a-dia das pessoas envolvidas no caso, levando em consideração aspectos sociais, econômicos, ambientais e éticos.

H - Estabelecimento de um plano de ação

- Estabeleçam um plano de ação. Ou seja, apresentem um cenário utilizando os personagens do caso e as medidas que vocês julgaram adequadas para sua resolução.

I – Execução da decisão

- Reúna todo o material que o grupo coletou sobre os casos, e iniciem a estruturação da apresentação oral, que será realizada pelo grupo.

OBS: Na próxima aula, o grupo deverá trazer para sala o diário de resolução dos casos, onde deverá constar todas as referências utilizadas. Nesse material deverá conter pelo menos dois artigos relacionados ao caso. **Lembrem-se** que, ao final do trabalho, o grupo deverá ter argumentos suficientes para persuadir a todos sobre a utilidade da solução escolhida para a resolução do caso.

Prezado(a) aluno(a),

Gostaríamos que você respondesse cada uma das questões abaixo, antes de iniciarmos as atividades no curso Comunicação e Expressão em Linguagem Científica.

- 1) Nome:
- 2) Idade:
- 3) Cidade/Estado de Origem:
- 4) Comente sobre a sua formação estudantil.
- 5) Você apontaria na sua formação alguma(s) característica(s) que demonstre(m) o seu envolvimento com a Química, além daquele atualmente existente na USP (por exemplo, realização de curso técnico de Química, trabalhos/monitorias em Museus/Feiras de Ciência, Centros de Divulgação Científica, etc).
- 6) Como você classificaria o seu interesse pela História da Química? Você já teve oportunidade de ler livros/artigos, frequentar cursos ou assistir filmes sobre História da Ciência? Quais? Comente a(s) sua(s) experiência.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DAS REPORTAGENS PUBLICADAS NA
REVISTA PESQUISA FAPESP QUE SERVIRAM COMO BASE PARA
ELABORAÇÃO DOS CASOS**

Praga do coqueiro

- Feromônio controla praga do coqueiro. **Revista Pesquisa FAPESP**, nº 93, p.62, novembro/2003.

O caso das próteses

- Próteses de mamona. **Revista Pesquisa FAPESP**, nº 93, p.91, setembro/2003.

Ameaça nos laranjais

- Risco de enfarto nos laranjais. **Revista Pesquisa FAPESP**, nº 85, p.16, março/2003.

Poluição em Rondônia

- Mercúrio contamina índios em Rondônia. **Revista Pesquisa FAPESP**, nº 89, p.30, julho/2003.

Doença de Granja

- Terapia genética para galinhas. **Revista Pesquisa FAPESP**, nº 78, p.80, agosto/2002.

- 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 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 deste 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 ou de pesquisa de campo apropriada (entrevista com especialista da área), ou talvez 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.

Comunicação e Expressão em
Linguagem Científica II

Estudo de Casos

Profª: **Salete Linhares Queiroz**
Monitores: **Gelson Ribeiro dos Santos**
Luciana Passos Sá

Conteúdo

- O que é Estudo de Casos?
- Um exemplo: O Caso das Mariposas
- Guia para Análise e Resolução de Casos
- A Resolução do Caso
- Revista Eletrônica de Ciências do CDCC

O que é Estudo de Casos?

- O método do caso constitui-se numa metodologia de ensino **participativa**, voltada para o envolvimento do aluno. Os casos apresentam situações onde os alunos precisam **tomar decisões** sobre um determinado **dilema**.
- A condução do método envolve um processo de **discussão**, onde o aluno deve se colocar no lugar do tomador de decisões, **gerando** e **avaliando** alternativas para o problema.

O que é Estudo de Casos?

- Os estudantes trabalham **colaborativamente** para identificar assuntos e formular perguntas de seu interesse, e então **identificar** e **gerenciar** informações adicionais em resposta a suas perguntas.
- Na aprendizagem baseada em casos, os estudantes **coletam dados e informações** para fornecer sustentação para suas conclusões, e trabalham para **persuadir** os outros de seus achados.

O Caso das Mariposas

- Um professor francês encontra na escola uma linda mariposa fêmea, que raramente tinha visto antes. Ele a leva para casa e põe em seu estúdio durante a noite. No meio da noite seu filho acorda dizendo que a casa inteira está se enchendo de mariposas, todos machos. Como fez a mariposa fêmea conseguir se comunicar com as mariposas machos?

BRETZ, L.S.; MEINWALD, J. The language of chemistry. Journal of College Science Teaching. v. XXXI, n.4, p.220-224, dez2001/jan2003.

Guia para Análise de Casos

- **Reconhecer assuntos em potencial:** Listar termos ou frases que pareçam ser importantes para compreensão do que o caso aborda.

➔ No meio da noite seu filho acorda dizendo que a casa inteira está se enchendo de mariposas, todos machos.

➔ Como fez a mariposa fêmea conseguir se comunicar com as mariposas machos?

Guia para Análise de Casos

■ **Fazer levantamento de conexões por meio de tempestade mental:** Discutir sucintamente com seu grupo o seguinte:

- ▶ Sobre o que é o caso?
 - Comunicação entre os insetos
 - Atração entre mariposas machos e fêmeas
- ▶ Quais os temas principais deste caso?
 - A química dos insetos
 - Estrutura química das mariposas

Guia para Análise de Casos

Tomar 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?
A mariposa fêmea de alguma forma atraiu os machos;	O tipo de substância que fez com que os machos fossem atraídos;
Existe alguma substância responsável por essa atração.	Forma de ação dessa substância e sua composição.

Guia para Análise de Casos

■ Obter fontes ou referências adicionais para ajudar a responder ou explorar as perguntas.

Guia para Análise de Casos

■ **Projetar e conduzir** investigações científicas relevantes para as perguntas: podem incluir experiências laboratoriais ou entrevistas com especialistas da área.

Resolvendo o Caso

Os machos dessa espécie conseguem chegar até as fêmeas, voando a partir de uma certa distância, graças a uma substância química produzida pelas fêmeas, chamadas **feromônios**. Essa substância consegue atraí-los tão intensamente, a ponto de ultrapassar o efeito repelente de outros cheiros. A importância dos **odores na comunicação** entre os insetos foi reconhecida pela primeira vez pelo entomólogo francês Jean Henri Fabre (1823-1915).

Revista Eletrônica de Ciências

■ **Produzir material** que demonstre o entendimento das conclusões, para persuadir os outros de suas idéias.

A Revista Eletrônica de Ciências é editada pelo CDCC com o apoio do Fundo de Cultura e Extensão da USP e tem como objetivo propiciar à comunidade o contato com o universo da ciência utilizando-se de uma linguagem que lhe seja familiar. Constitui um canal de integração universidade-comunidade onde pesquisadores podem divulgar seus trabalhos.

Revista Eletrônica de Ciências

■ Destina-se especialmente aos estudantes do ensino fundamental e médio, servindo como fonte de pesquisas escolares e para os professores como recurso didático.

■ A Revista Eletrônica de Ciências está aberta à colaboração de todas as pessoas interessadas em compartilhar seus conhecimentos, pesquisas e descobertas relacionadas às Ciências.

Como fazer?

■ O autores podem enviar seus trabalhos para apreciação para o endereço: revista@cdcc.sc.usp.br. Os textos devem ser escritos de forma clara e utilizando uma linguagem que possa ser facilmente compreendida por alunos do ensino fundamental e médio.

■ É desejável que sejam acompanhados por figuras, referências bibliográficas e sugestões para leituras complementares. Animações, arquivos de áudio e outros recursos multimídia podem ser sugeridos, mas sua inserção na revista irá depender da disponibilidade de recursos.

Referências Bibliográficas

■ BRETZ, L.S.; MEINWALD, J. The language of chemistry. *Journal of College Science Teaching*. v. XXXI, n.4, p.220-224, dez2001/jan2003.

■ Disponível em: www.casosdesucesso.sebrae.com.br/artigo/Metodologia%20de%20estudo.pdf Acesso em: 01/09/2004.

■ Caso Investigativo como Estratégia de Estudo para a Aprendizagem de Biologia. Publicado na Bioscene – The Journal of College Biology Teaching. 24(1), Maio, 1998.

■ Revista eletrônica de Ciências. Disponível em: www.cdcc.sc.usp.br Acesso em:05/10/2004.

- ESTUDOS DE CASOS – 2º BIMESTRE -

14/10/04	Aula expositiva sobre os casos e distribuição dos casos (G1 a G15)
28/10/04	Trabalhando com os casos (1º dia)
04/11/04	Feriado Municipal
11/11/04	Trabalhando com os casos (2º dia)
18/11/04	Apresentação dos pré-simpósios
22/11 a 25/11	Apresentação oral e discussão sobre a resolução dos casos
02/12/04	Entrega do material escrito a ser produzido (2º bimestre)
09/12/04	Prova substitutiva
16/12/04	Resultado final

- **14/10/04:** aula expositiva sobre os casos, distribuição dos casos e entrega do cronograma das apresentações. Discussão dos casos. Entrega de material escrito a ser produzido pelos alunos.
- **28/10/04 e 11/11/04:** os alunos serão distribuídos em duas salas de aula. Os alunos participantes dos grupos G1 a G8 permanecerão na Sala 1 do Q5 e os alunos participantes dos grupos G9 a G15 vão para a sala Sala 3 do Q5, com acompanhamento dos bolsistas PAE (Gelson e Luciana) nos dias 21/10 e 28/10.
- **18/11/04:** os alunos participarão de um pré-simpósio, quando apresentarão o que já discutiram para a resolução de cada caso. G1 a G8 apresentarão os pré-simpósios das **10:10 às 11:30** e G9 a G15 apresentarão das **12:10 às 13:30**.
- **18/11/04:** aula livre, onde os alunos terão a oportunidade de tirar dúvidas, solicitar sugestões dos colegas e da professora sobre o trabalho realizado.
- **22/11 a 25/11:** apresentação dos mini-simpósios. Cada grupo terá 15 minutos para a apresentação. O membro do grupo que fará a apresentação será sorteado na hora. Espera-se, com isso, que todos os membros do grupo estejam preparados para apresentar a resolução. Após a apresentação dos casos serão levantadas questões para discussão com todos os alunos presentes.

- SEMANA DE APRESENTAÇÕES DAS SOLUÇÕES DOS OS CASOS -

Horário	Segunda 22/11	Terça 23/11	Quarta 24/11	Quinta (manhã) 25/11	Quinta (noite) 25/11
19:00 -19:15	<i>G1</i>	<i>G4</i>	<i>G7</i>	<i>G10</i> _(10:10 - 10:25)	<i>G13</i>
19:15 – 19:30	<i>G2</i>	<i>G5</i>	<i>G8</i>	<i>G11</i> _(10:30 - 10:45)	<i>G14</i>
19:30 – 19:45	<i>G3</i>	<i>G6</i>	<i>G9</i>	<i>G12</i> _(10:50- 11:05)	<i>G15</i>
19:45 – 20:30	<i>Discussão sobre a resolução dos casos</i>				

ATENÇÃO: no dia 25/11 na parte da manhã, haverá apenas a apresentação dos grupos G10, G11 e G12 (10:00 às 11:30).

Segunda-feira (22/11): Caso Coqueiros

Terça-feira (23/11): Caso Próteses

Quarta-feira (24/11): Caso Laranjais

Quinta-feira (25/11): Caso Poluição (manhã, das 10:00 às 11:30) e Caso Granja (noite)

Instruções para a apresentação oral dos artigos

- Cada grupo terá o tempo de **15 minutos** para a apresentação. O membro do grupo que fará a apresentação será sorteado no início de cada apresentação;
- As apresentações devem ser feitas em Power Point ou Open Office. Caso o grupo queira utilizar outros programas, deverá consultar a professora/monitores da disciplina.

Avaliação (2º bimestre)

1 – Participação em sala de aula: avaliação individual, 1,0 ponto.

2 – Apresentação do material produzido em sala de aula: avaliação coletiva, 1,5 pontos.

3 – Apresentação oral: avaliação coletiva, 2,5 pontos.

4 – Diário de resolução dos casos: avaliação coletiva, 2,0 pontos.

5 – Produção de material escrito sobre a resolução dos casos: avaliação individual, 3,0 pontos

- AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES REALIZADAS NO SEGUNDO BIMESTRE -

Durante o segundo bimestre você realizou atividades que envolveram um **Estudo de Caso**, a **Produção de uma Apresentação Oral**, o **Diário do Caso** e um **Texto Escrito**. Considerando o seu desempenho nestas atividades, avalie sua concordância ou discordância em relação às declarações abaixo, de acordo com a seguinte escala:

- Discordo fortemente
- Discordo parcialmente
- Não tenho opinião formada
- Concordo parcialmente
- Concordo fortemente

☐ Desenvolvi a minha capacidade de comunicação oral

Comentários: _____

☐ Desenvolvi a minha capacidade de comunicação escrita

Comentários: _____

☐ Desenvolvi a minha capacidade de realizar trabalho em grupo

Comentários: _____

☐ Desenvolvi a minha habilidade de investigação na busca de soluções para resolver problemas

Comentários: _____

☐ Desenvolvi a minha capacidade de argumentação diante de questionamentos

Comentários: _____

☐ Desenvolvi a minha capacidade de persuasão na apresentação das minhas conclusões

Comentários: _____

☐ Desenvolvi o meu entendimento sobre a forma como a ciência é construída. Ou seja, como os cientistas trabalham e produzem o conhecimento científico

Comentários: _____

☐ Desenvolvi a minha capacidade de solucionar problemas

Comentários: _____

☐ Desenvolvi a minha capacidade de tomar decisões diante de problemas da vida real

Comentários: _____

Por favor, escreva aqui algum outro tipo de habilidade que você acredita que tenha desenvolvido ou que tenha sido aperfeiçoada a partir da realização da atividade de Estudo de Caso e que não foi mencionada anteriormente.

Caso você tenha algum episódio/opinião interessante para contar, que julgue capaz de destacar a relevância da realização da atividade de Estudo de Caso, por favor, utilize as linhas abaixo para falar sobre o assunto.

MUITO OBRIGADA PELA ATENÇÃO QUE VOCÊ DISPENSOU PARA RESPONDER ESTE QUESTIONÁRIO.

TRANSCRIÇÃO DOS DISCURSOS DOS ALUNOS DURANTE AS APRESENTAÇÕES ORAIS SOBRE AS RESOLUÇÕES DOS CASOS

“PRAGA DO COQUEIRO”

Grupo G1

- Nós vamos apresentar a resolução de um caso conhecido como caso coqueiro. O que seria o caso coqueiro? Uma doença conhecida como anel vermelho atinge os coqueiros, matando os mesmos e é transmitida por um nematóide que é vetoriado por um besouro. Este estudo foi realizado na região do estado de Alagoas, onde a principal atividade é o cultivo do coco. Como eu disse, o nematóide é vetoriado por um besouro, esse besouro é conhecido por *Rhynchophorus Palmarum*, como pode ser observado por esta foto. Esse besouro é atraído para os coqueiros através de um cheiro liberado pelos coqueiros quando o mesmo sofre algum tipo de ferimento, corte ou coisa parecida. Os sintomas da doença: os primeiros sintomas são o amarelamento das folhas mais baixas do coqueiro, as quedas dos frutos e o que dá o nome da doença, a formação de um anel vermelho que pode ser observado neste corte transversal superior ao coqueiro. Um coqueiro ao ser atingido pela doença, ele entra em colapso e morre, isso porque esse anel vermelho formado no interior do coqueiro entope os vasos que conduzem seiva elaborada, ou seja, o coqueiro não se alimenta e morre. Aqui (mostra uma foto) pode ser observado o amarelamento das folhas mais baixas, como foi citado como um dos sintomas. Os métodos de combater essa doença pode ser a erradicação das plantas afetadas, a utilização de pesticidas, o controle biológico ou o uso de feromônios. A erradicação das plantas afetadas, que seria a eliminação das plantas afetadas, que não é um método muito viável, porque diminui o número de coqueiros, ou seja, diminui a produção de coco, o melhor método seria curar, podemos dizer assim, esses coqueiros que são afetados. A utilização de pesticidas que também não é muito viável, porque além de degradar o meio ambiente, pode contaminar o fruto, ou seja, há uma queda na qualidade do produto. O controle biológico consiste na introdução de um predador natural no meio, esse método de controlar a doença pode não ser muito viável, porque esse predador pode transmitir outro tipo de doença que não seja o anel vermelho. E um outro método é o uso do feromônio que nós consideramos mais viável. Vamos explicar mais adiante como é feito e porque é mais viável. O feromônio utilizado é o rincoforol. O rincoforol é uma substância sintetizada em laboratório a partir do feromônio de agregação do próprio besouro. Feromônio de agregação é um cheiro que o besouro libera para indicar para os outros indivíduos de uma mesma espécie a presença de alimento no local. Quer dizer, o uso do feromônio é viável, por não degradar o meio ambiente. Esse feromônio é produzido em cápsulas, como pode ser observado aqui (mostra uma foto). Essas cápsulas são introduzidas em baldes plásticos, contendo um orifício na parte superior onde o besouro vai entrar. Então o besouro é atraído para esses baldes através do cheiro característico do rincoforol, e essa atração também é potencializada quando dentro dos baldes é introduzido cana de açúcar ou abacaxi. Ou seja, os besouros vivos que vão estar dentro do balde vão liberar o próprio feromônio de agregação. Então, além do cheiro do rincoforol, que seria o feromônio sintetizado, vai ter o próprio cheiro do feromônio. A manutenção da armadilha, aqui conhecida como armadilha, que seria o balde com feromônio e o alimento, deve ser feita em quarenta e cinco dias, que seria a troca das cápsulas de rincoforol, a cana de açúcar e o abacaxi. Aqui (mostra um gráfico) pode ser observada uma exemplificação do uso do método, ou seja, do uso do feromônio. É uma pesquisa realizada em Porto Seguro, na Bahia, que indica que quanto maior o número de besouros capturados... aqui por esse tracejado vermelho, menor o número de plantas atacadas, por essa linha azul pode ser observada. Porque vamos usar o feromônio: o feromônio não oferece riscos à saúde humana, pois é uma substância orgânica sintetizada de uma substância natural, ou seja, do besouro mesmo. É um método muito econômico, a primeira vez que o rincoforol foi produzido para esta finalidade, ele foi distribuído gratuitamente para região de Alagoas. O combate do besouro através do feromônio garante também a qualidade do fruto, porque é uma substância natural que combate o besouro sem precisar entrar em contato com a planta. O produto hoje custa por volta de cinco reais uma cápsula, que serve para uma armadilha, que como foi dito dura quarenta e cinco dias. E esse feromônio, esse método, pode ser usado em larga escala, pois não degrada o meio ambiente. Outros métodos não de combater, mas de prevenir o aumento do besouro, ou seja, o aumento da chance de ter a doença do anel vermelho, seria manter apenas na plantação os coqueiros que realmente

estejam produzindo coco. Ou seja, eliminar aqueles que já não estão mais produzindo coco. E também a limpeza das ferramentas utilizadas na plantação para não contaminar as raízes, porque o nematóide também atinge o interior dos coqueiros através das raízes das plantas. Os benefícios sócio-econômicos: bom, o combate ao besouro garante para a população local a renda de sobrevivência, porque essa população vive basicamente do coco. Então, a devastação desses coqueiros, como eu posso dizer...diminuindo a produção de coco, diminui a renda de sobrevivência deles, e eles não tem, de certa forma, outro meio de sobrevivência. Diminui também o nível de desempregados, porque mantém o nível de produção do coco, não tem queda na produção, então não precisa demitir os trabalhadores. E beneficia também a economia estadual, porque o estado de Alagoas, a maior fonte de renda deles é o cultivo do coco. Então nós podemos apresentar como resolução do caso: o método mais eficaz é o uso do feromônio rincoforol. É o mais econômico entre os métodos citados, apresenta uma boa atuação em um curto intervalo de tempo e também por não degradar o meio ambiente, podendo assim ser usado em larga escala.

Grupo G2

- O que é o caso dos coqueiros, afinal? O senhor Francisco de Freitas é um agricultor da região litorânea de Alagoas. Ele tem um caso, ele tem um problema, ele tem uma plantação de coqueiros, um coqueiral. Ultimamente tem surgido problemas nessa plantação e nas plantações vizinhas, uma praga que está devastando todas as plantações. Então o senhor Francisco para tentar resolver a situação, vai pedir ajuda para sua filha Isabel, que é aluna na Universidade Federal de Alagoas. A Isabel vai tentar ajudar o seu pai, vai recorrer a um grupo de pesquisadores da universidade. Ela sabe que lá existe um grupo de pesquisadores que trabalha na tentativa de eliminar pragas. Então para tentar resolver o caso do senhor Francisco, a Isabel junto a nós vai tentar trazer uma solução para ele. Vamos começar falando um pouco sobre o coqueiro. Nós sabemos que o coqueiro é uma planta que se desenvolve sob altas temperaturas em solos arenosos de baixa fertilidade e alta densidade do ar. É a principal fonte de renda para população local de Alagoas, como o Nordeste é uma região pobre de recursos tecnológicos. Oitenta por cento da produção de coco, atualmente no Brasil, vem da região nordeste. Aqui nós temos a foto de um coqueiro. Vamos para o problema: bom, como já foi falado existe uma doença letal que está devastando a plantação de cocos. Essa doença tem conseqüências econômicas, sociais e ambientais. Por que seu Francisco não resolve simplesmente mudar de cultura em vez de resolver o problema? Bom, como o nordeste é uma região desfavorável, um clima desfavorável para práticas de outras culturas, poucas plantas se adaptam a essas condições climáticas, além do que o solo é de baixa fertilidade, então realmente a cultura de coco é uma das únicas viáveis nesta região. Então de acabar com essa cultura, vai causar todo um problema, uma conseqüência econômica e social para toda a população que vive dessa renda. Além disso, o nordeste é uma região de baixa tecnologia, de baixos recursos tecnológicos, quando comparado ao sudeste, por exemplo. Então não existem muitas fontes alternativas para seu Francisco mudar de ramo. Então vamos ter que resolver o caso mesmo! Vamos falar um pouquinho da doença: essa doença é chamada anel vermelho. É uma doença causada por um nematóide. Aqui nós temos uma foto do nematóide observado no microscópio. O nematóide não é uma bactéria, não é um vírus, não é um protozoário, é uma espécie de verme. Algumas das características dessa doença é o amarelamento das folhas e a queda das mesmas. O coqueiro seca até morrer e há a formação de uma anel vermelho que envolve a base do caule. Uma planta afetada com a doença, se você cortar o caule dela, você ver a formação de um anel vermelho, daí o nome da doença de anel vermelho. Nós vamos ver em fotos duas árvores afetadas com a doença. Aqui nós vemos o amarelamento das folhas basais, ou seja, nas folhas mais baixas. A parte mais inferior do coqueiro são as primeiras que amarelam e aqui é o anel vermelho, o que dá o nome a doença. Por que ocorre o amarelamento e depois por que as plantas secam? Bom, nós sabemos que em toda planta, não só no coqueiro, existem dois vasos condutores de seiva, o xilema e o floema. O xilema é o que conduz a seiva bruta, ou seja, água e sais minerais, que são feitas pela raiz e conduzidas até as folhas, onde vai se realizar a fotossíntese, e através dela a planta vai produzir seu próprio alimento. Ou seja, a seiva elaborada é distribuída para planta e volta para raiz. Também porque a raiz precisa ter uma reserva de seiva elaborada para a alimentação. Então o que ocorre? O nematóide vai comprometer a produção dessa seiva elaborada. Esse anel vermelho compromete esses vasos condutores, de forma que a raiz vai acabar secando e com a raiz seca, a árvore inteira vai secar, daí a doença ser tão grave. Solução: bom,

a primeira solução que nós pensamos seria acabar com o nematóide, acabando com a doença, nós acabamos com o problema. Mas infelizmente é impossível acabar com o nematóide, por quê? A doença é letal, uma vez que ela atinge o coqueiro, ela acaba secando a planta e não há nenhuma forma de solucionar, de acabar com o nematóide depois que ela se instala no coqueiro. Então esta não é uma solução viável, então precisamos achar outra solução. Prevenção: a melhor maneira de acabar com a doença é impedir que ela se instale no coqueiro, ou seja, é usar a prevenção. Inicialmente, a primeira coisa a fazer é queimar os coqueiros já afetados para que não transmita a doença para os sadios. Bom, já que o coqueiro uma vez afetado com o nematóide, a doença do anel vermelho, a doença letal, esse coqueiro vai acabar morrendo, nós devemos eliminar todos os focos da doença, queimando os coqueiros já afetados para que eles não atinjam os coqueiros sadios. Mas como nós podemos então eliminar a doença? Essa doença possui um vetor, ela é transmitida através de um besouro. Esse besouro é chamado de *Rhynchophorus Palmarum*, que popularmente é conhecido como bicudo, ou broca do olho do coqueiro. Bom, nós temos dois problemas aqui, causados por esse vetor. Um deles é a transmissão do nematóide, o vetor do nematóide. O segundo diz respeito a própria reprodução do besouro. Solução do problema: como nós podemos acabar então com o *Rhynchophorus Palmarum*? Aqui nós temos uma foto do *Rhynchophorus Palmarum*, ele é chamado de bicudo porque ele tem um biquinho na frente dele. Nós temos aqui também, trouxemos um besouro, uma prova viva do *Rhynchophorus Palmarum*, ele é pequenininho. Então depois se vocês quiserem passar pra ver... Então de que forma podemos eliminar com esse vetor? Nós pensamos em algumas soluções dentro das possibilidades da região, nós vamos estar discutindo... A primeira delas era soltar um predador natural, que é uma maneira ecologicamente correta de acabar com esse vetor. Mas um predador natural desse vetor seria, por exemplo, o sapo. Só que as condições climáticas dessa região são desfavoráveis para áreas em que o sapo está acostumado a viver, além disso, o sapo se reproduz em água doce e não em água salgada, e nós estamos falando da região litorânea de Alagoas. Então o sapo não seria uma solução viável. Ou outro predador natural seria a cobra, por exemplo, mas por motivos óbvios, nós não vamos soltar um monte de cobra para acabar com os besouros. Nós poderíamos imunizar o besouro contra o nematóide, o que seria isso? Existem pesquisas sobre algumas doenças em que o vetor é tipo vacinado contra aquele mal, aquele agente patogênico que ele leva. Se nós pudéssemos fazer isso com o besouro, de forma que ele não carregasse mais o nematóide, nós estaríamos eliminando a doença. Mas infelizmente não existe nenhuma pesquisa atual no Brasil direcionada nessa área. Então também não é viável. Poderíamos promover a preservação do habitat natural, a fim de evitar desequilíbrio na população de besouro. Bom, se existe uma grande população de besouros nos coqueiros é porque existe um desequilíbrio ambiental, ecológico e os besouros, provavelmente, não tem como se alimentar e tem que ir para os coqueirais. Mas também não é viável, por quê? A vegetação natural dessa região é a mata atlântica, e a gente sabe que, infelizmente, ela está quase que totalmente devastada, então também não é viável essa alternativa. Nós poderíamos usar inseticidas, é uma medida prática, barata, rápida, acaba rapidamente com os besouros. Mas ela é ecologicamente incorreta, porque polui os solos, polui as águas, os lençóis freáticos, e essa população precisa dessa água para beber, para plantar. Além disso, o inseticida promove a seleção dos besouros, os mais fracos morrem, mas os mais fortes sobrevivem e geram descendentes tão fortes quanto eles. Então você teria que estar sempre aumentando a força do inseticida e prejudicando cada vez mais a saúde da população local. Então poderíamos capturar os besouros em armadilhas, essa é uma solução viável, nós vamos discutir ela posteriormente. Bom, capturar os besouros em armadilhas, mas como atrair os besouros para as armadilhas? Utilizando o feromônio, mas o que é feromônio? O feromônio é uma substância produzida pelos insetos responsáveis pela comunicação química entre os mesmos. Por exemplo, nós temos uma foto aqui de umas formiguinhas, nós sabemos que as formigas sempre andam juntas, sempre sabem o caminho do formigueiro quando saem para buscar alimento. Então, como sempre elas sabem o caminho? Elas liberam o feromônio, essa substância que é responsável pela comunicação. Um outro exemplo é quando uma abelha pica uma pessoa, aí de repente todo o bando vem enfurecido atrás dessa pessoa, por quê? A primeira abelha que picou solta o feromônio e esse feromônio vai atrair as demais abelhas. Esse tipo de feromônio que atrai todo o grupo é chamado de feromônio de agregação e é esse mesmo tipo de feromônio de agregação que nós vamos utilizar para atrair os besouros. Já existe um feromônio sintetizado em laboratório que pode ser usado para atrair o *Rhynchophorus Palmarum*. Esse feromônio é chamado de rincoforol. É um feromônio sintético que pode ser utilizado combinado com a cana de açúcar ou abacaxi para captura dos besouros em

armadilhas. Por que usar essa combinação? É... Testes mostraram que o rincoforol é uma boa medida, ele é eficaz, mas o abacaxi e a cana de açúcar potencializa ainda mais essa eficácia do rincoforol. Ele aumenta o número de besouros atraídos, obtém-se ótimos resultados e é uma maneira segura de combate aos insetos, diferentemente dos agrotóxicos. Além disso é uma maneira ecologicamente correta. O feromônio não é acumulativo como os agrotóxicos, ou seja, ele se degrada rapidamente. É uma maneira boa de se acabar com o besouro. Esse aqui é um liberador, dentro desse liberador está contido o feromônio. Esses liberadores são colocados em caixotes, locais onde os besouros vão entrar, para prender, aprisionar eles lá dentro. Dessa maneira, nós podemos aprisionar os besouros e acabar com eles. Aqui nós temos uma tabela com índice de captura do vetor. Então, aqui primeiro foi usado só o abacaxi, capturou um certo número de besouros. Mas quando você associa o rincoforol com a cana de açúcar ou o rincoforol com o abacaxi, essa eficácia aumenta muito, por isso o motivo de associarmos ao uso do feromônio. Aqui são alguns ésteres (gráfico) utilizados juntos com o rincoforol, aumentou um pouquinho a eficácia dele, mas não tanto quanto a cana de açúcar e o abacaxi. Bom, então, o rincoforol é uma boa medida, mas tem um inconveniente, para ser usado em larga escala, sai um pouquinho caro, porque atualmente ele é utilizado com reagentes importados. Então por isso decidimos associar à técnica do inseto estéril, o que é isso? Como o próprio nome diz consiste em tornar os insetos estéreis, de forma que eles não reproduzam mais. Mas em que consiste esta técnica? Consiste na emissão de raios gama para torná-los inférteis, e obtém-se bons resultados no controle de pragas. E como nós podemos utilizar isso no nosso caso? Bom, os besouros seriam capturados com o rincoforol para as armadilhas e levados ao laboratório. Infelizmente, como essa erradicação é fraca, ela não visa acabar com o besouro, mas só acabar com o sistema reprodutor dele. Os besouros adultos são imunes a essa radiação e aí vem a pergunta: não seria mais fácil simplesmente matar os besouros? Não, porque a experiência mostrou que essa técnica tem dado bons resultados na exterminação de besouros, na diminuição da população. Os besouros estéreis vão ser devolvidos à natureza e vai haver uma competição na hora da reprodução, entre os besouros estéreis e os férteis. Vai haver a cópula com os estéreis também, só que logicamente não vai haver geração de descendentes. E esse besouro, depois de cumprir o tempo de vida dele, morre e não vai haver a geração de novos descendentes. A experiência do uso dessa técnica mostrou que em pouco tempo se tem resultados muito bons na diminuição da população de besouros. Então pode ser uma técnica empregada e associada ao uso do rincoforol, porque desta forma a gente está exterminando com todos os besouros. Resolução do caso: como que nós podemos ajudar o seu Francisco de Freitas a resolver o problema do anel vermelho. Nós não podemos acabar com o nematóide, mas iremos acabar com o vetor dele, ou seja, o *Rhynchophorus Palmarum*, capturando-os através de armadilhas, usando o feromônio rincoforol para atrair os besouros e associando a isso a técnica do inseto estéril, a fim de torná-los inférteis. Essa competição na hora da reprodução gerada entre os insetos estéreis e entre os férteis, vai acarretar na diminuição da população de besouros e desta forma nós vamos ter uma maneira correta, uma maneira ecologicamente viável e nós vamos estar salvando toda a fonte de renda desta população.

Grupo G3

- Bom, a gente vai começando com os aspectos da região. O coqueiro ele é típico de regiões quentes, úmidas e ensolaradas. Por isso que os coqueiros são mais encontrados lá no norte e nordeste. E a água é o fator mais importante para o coqueiro, depois a temperatura e a radiação solar. O coqueiro para ele crescer bem, ter um desenvolvimento bom, ele precisa ter entre 130mm de água por mês e uma temperatura de 37°. Se a temperatura for elevada e a umidade for baixa e a umidade for baixa é uma condição danosa para planta. Agora a gente vai falar sobre o panorama da região. Os pequenos agricultores da região do estado de Alagoas, que é a região do estado de Alagoas, que é a região que a gente está estudando, eles sobrevivem basicamente da cultura do coco. Essa cultura representa 80% da produção nacional e 15% da produção mundial. Então com esses dados a gente vê a importância da plantação de coco para região. E também o coco é importante porque ele fornece matéria prima, seja na área de culinária, na área de cosméticos e até mesmo em ornamentação. A gente percebe que o coqueiro é uma planta completa, a sua raiz, caule, folha, fruto é utilizado para fabricar alguma coisa. Agora a gente vai falar sobre o caso. Bom, o senhor Francisco de Freitas, proprietário de uma fazenda de plantação de cocos, vê seu cultivo atacado por besouros, um besouro macho. O nome científico dele

é *Rhynchophorus Palmarum*. Então com esse problema, ele conversa com sua filha, que é estudante de química na Universidade Federal de Alagoas. Como sua filha tem amigos na universidade, ela relata esse problema de seu pai e os pesquisadores ensinam a ela a fazer uma armadilha. Aí vem depois a resolução do caso. Bom, as características do inseto: ele é de cor negra, cabeça pequena e alongada. Ele tem hábitos noturno e crepuscular e metamorfose completa. O ovo origina a larva, a larva origina a pulpa e a pulpa origina o adulto. Quando ele está em seu estado larval, o besouro ataca o meristema da planta. O meristema é um tecido que está localizado no centro da parte apical da planta. Depois em uma foto eu vou mostrar para vocês onde está o meristema. O adulto ataca o coqueiro a partir do terceiro ano de vida do coqueiro. Por quê? Porque a partir do terceiro ano de vida do coqueiro ele já está formado, já está bem estruturado na terra, no solo, então a partir daí a gente pode ver os sintomas da doença do anel vermelho. Tem o amarelecimento das folhas que aqui (foto), vocês estão vendo, as folhas estão caídas, isso é um sintoma da doença. Mas os problemas nutricionais podem camuflar a doença. Quando os coqueiros não têm um cuidado adequado, não é adubado corretamente, não recebe os nutrientes necessários para seu desenvolvimento, acontecem esses sintomas. Então como é que pode identificar esse problema? Através de um corte transversal do caule, tendo a existência de um anel vermelho em todo o perímetro do corte. Então aqui (foto) a gente observa um corte e a existência de um anel vermelho em todo o perímetro do corte. Aqui seria o meristema da planta, que é onde o nematóide ataca. Então o besouro ataca essa planta e atacando a planta ele instala o vetor, que se instala e ataca todo o seu meristema. Bom, aqui (foto) a gente pode observar algumas soluções para o caso. Aqui nós observamos uma foto de uma armadilha no balde, que seria uma das soluções que nós encontramos. Como é feita a armadilha? A armadilha é feita em um balde de plástico, com capacidade de 50 a 100L e com tampa. Nessa tampa são feitos três ou quatro furos e nos furos são colocados funis. Nesse funil é onde os besouros caem e depois são mortos. Mas como seria feito para cair os besouros no balde? Então eles pesquisaram, pesquisaram e viram que cana de açúcar e abacaxi poderiam auxiliar na captura do besouro. Esse daqui é um feromônio, que feromônio é esse? Esse feromônio é liberado pelo besouro. O feromônio atrai os outros besouros, tanto machos como fêmeas, aí quando o macho e a fêmea se encontram acontece a cópula e aí as fêmeas depositam os ovos nos ferimentos recém-abertos da planta atacada, iniciando novamente um ciclo do besouro. Então esse feromônio, como eu disse, serve para atração. Então esse rincoforol, nome científico dele, os besouros liberam para indicar a presença de alimento naquele lugar. Voltando à armadilha... a cana de açúcar e o abacaxi potencializam o processo de fermentação, aí são colocados a cana de açúcar e o abacaxi dentro do balde e as cápsulas de rincoforol em cima da tampa. Bom, mas se o besouro libera o rincoforol, por que a gente precisa do auxílio da cana? Justamente porque o rincoforol sozinho tem capacidade de atrair os besouros, mas associado aos alimentos, aumenta a atração significativamente. Então acontece que a cana de açúcar e o abacaxi servem também para atrair como forma de alimento, porque quando o besouro ataca uma planta, ele ataca o meristema e no meristema tem seiva. Então, encontrando o alimento, o besouro libera o feromônio e da própria planta já sai um odor característico, que é da seiva. Então isso auxilia no processo de atração para outros besouros. E quando os outros besouros atacam a planta, a planta fica debilitada porque permite que outros microorganismos e bactérias ataquem também essa planta, prejudicando seu desenvolvimento. E aí tem vários tipos de feromônios, tem o feromônio sexual, que serve para aumentar o processo de acasalamento. Tem o feromônio de trilha que serve para retornar a colônia. Tem o feromônio de território, que serve para delimitar a área, para impedir encontros desagradáveis, para que não ocorram as brigas entre uma colônia e outra. O de alarme serve para emitir uma mensagem na presença de um inimigo. E o de agregação, que é o feromônio rincoforol, que nós estamos estudando. Ele é um feromônio para atrair os alimentos, como eu já expliquei. Ele serve para atrair um elevado número de indivíduos da mesma espécie, para indicar a presença de alimentos. Os besouros quando caem na armadilha pelo funil, eles têm que serem retirados e mortos manualmente, foi um detalhe importante que eu esqueci de falar. Bom, aqui nós vamos falar sobre o rincoforol. Ele é expelido somente por machos e é um feromônio de agregação que pode ser sintetizado em laboratórios. Bom, isso daqui (mostra uma estrutura molecular) é de onde parte o feromônio, a partir dessa molécula que tem o nome de 6-etil-2-heptino-4-ol, através de várias acetilações e hidrólises. Então a partir do processo de acetilação e hidrólises é obtido o rincoforol. Dá pra observar que não é uma molécula muito complexa, mas as acetilações e hidrólises são feitas somente para purificação e cristalização. Bom, e as outras técnicas que nós encontramos foi a queima dos coqueiros contaminados, mas não tem que queimar somente os

coqueiros contaminados, tem também que queimar os coqueiros sadios. Mas por que queimar os coqueiros sadios? Porque os coqueiros sadios são hospedeiros alternativos dos besouros. Como eu disse anteriormente, eles podem instalar as larvas lá no caule e através do processo de metamorfose do besouro, pode iniciar um novo ciclo do besouro. Então por isso nós temos que queimar tanto os coqueiros sadios como os contaminados. E também tem os inseticidas. Agora vamos mostrar as vantagens e desvantagens das técnicas. Bom, a armadilha é simples, econômica e tem baixo impacto ambiental. É simples porque usa apenas o balde, cana de açúcar e o rincoforol, que não é caro comercialmente. É econômica porque um balde abrange três hectares de plantação. Não encontramos desvantagens. O inseticida tem boa eficiência e resposta rápida, mas gera impacto ambiental, gerando resíduos químicos. E a queima é econômica, simples e rápida, mas tem um alto impacto ambiental e baixa eficiência. Por que ela tem baixa eficiência? Porque o solo pode estar contaminado também e o solo estando contaminado não tem muitas vantagens queimar só os coqueiros. Um aspecto importante é a conscientização de todos os agricultores, porque os agricultores que não tomarem conta de seus coqueirais servirão para propagar a doença do anel vermelho. A armadilha do balde tem um baixo custo e alta viabilidade, porque um balde abrange três hectares. No Japão, os inseticidas vêm sendo lentamente substituídos pelos feromônios, alcançando cerca de 10 a 15% do mercado. Estão a gente observa que cada vez mais estão incentivando a pesquisa na área de ecologia química para que não sejam utilizados inseticidas, processos químicos ou até mesmo a queima. E aqui no Brasil esse índice ainda é muito pequeno, de se usar o feromônio rincoforol, porque não tem muita conscientização e também as universidades responsáveis pelas pesquisas não divulgam, não explicam para os agricultores. Pois para gente pode ser simples, mas para eles lá é algo difícil de se chegar, de ser estudado. Bom, a nossa conclusão foi que o senhor Francisco faça armadilhas, além de começar a conscientizar todos os fazendeiros.

“CASO DAS PRÓTESES”

Grupo G4

- Bom, o caso das próteses surgiu quando João Carlos sofreu um acidente em que a sua mandíbula ficou comprometida. Como consequência da falha que ocorreu em sua mandíbula, João Carlos teve sua auto-estima completamente comprometida, ou seja, seu estado psicológico ficou abalado. Uma porque a sociedade apresenta um relativo preconceito em relação aos deficientes físicos, outra porque é muito difícil para uma pessoa que era normal e de repente se ver como um deficiente físico. Além disso, ele tinha dificuldades em mastigar comidas sólidas, rir e falar. Sua irmã procurou ajuda médica para solucionar o caso. Quem ela procurou? Ela procurou o Dr. Alberto, que juntamente com uma equipe pertencente ao SUS se prontificou a pesquisar a prótese mais adequada para o caso de João e então efetuar a cirurgia. Temos aqui (ilustração) a descrição da parte óssea da face, onde a mandíbula se encontra juntamente com um conjunto. Uma outra ilustração mostra detalhadamente a mandíbula da parte óssea. Bom, a escolha do material deveria ter algumas prioridades a seguir: a relação custo-benefício, uma vez que a cirurgia seria feita pelo SUS, então este custo-benefício seria muito importante, porque o menor custo é o mais viável; um menor índice de rejeição pelo organismo, ou seja, o material tem que ser altamente compatível com o nosso organismo; uma boa cicatrização; uma leveza, o que acarretaria certamente a uma comodidade ao paciente, ou seja, ele não teria um peso embutido, amenizando os efeitos da cirurgia. 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. A prótese de platina e a prótese de titânio são predominantes no mercado, ou seja, já estão no mercado há vários anos. Só que a prótese sintetizada do polímero derivado da mamona, certamente, é a solução mais inovadora que existe e então o grupo decidiu optar por esta prótese. Mas por que esta prótese? Bom, a prótese apresenta várias características, entre elas, as mais interessantes estão descritas no quadro: Bom, 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. Bom, além de tudo apresenta um baixo custo, pois é encontrada em grande escala no Brasil, devido ao clima e adaptação. O material é leve. A prótese de platina pesa 400g ao

passo que a prótese sintetizada do polímero da mamona pesa 90g. Isso é uma vantagem muito interessante, pois como eu já disse, o paciente não estranha tanto a implantação. Além de tudo apresenta uma rápida recuperação pós-operatória e evita a manipulação da falha óssea através de radiografia computadorizada. Mas o que seria essa radiografia computadorizada? Antes da cirurgia é retirada uma radiografia da falha óssea do paciente, e então essa radiografia é projetada no computador. O computador, por sua vez, irá criar as dimensões específicas para o tamanho da prótese que será embutida, assim evita a manipulação direta da falha óssea do local da efetuação da cirurgia. Bom, aqui está a planta mais conhecida como mamona e o Brasil tem 8% da área de mamona plantada do mundo. Como eu já disse no começo da apresentação, essa cirurgia teria que ser feita pelo SUS, devido à impossibilidade financeira da família de João. O SUS tem objetivos quanto ao fornecimento da cirurgia bem como do material. E uns dos objetivos estão relacionados: fornecimento de próteses e demais materiais auxiliares; a recuperação biológica e colaborar na integração social. Ou seja, o objetivo maior é que o paciente tratado possa minimizar a dependência dos familiares e outras pessoas que cuidam do paciente, então esse é um dos principais objetivos do SUS. Bom, existe prioridades, porque se não existissem, imaginem vocês, todos iriam querer. Bom, as crianças são priorizadas em primeiro lugar, logo depois vêm os adultos, em particular, aqueles em atividades, os adultos que tinham condições de trabalhar e retomar sua vida produtiva. Tem também o grau de benefício que será obtido, o prognóstico e a capacidade de utilização, o momento mais adequado para o início do uso do equipamento, se o equipamento destina-se a correção ou controle de deformidades progressivas, se o equipamento destina-se a manutenção de correção obtida através do tratamento cirúrgico. Ou seja, além da prótese é fornecido, quando necessário, materiais auxiliares que venham possibilitar uma recuperação, se não perfeita, mais próxima do desejável para o paciente. A resolução do caso foi feita pelo grupo e está exposta a seguir: 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 está 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. Aqui está uma pequena ilustração sobre a prótese de mamona.

Grupo G5

- Nosso caso conta a história de João Carlos, um jovem de vinte e três anos que há dois anos sofreu um acidente de moto. Ele era estudante de física, aqui da USP e sofreu um acidente de moto, no qual ele ficou com o rosto deformado, com dificuldades de falar, de comer comidas sólidas. Além disso, ficou com baixa auto-estima porque ficou com o rosto deformado. Então ele não estava querendo se relacionar com as pessoas, sair de casa, não estava com uma vida normal. Então a irmã dele e a família foram procurando uma solução para o caso, só que eles eram muito pobres, não tinham recursos para bancar uma cirurgia, aí a irmã dele conversou com um médico que sugeriu novas próteses inovadoras. Aí ela pesquisou e descobriu que tinha um implante que era realizado pelo SUS e aí cabe ao grupo descobrir qual é a prótese e qual o procedimento para operação de João Carlos. Avaliação e planejamento do caso: necessidade de reconstrução tecidual, gengiva; colocação de implante ósseo integrado; confecção de próteses; análise da reconstrução labial, que se dá em cirurgia plástica corretiva, que até então, quando você coloca uma prótese, sempre precisa fazer um reparo com cirurgia plástica e; fisioterapia e fonoaudiologia para pessoa conseguir voltar a mexer o osso e o fonoaudiologista para pessoa conseguir falar normalmente. Os possíveis materiais que a gente encontrou, que são possíveis soluções é o osso autógeno, que é do próprio paciente. Por exemplo, tira um pouco de osso da bacia e faz um enxerto no rosto, alguma coisa desse tipo. O polímero vegetal ósseo integrável, neste caso é o extraído da mamona. Os metais que são mais utilizados para o caso de João Carlos são: o titânio, que são as ligas metálicas e as resinas para construção da gengiva, palato duro, bem como o posicionamento dental. Só que não tem só titânio, tem platina, cromo e outros metais. Agora a gente vai fazer uma comparação entre as próteses metálicas e as próteses vegetais, que para o caso de João Carlos são as mais viáveis. As próteses de massas vegetais são até 88% mais leves que as próteses metálicas de titânio, cromo e platina. Então é muito mais confortável para o paciente ficar com uma prótese mais leve do que com metal. As próteses vegetais não interferem em exames de tomografia como fazem as metálicas, porque são praticamente reconhecidas como ossos, já que as

metálicas iriam atrapalhar completamente. As próteses vegetais são totalmente biocompatíveis, enquanto as de metais são vistas pelo organismo como corpos estranhos. Imagine vocês ter no seu rosto uma placa de metal, não é uma coisa fácil de acostumar. As próteses vegetais são mais maleáveis e mais estáveis que as metálicas, porque as metálicas são rígidas e com as vegetais é possível moldar e adaptar. As próteses metálicas sofrem oxidação. As próteses vegetais incentivam a produção de células ósseas naturais, o que seria isso? 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. Com o uso das próteses vegetais o paciente não precisa mais ficar na CTI e com dois dias já pode ir para casa e levar uma vida normal. As próteses metálicas, normalmente, levam de 15 a 20 horas para serem feitas as cirurgias, por quê? Porque tem que abrir o crânio da pessoa, colocar a placa, ficar martelando, montando mesmo para fazer, já para as próteses vegetais são feitos moldes, exatamente como a pessoa precisa, abre o crânio da pessoa, encaixa, coloca um pininho e fecha, perfeito. As próteses vegetais são aproximadamente 40% mais baratas que as metálicas. Talvez as metálicas não sejam tão caras, mas como elas estão no mercado há muito tempo, as pessoas acabam se levando por isso. No pós-operatório não há necessidade de fisioterapia quando se utiliza essa prótese vegetal, porque ela se adapta muito bem ao corpo. Bom, a prótese melhor adaptada ao caso como a gente concluiu, é a vegetal. No caso de João Carlos é o polímero vegetal extraído do óleo da mamona. Ele foi desenvolvido pelo professor Gilberto, responsável pelo laboratório de química analítica aqui do Instituto de Química de São Carlos. A princípio, estes testes foram feitos com pessoas com tumores nos testículos, em fase terminal. Como as pessoas já estavam com tumores na cabeça, em vários órgãos e iam morrer, eles começaram a fazer testes para ver se era possível e viram que não teve rejeição. Os primeiros testes foram realizados em pacientes com tumores, como já dito, do Hospital Amaral de Carvalho, em Jaú, que era um hospital muito pobre em recursos financeiros e passou por várias universidades pedindo colaboração, passou também pelo Instituto de Física aqui de São Carlos e aí o professor Gilberto começou a desenvolver. As vantagens: o polímero é biocompatível, porque como eu disse anteriormente, as células são enxergadas como gorduras, então é visto como algo natural pelo organismo. Incentiva a produção de células ósseas e o polímero começa a se degenerar no corpo. As próteses são personalizadas ou estereotipadas. Agora 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. A cirurgia é realizada apenas em algumas cidades do Brasil, como Rio de Janeiro, São Paulo e Brasília. Em Brasília tem um hospital de base. Neste hospital, cerca de trinta pessoas por mês dão entrada vítimas de acidentes que precisam dessas próteses, dessas apenas oito fazem a cirurgia, as outras fazem algum tipo de tratamento, mas sempre fica a lesão, ou seja, é extremamente necessário o uso de próteses. A operação não é realizada pelo SUS por não possuir certificado da ANVISA. O Brasil muitas vezes não reconhece os cientistas daqui, o polímero foi mais aceito no exterior do que aqui no Brasil. Então eles precisam do certificado de boas práticas da ANVISA para colocar para convênio. A prótese de mamona pode ser utilizada em acidentes de carros, motos, ou bicicletas, vítimas de armas de fogo e em casos de tumores que degeneram o osso. Aqui (foto) é uma simulação de uma fratura corrigida com prótese de mamona. Essa aqui é a prótese e alguns pininhos para fechar e deixar a prótese maleável. Uma comparação da prótese de metal com a prótese de mamona, a de mamona é bem mais leve e bem mais natural, essa aqui parece uma faca.

Grupo G6

- Bom, eu vou falar sobre o caso das próteses. A gente vai falar sobre o João Carlos que é um jovem de vinte e três anos que sofreu um acidente de moto a dois anos, que danificou o seu maxilar. Aí ele ficou triste, não tinha mais vida social, aí a família vendo a situação dele, foi atrás de ajuda, porque ele tinha dificuldades para mastigar, ficou com a face desfigurada e teve um trauma psicológico, que todo deficiente tem, porque ele se tornou um deficiente físico, de certo modo. Aí a família dele, a irmã, em especial, procurou se informar sobre como seria tratar o caso dele. Ele inclusive desistiu da faculdade, desistiu de tudo, não saía de casa, ficou bem abalado, e a irmã dele descobriu, depois de muito tempo que o SUS estava fazendo próteses para esse caso. E como ele se tornou um deficiente físico, ele

sofreu todos os problemas que um deficiente físico teria, os problemas éticos, os problemas econômicos e os problemas sociais. O que seria um problema ético? O problema ético seria por exemplo: um medico 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. Os problemas econômicos a gente vai falar mais adiante. A gente vai falar agora dos problemas sociais. 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. Aí a gente pensou em como solucionar o caso. O mais indicado seria a prótese, mas que prótese? Esse é o X da questão. A gente te que ver as condições dele e ver que próteses dessas que a gente pesquisou, qual delas seria a mais indicada, que ela consiga pagar e que não tenha rejeições, tem vários fatores. Nós temos a prótese de titânio, a prótese de silicone e a prótese de mamona. A prótese de mamona não está sendo aplicada em larga escala, as mais aplicadas são as de titânio e silicone. Aqui a gente tem um exemplo de uma perna com uma prótese de titânio, ela consegue recuperar o movimento normal. 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. 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. A gente tem agora um exemplo de prótese de silicone. 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 isso, mas tem muita rejeição. Agora a gente tem a prótese de mamona, que é um estudo novo, inclusive desenvolvido aqui no Instituto. Como que ela funciona? Ela é retirada do óleo da mamona, inclusive 8% da produção mundial está no Brasil. Então é viável, a gente vai discutir mais adiante... É retirado o óleo da mamona, um óleo vegetal, e é feito um polímero com ele, um polímero mais leve. Não tem rejeição no corpo, porque o corpo o reconhece como sendo um corpo estranho, então não tem nenhum tipo de rejeição. E essa prótese tornou esse tipo de cirurgia muito mais rápida. 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. Já está sendo aplicada, alguns dentistas já estão fazendo isso e a recuperação também é mais rápida com a prótese de mamona. Mas só que a gente tem que analisar agora quanto custa as três e vê qual seria mais viável. Isso são os problemas econômicos. 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, nesse caso (exemplo do rapaz) custou trinta mil reais e deve ser por volta disso. Então pra ele é totalmente inviável e a de silicone também, é cara e não tem o efeito que ele gostaria que tivesse, não recupera o movimento. E ele como não tinha condições, não tinha um plano de saúde, ele não tinha a quem recorrer. Então ficou meio inviável para ele algumas delas. Aí o mais viável, principalmente para o caso dele, foi a irmã dele que procurou o SUS, como a salvação, eu diria assim. Porque o SUS como a gente sabe... o governo tem a obrigação de cuidar do cidadão e o SUS seria esse recurso. E através do SUS ela conseguiu um médico que resolveria esse caso. Existem também as ONGs que fazem campanhas para ajudar esse pessoal que não tem condições para fazer essa cirurgia, que também seria um meio para se recorrer, quando não se tem recursos financeiros. A gente escolheu como solução do caso a prótese de mamona justamente pelas qualidades já ditas. Ela é bem mais barata, não é mais barata porque ainda não está sendo aplicada como deveria ser. 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. Como no Brasil tem muita mamona, vai ser produzida aqui e patenteada pelo professor e por isso vai ser bem mais barata. Não tem rejeição pelo corpo quando é implantada, porque é feita sob medida. No caso de João Carlos seria tirada uma chapa do

rosto dele e faria um polímero na medida, que seria único. Então a durabilidade é para todo o tempo.

“AMEAÇA NOS LARANJAIS”

Grupo G7

- É um caso sobre as laranjas. O caso das laranjas começou há três anos quando uma doença foi identificada no sul de Minas. Essa doença foi apresentada por um amigo nosso, o Joaquim, que há muito tempo tem problemas com as laranjas da fazenda dele e pediu ajuda aos alunos de química. E nós temos que procurar uma solução para o problema dele. Os laranjais apresentaram perda de brilho, perda das folhas e morte da planta. Ocorreu principalmente no interior do estado de São Paulo e sul de Minas. Aqui nós temos o impacto social e econômico. Como é uma doença que afeta uma área muito grande, ela pode se espalhar para outros lugares e sendo a laranja um dos principais produtos exportados pelo país, ela pode afetar as propriedades em virtude da renda que eles precisam. A falta de emprego, como é um produto importante para economia do país, pode acarretar em um desemprego muito grande e também para a economia do país, já que é um produto muito exportado. E a identificação da doença. Pelos sintomas a gente pode destacar duas doenças, o amarelinho e a morte súbita dos citros. A doença do amarelinho apresenta sintomas, mas como nos laranjais da fazenda de Alfredo não ocorre a diminuição do fruto, ela foi descartada. Então, ela foi identificada como a MSC. As características da MSC: essa doença ataca as laranjeiras, limeiras e limoeiros-cravo. Geralmente, para aumentar a produtividade, é utilizada uma planta base como o limoeiro-cravo e nesse limoeiro é enxertado a muda da laranja, porque o enxerto seria como se fosse a raiz e muitas doenças atacam as laranjas. Então a enxertia seria útil no caso das laranjas, porque você pode colocar duas plantas de espécies diferentes, utilizando cada parte delas. Por exemplo, na raiz tinha o limoeiro-cravo e a copa seria das laranjas. O limoeiro-cravo é muito usado porque na economia mundial ele é mais resistente às secas e tem uma maior produtividade pra laranja. Só que a MSC ataca geralmente as plantas enxertadas com limoeiro-cravo. Isso é ruim para o país, porque cerca de noventa por cento do cultivo das laranjas é feito com enxerto de limoeiro-cravo. Essa doença foi identificada pela primeira vez em 2001, em Comendador Gomes, no sul de Minas. De lá pra cá a doença se alastrou muito até que chegou ao sul de São Paulo e norte de Minas. O que é muito ruim, porque a produção de citros está localizada nestes dois estados. O causador da doença é um vírus descoberto só ano passado. É algo recente e ela pode ser uma mutação do vírus da tristeza do citrus, uma doença que tem aspectos similares a MSC, só que ela não tem os sintomas que a MSC tem. E foi descoberto que ela foi transmitida pelo pulgão prego e cinza. Também existe um outro pulgão da mesma família que carrega o vírus, mas não propaga a doença, isso é importante destacar. Aqui a gente tem a foto de pulgões. Eles são insetos que sugam a seiva das plantas para se alimentar e com isso eles propagam o vírus. Dos duzentos milhões de pés de laranja hoje no Brasil, cento e setenta milhões estão passando por essa doença. Porque 90% do cultivo é feito com enxertia de limão e se espalha rapidamente pelo parque produtivo de São Paulo e Triângulo Mineiro, a maior região produtora de citrus do mundo. E ela afetou mais de um milhão de árvores com um prejuízo estimado de 120 milhões de dólares. Os sintomas são esses: as folhas sem brilho e coloração verde-palha. Aqui a foto de um ramo sadio e um ramo com MSC. Aqui desfolha total em estágio avançado. Aqui do lado é uma árvore sadia com poucas brotações e desfolha parcial. E ele afeta o sistema radicular de transporte de substâncias orgânicas que a planta utiliza. E aqui mostra as raízes mortas. Aqui o amarelecimento interno do caso, porque a doença causa a obstrução e degeneração do floema, tornando os tecidos internos amarelados. Esse apodrecimento das raízes se deve ao fato de que a doença causa a obstrução do floema, ou seja, os vasos que conduzem os nutrientes da planta então as raízes ficam podres e morrem. Soluções e controles - evitar o transporte de material propagativo: mudas, sementes para regiões não afetadas. Isso é para não se alastrar o vírus e não contaminar novos outros locais; combate aos insetos transmissores (pulgões) através do uso de predadores naturais como a joaninha; utilização de agentes químicos para o controle do vetor. Combate- uma das técnicas que se obtém mais sucesso é a subenxertia das árvores com limão-cravo; o controle químico é feito para diminuir a quantidade do vetor que seriam os pulgões, e esse controle é feito com óleo mineral e sabão. Aqui é uma receita que muitos agricultores usam e não servem apenas para os pulgões que transmitem a MSC e é aplicado na forma de pulverização, que é uma forma eficaz que não prejudica o meio ambiente. Podemos ver que

não tem elementos químicos que sejam nocivos ao meio ambiente. A subenxertia é uma técnica que se mostra. Subenxertia- Essa técnica se mostra muito eficiente também na forma de controle, pois ela é feita plantando plantas do lado das árvores afetadas e usando os vasos dessas novas plantas para alimentar a planta doente ou para controlar a doença. Ela pode ser feita em árvores contaminadas que não estejam em um estágio avançado. O período mais favorável seria entre setembro e março, mês de chuva. Quanto maior a planta, maior o efeito da subenxertia. Primeiro são feitas as covas e são colocadas essas mudas de plantas que são chamadas de cavalinhos. Quando elas avançam mais de 45cm são enxertadas, são ligadas a planta doente ou que possa pegar a doença. Aqui é um corte na planta que está sendo enxertada e aqui a introdução do cavalinho na planta a ser enxertada. Aqui é o período de recuperação, coloca uma fita plástica para não ter problema de contaminação. Aqui tem uma foto de uma área que foi feito a subenxertia, mostrando a eficiência dessa técnica. Para resolver o problema da família de Alfredo que, provavelmente, está sofrendo da doença do MSC deveria primeiro providenciar a implementação da técnica de subenxertia, conscientizar da gravidade dessa nova ameaça e contribuir na localização e comunicação de qualquer sintoma suspeito. Monitorar o avanço da doença e das técnicas para controlar para controlar e ajudar nas pesquisas sobre sua causa e controle.

Grupo G8

- Bom, o caso aconteceu na cidade de Comendador Gomes. O que aconteceu? Tinha uns garotos que eram amigos e um desses morava na cidade de Comendador Gomes e o pai dele era citricultor. E o que aconteceu, nos laranjais de sua fazenda as folhas estavam caindo, perdendo o brilho, os frutos caindo, e eles queriam saber o que estava acontecendo. Aí esse amigo, que não via o outro há muito tempo, que estudava aqui no IQSC, mandou uma carta para saber se ele conseguiria solucionar o caso, e é sobre isso que a gente vai falar. Essa cidade, Comendador Gomes, ela fica no sul de Minas. Aqui nós temos um mapa, aqui é o estado de Minas, essa é a cidade de Comendador Gomes. Bom, as curiosidades: o Brasil é um dos maiores exportadores de suco de laranja do mundo, como vocês sabem, tem a citrosuco aqui perto, que é uma grande empresa de suco de laranja. Aqui nós temos alguns gráficos do crescimento da exportação de suco de laranja no mundo. Agora falar de uns aspectos. O aspecto social: como todos sabem, nas cidades pequenas geralmente é uma monocultura, nesse caso é só a citricultura, o cultivo da laranja. E quando essa doença ataca os pés, o que acontece? Os trabalhadores que fazem a coleta de laranja ficam desempregados, porque a planta morre e não tem mais o que eles fazerem. E a gente sabe que o desemprego é um dos maiores problemas sociais do nosso país. E agora os aspectos econômicos: bom, é claro que o Brasil é um dos maiores exportadores de suco de laranja e com essa doença muitos dos pés de laranja são atacados em pouco período de tempo, o que acontece? É muito grande a devastação que essa doença faz. Ela traz prejuízos econômicos, não só para o município, como também para população em geral daquela região. Agora as características éticas: a utilização de formas de combate não prejudiciais à saúde. Isso vai assim do agricultor, que ele tenha a consciência de usar um método que não faça mal à saúde e ao meio ambiente. E os aspectos ambientais, que com certeza existe agricultores que preferem utilizar os pesticidas, que pra eles é melhor forma, porque é a mais barata, a mais rápida, mas eles tem que ver os danos ambientais, que todos sabem que pode atacar os solos, os lençóis freáticos. Bom, agora eu vou falar das características da doença: perda das folhas parcial ou total; perda do brilho nas folhas e frutos e morte de algumas árvores. O que acontece é o seguinte: essa doença ataca os vários condutores de seiva, que no caso é o floema. Esse floema é que leva a seiva elaborada para as partes das raízes, ou seja, as folhas fazem a fotossíntese e na fotossíntese são produzidos os açúcares que são os alimentos que vão até as raízes. Nesse caso, como a doença ataca a seiva elaborada, esses açúcares, esse alimento não é levado para as raízes e acontece a morte das raízes, acontece a morte da planta. Bom, objetivos da pesquisa: nós nos concentramos em identificar qual seria a doença, qual seria o vetor transmissor, o agente biológico, e uma solução palpável, a mais eficaz e a mais viável economicamente também. Bom, a resolução do caso. Bom, a doença que a gente encontrou é a morte súbita dos citros e o transmissor é o pulgão preto. Esse é o pulgão preto (mostra uma foto), ele tem cerca de dois centímetros. E esses pulgões se alimentam dos açúcares produzidos na fotossíntese, ou seja, eles atacam o floema. Eles vão lá no tronco das folhas e vão se alimentar dos açúcares que eram pra ir para

as raízes das plantas, por isso que acontece a morte da planta. Bom, o agente biológico se encontra na saliva desse pulgão e durante a alimentação é liberado para o floema e isso também ajuda na propagação da doença. E é importante frizar que o pulgão se locomove facilmente e em pouco período de tempo pode atingir áreas muito vastas. Bom, os sintomas. Aqui nós temos uma planta (foto) sadia ao lado de uma com MSC. Dá pra perceber que esta aqui está muito mais brilhosa que essa. Aqui o apodrecimento da raiz, que como eu falei o floema não chega até a raiz, comprometendo toda a planta. E aqui uma forma muito eficaz para ver se a planta está com a doença ou não. Se faz um corte no tronco dela e vê se ela está com uma mancha amarelada. Se ela estiver com essa mancha, é sinal que ela está com a doença, então precisa tomar as medidas possíveis. Outra coisa também é a desfolha. Aqui (foto) é uma árvore praticamente sem as folhas e uma árvore sadia. Bom, os métodos de prevenção. Controle biológico: as joaninhas são predadores naturais desses pulgões, então o que acontece? Os agricultores poderiam juntar várias joaninhas e soltar nessas plantações, porque elas se alimentam desses pulgões. Também tem o controle químico, mas esse controle químico só deve ser feito em casos extremos, quando a doença está muito generalizada e não tem mais o que fazer, porque as joaninhas já não conseguem acabar com todos os pulgões, por estar em um estágio muito avançado. O tratamento que a gente escolheu, que achou mais viável, por não ser só um tratamento, é uma prevenção é a subenxertia. E como acontece isso? Ela se baseia em você criar novas raízes pra planta. A primeira coisa a se fazer é abrir uma cova em torno do tronco e depois plantar cavalinhos, esses cavalinhos são plantas da mesma espécie, só que você planta ao lado. Aí no tronco da planta que está com a doença, você faz um corte em T invertido e puxa uma parte do casco da árvore. Aí você corta a pontinha do cavalinho e enfia por dentro da casca. E aí esses cavalinhos vão se juntar e todos os sais minerais que ela for captando ela joga para dentro da planta. Aí você enrola pra ficar bem presa e fazer uma boa irrigação. E a conclusão que nós chegamos é que essa doença ainda está sendo pesquisada, mas a melhor forma de prevenir e combater é a subenxertia e as joaninhas.

Grupo G9

- Alfredo, estudante de odontologia da UNESP de Araraquara, ao voltar pra sua casa em Barretos, descobre que os laranjais de sua região estão sendo atacados por uma misteriosa doença que apresenta os seguintes sintomas: perda do brilho das folhas, perda das folhas e até a morte da planta. Qual é essa doença misteriosa que ataca os laranjais? Bom, eu queria já ressaltar desde o início que quando ele volta para casa e conversa com o pai, o pai fala que a doença está atacando os laranjais. Ele é produtor e como ele é produtor, ele depende dessa renda. Ele apresenta o caso para o filho e fala o que está acontecendo. E Alfredo pede ajuda pra alguns amigos que ele tem aqui em São Carlos, pois ele depende da produção da laranja para continuar na faculdade. A gente começou a pesquisar a doença e vimos que ela estava ligada ou a região norte de São Paulo ou a um pedaço de Minas Gerais. E aqui a gente tem um mapa. Aqui são os municípios, isso aqui é a área citrícola. É bom lembrar que o Brasil é o maior produtor de laranja e São Paulo contribui com 97% dessa produção. No começo a gente estava em dúvida se a doença era originada por problemas no solo, ou se estava ligada a algum vetor transmissor. E o primeiro caso, relacionado ao solo, foi descartado após a gente ter acesso a algumas pesquisas realizadas pela FUNDECITRUS. E chegamos a conclusão que a doença chama Morte Súbita dos Citros e que o transmissor é o pulgão preto. Ela foi detectada pela primeira vez em Comendador Gomes há três anos. Quer dizer, por ter sido apresentada pela primeira vez em 2001, ela é uma doença nova. Então se têm poucos dados sobre ela. Essa aqui é a região de Frutal (foto), Minas e Barretos. Quais são os sintomas? Perda de brilho das folhas. Aqui nós temos uma folha sadia e aqui uma doente (foto). Esse é um dos primeiros sintomas que se vê na planta. A partir daí, já acontece uma desfolha parcial, podendo chegar até a desfolha total da planta. Como eu já havia dito, a manifestação da doença tendo ocorrido numa determinada região, atestou-se plenamente que se tratava de um problema no solo. E pesquisas mais avançadas, com base nos sintomas apresentados pelos laranjais, constataram que a doença era causada por uma mutação do vírus da “tristeza dos citros”. O que é a “tristeza dos citros?” Foi uma doença que atacou os laranjais no Brasil e Argentina na década de quarenta, chegando a dizimar trinta milhões de pés de laranja e algumas outras frutas cítricas também. Bom dando continuidade às nossas atividades, chegamos à conclusão de que o transmissor é o pulgão

preto. O pulgão preto é também o transmissor da doença “tristeza dos citros”. Só que ele, na verdade, é o vetor, e hoje a MSC é transmitida por ele. No entanto, ocorreu uma mutação do vírus da “tristeza dos citros”. Um dado importante também é que essa doença, a MSC, ela só ataca as laranjas ou tangerinas enxertadas com limão-cravo. Os outros tipos de enxertia não têm apresentado tão rápido essa doença. Um inseto suga a seiva das plantas. Através de suas picadas em plantas doentes, o pulgão pode copular nas plantas sadias uma das mais sérias doenças, a “tristeza dos citros”, podendo dizimar toda uma população. Na época da doença da doença da “tristeza dos citros”, ele foi considerado realmente o vetor disso, e uma forma de resistir a doença era a enxertia com limão-cravo. No entanto, essa resistência para tristeza, já não é resistente para a MSC. Bom, o controle do pulgão preto: temos o controle químico, esse só deve ser usado em casos extremos, pois o uso de inseticida agride severamente o meio ambiente. Esse método é geralmente utilizado quando o ataque é intenso e generalizado. Já que esse efeito é obtido rapidamente, a pulverização pode ser efetuada quando os pulgões adultos estão presentes na plantação. Bom, como nós todos sabemos, o controle químico acaba afetando o meio ambiente, porque vai para o ar e para os lençóis freáticos. Isto quer dizer, não é um bom método para resolver a questão da doença. E temos o controle biológico, que é um método mais lento, porém, não agride o meio ambiente. Pode ser feito por meio de inimigos naturais, que pode ser a joaninha. E as vantagens são enormes, né? Desde a garantia de um solo que não vai ser afetado, porque normalmente pode ser usado para outras plantas. Então tem que se ter cuidado com os pesticidas. O que acontece quando a planta apresenta a MSC? Os vasos do floema são bloqueados, então a seiva elaborada não consegue chegar às raízes. Uma outra característica da MSC é o apodrecimento das raízes, as vezes você consegue detectar esse problemas nas raízes, antes de ver nas próprias folhas. Um outro método que ajuda a planta é a subenxertia. O que é a subenxertia? É um caminho alternativo para alimentar a planta. Como os vasos ficam obstruídos é feita essa subenxertia. Para ser feito é preciso que você faça covas a 10cm do tronco, plante cavallinhos, que devem ser maduros e ter 45cm. Uma coisa importante, que é a característica mais importante da doença na identificação dela, é que na região de subenxertia ela fica amarela. Talvez você possa confundir com outras doenças, pela perda de brilho, a desfolhagem, mas a região amarela é a identificação principal da doença MSC. Bom, um aspecto relevante, o Brasil é o maior exportador de suco de laranja concentrado do mundo e produz 29% da laranja mundial. Quer dizer, até os Estados Unidos está atrás do Brasil na produção. E o Brasil é o maior exportador, porque no Estados Unidos, a maioria do que é produzido é consumido lá mesmo... Já são um milhão de plantas doentes no país. A doença pode, a partir de sua identificação, matar em até dois anos, mas isso depende da carga que a árvore apresenta. Um aspecto importante, é que mesmo a planta estando doente, com perda de brilho, desfolhagem e tudo, ela ainda consegue reter os frutos. Os frutos ainda ficam na árvore e podem ser consumidos, eles não são atingidos. Os prejuízos financeiros beiram os oitenta milhões. No Brasil são doze instituições envolvidas na pesquisa. E nos Estados Unidos e França tem pesquisas relacionadas a doença, devido a sua importância. O governo federal já liberou 21,5% do que foi prometido. Quer dizer, como no Brasil, um bom pedaço da região afetada depende da plantação de laranja, um desequilíbrio nessa produção afeta diretamente a população daquela região. Pois muitas pessoas sobrevivem daquilo. Igual foi comentado no caso de Alfredo, o pai dele é produtor, e pra ele estudar é preciso que a plantação dê frutos. E quase 65% da verba orçamentária para combater a doença vem da iniciativa privada, devido a perda ser grande, a uma preocupação enorme em cima disso. Por ser uma doença nova, as pesquisas estão a todo vapor, mas não tem uma coisa definida ainda. A gente sabe que é o pulgão... Por exemplo: a gente viu uma reportagem que teve uma empresa de Campinas que conseguiu codificar o genoma do pulgão preto. Estão trabalhando em cima da pesquisa ainda. No início a gente pensou que era a cigarrinha, mas pelos artigos que a gente viu não era ela que transmitia.

“POLUIÇÃO EM RONDÔNIA ”

Grupo G10

- Eu vou falar sobre a poluição em Rondônia. O caso ocorreu em Rondônia. O doutor Gouvêia cuida dos índios da região e recebeu uma paciente que estava reclamando de fraqueza e perda de visão. Então ele pediu alguns exames pra ela e disse que a via depois. Mas o que intrigou o doutor é que esse não era o primeiro caso, vários casos desses estavam acontecendo. **Ele tinha uma grande suspeita que**

era do rio, porque é a base da economia lá, é a base de tudo: higiene, comida, economia, tudo é do rio. Então ele suspeitou que só podia ser o rio. E aí ele pediu a ajuda de um amigo dele da USP de Ribeirão Preto, pois fazia tempo que ele não fazia pesquisas. Então ele pediu ajuda a esse amigo para resolver o caso. A gente pesquisou casos semelhantes que ocorreram antes, os sintomas dos pacientes dos casos anteriores e casos que aconteceram de poluição em Rondônia. Assim, a gente poderia diminuir o leque para poucas possibilidades. Procurando casos anteriores pelos sintomas também, nós descobrimos um caso muito famoso no Japão, o caso Minamata, que aconteceu na bacia de Minamata. Essa região é pesqueira, ela utiliza o peixe para economia e seu próprio sustento. Daí então, descobrimos que eles utilizavam compostos de mercúrio na região, daí contaminou a bacia e afetou as pessoas que usufruíam dos pescados e até banho de mar. Aqui é uma pessoa afetada (foto), ele não nasceu com esse problema, a mãe dele foi infectada e ele nasceu com esse problema cromossômico, daí deu um problema no cérebro. Dá pra ver que ele não tem nenhuma coordenação motora, o sistema motor dele é totalmente deficiente. Os sintomas são perda de visão, falta de coordenação motora e muscular, do caso que ocorreu em Minamata. Assim a gente viu que os sintomas são parecidos com o que aconteceu em Guajará-mirim, a gente fez uma correlação com a contaminação de mercúrio e o que aconteceu em Minamata. Então a gente praticamente solucionou o caso. E o que ocorre nestes sintomas é a destruição dos tecidos do cérebro, que os compostos de mercúrio causam nos humanos. O mercúrio é um metal líquido prateado, muito denso, muito tóxico, por ser um metal pesado. A contaminação pode ocorrer pela pele, ingestão de alimentos contaminados, bebidas e até inalação de vapor. Aqui é o ciclo da contaminação (figura). Quando o mercúrio líquido cai na pele, ele contamina o homem diretamente. Quando o mercúrio cai na água, no solo, no ar, ele atinge a fauna, os animais, a flora. Aí quando o homem os utiliza, ele se intoxica indiretamente. Aqui também ele se intoxica diretamente inalando o vapor. Por exemplo, na garimpagem eles utilizam o mercúrio para achar o ouro e na hora que ele vai separar o mercúrio do ouro, ele cheira o vapor de mercúrio e se contamina. Os efeitos ecológicos são desastrosos quando contaminados por mercúrio. Quando cai no rio, atinge toda a cadeia alimentar, todo o ecossistema, o solo também. Contamina os animais, a atmosfera fica toda contaminada pelos vapores de mercúrio e a fauna e a flora é prejudicada. E aqui é uma foto da bacia de Minamata, que foi a bacia lá do Japão que foi contaminada e até hoje eles não podem usufruir dos recursos dessa bacia. A intoxicação pode ser aguda. Aguda é quando você bebe, por exemplo, você bebe um copo de água e lá tem o mercúrio. É certeza de morte quando se faz isso. Acontece o escurecimento da boca e da faringe, ardência no aparelho digestivo, queda dos dentes, nefrose dos rins, problemas hepáticos graves e até a morte. E a crônica é quando você vai sendo contaminado indiretamente. Vai comendo peixe, bebendo água contaminada. Você vai tendo transtornos digestivos, nervosos, hipertensão, anemia, problemas nos rins e possibilidade de outras complicações. Aí você passa para o seu filho, que vai nascer com problemas também, que nem aquela foto do garoto japonês, totalmente deformado, sem movimentos. Aqui é a região de Guajará-mirim, ela fica na Rondônia, fronteira com a Bolívia, ela fica na região norte. Nessa área de Guajará-mirim tem muitos indígenas, é uma reserva indígena. E como a gente pode ver aqui (foto), esses são lugares de extração de ouro e por isso os índios foram contaminados. Porque usando o mercúrio para identificar o ouro, contaminou toda essa região, e eles foram afetados indiretamente. Repercussão social: como eles estavam sendo lesados, ficando doentes, eles começaram a denunciar os garimpeiros. Aí teve casos de confrontos entre garimpeiros e índios, teve problemas. Os garimpeiros foram lá, querer tomar satisfação com os índios, brigar. Você ver isso na televisão sempre, garimpeiros com problemas com índios. Porque o garimpeiro quer tirar ouro, diamante e o índio, quase sempre, quer o bem-estar da natureza. e também afeta totalmente a economia, porque uma população que vive do rio, que se alimenta do peixe, faz a sua higiene e tem o seu rio contaminado, não vai mais poder usar o rio, e acabou né? Vai ter que se mudar para outro lugar, além de ficar doente. E também isso ocorre porque o ouro é tirado por meio ilícitos. Se o ouro fosse retirado de forma certa, não ia contaminar o rio. Mas para baixar o preço e gastar menos, eles usam meios mais ilícitos. As conclusões que a gente achou não foram muito conclusivas e muito escassas, porque elas gastam muito e são totalmente inviáveis, são economicamente inviáveis, fisicamente inviáveis. O que melhor pode ser feito é uma prevenção, conscientizar a população de que contaminou o rio com mercúrio, tá perdido, conscientizar os garimpeiros e os índios. Solução biológica são plantas silvestres que absorvem o mercúrio, mas é perigoso usar isso, porque as plantas transforma o mercúrio em metilmercúrio, que é muito tóxico. Então não é tão viável assim, você pega um problema e transforma em outro. Soluções químicas são

totalmente inviáveis, por exemplo, como fazer eletrólise no rio? Fisicamente inviável. Então as medidas que podem ser tomadas é: ocorreu a poluição, retirar a população, vigiar os garimpeiros para ver se eles estão poluindo o rio e também utilizar métodos de extração de ouro que não utilize o mercúrio ou outros poluentes graves que vão poluir o rio. A população que ficar na área vai se contaminar e os filhos irão nascer com problemas cromossômicos e isso é irreversível.

Grupo G11

- O nosso caso é sobre poluição em Rondônia. Uma índia foi visitar um médico, o Dr. Gouvêia, com sintomas de perda de visão e fraqueza. Então o médico pediu para que alguns pesquisadores trouxessem alguma resolução para o que poderia estar acontecendo com a índia. As possíveis causas da doença dessa índia e da comunidade dela poderia ser a poluição do rio Mamoré, que passa pela região de Guajará-mirim. A contaminação dos peixes desse rio, porque a base da alimentação dos índios é o peixe e a contaminação do solo, pois eles trabalham com a agricultura e a contaminação do solo pode contaminar os produtos agrícolas...Essa é a região do Guajará-mirim em Rondônia. E aqui é onde passa o rio Mamoré. Bom, aqui é o histórico da região de Guajará-mirim. Nessa região, na década de setenta, começou a ocorrer atividade de mineração, pois o mercado de ouro se expandiu no território nacional e foi necessário procurar novos territórios para extração de ouro. O rio Madeira e o rio Mamoré passam pela região e descobriram que ele era bastante navegável e facilitava o transporte do ouro e a entrada destes trabalhadores na região. E conseqüentemente ocorreu o desmatamento com a chegada destes trabalhadores. E o solo desmatado, cai a chuva e leva poluentes, metais, tudo o que contém nos solos, leva para os rios. Bom, no processo de mineração do ouro é utilizada a bateia, que é essa bacia (foto). O ouro que eles buscavam ficava no leito dos rios, misturados na areia, na terra. Então eles pegavam a terra dessa bacia e misturavam com o mercúrio metálico. O mercúrio se juntava com o ouro e conseqüentemente ficava mais pesado. Então eles ficavam no fundo dessa bacia. Então eles passavam na água e as partículas mais leves, menos densas iam pra água e um pouco de mercúrio sempre ia, contaminando as águas. A técnica de amalgamação é a separação do ouro e do mercúrio. Essa mistura de ouro e mercúrio é aquecida, e por um processo de destilação fracionada, o mercúrio era separado do ouro. Esse mercúrio ia pra atmosfera, posteriormente se condensando e caindo para o rio, e também as pessoas respiravam esse mercúrio. Essas são as principais causas. A principal forma, a forma mais contaminante do mercúrio, é o metilmercúrio. É a forma mais tóxica encontrada. Aqui tem o ciclo do mercúrio, o mercúrio de amalgamação, aquele que evaporou. O mercúrio metálico tá na água, ele sofre oxidação pelas bactérias, forma metilmercúrio. Esse metilmercúrio pode ser absorvido pelas algas ou peixes e entrar na cadeia alimentar. Existe uma planta, a aguapé, que ela consegue absorver mercúrio metálico e transformar o metilmercúrio em mercúrio. A contaminação por mercúrio nos seres humanos causa alguns sintomas. Nas mulheres grávidas o feto pode ser contaminado pela placenta e pelo líquido amniótico. Na amamentação pode passar através do leite. Os genes podem ser afetados, os cromossomos, a molécula de DNA pode sofrer mutações. Desse modo, a pessoa é atingida e se ela tiver herdeiros pode passar também essas complicações. Afeta o sistema nervoso, o metilmercúrio afeta principalmente o sistema nervoso, pode causar retardamento, falta de coordenação motora, a fala fica embaralhada, não há uma organização na fala. Afeta o sistema respiratório, principalmente por causa dos odores de mercúrio, que são inspirados. A visão que foi a principal causa da índia ir ao médico, o campo de visão pode ser diminuído e ocorrer a perda de visão geral, a cegueira. Perda de audição também é uma característica. Aqui são alguns casos de contaminação por mercúrio. O primeiro que foi registrado em 1863, quando dois pesquisadores estavam determinando o número de oxidação do mercúrio, foram contaminados e morreram. Aqui foi o mais grave, a doença de Minamata, em 1953, quando uma indústria liberava compostos contendo mercúrio no rio e conseqüentemente contaminava os peixes, contaminando a população. Muitos japoneses morreram, foi o caso mais grave. Bom, a preocupação em relação a população indígena são as concentrações muito elevadas, principalmente nas crianças. Por exemplo, nas crianças tem as maiores concentrações, se comparadas aos adultos. Então as crianças são as mais afetadas e as que correm mais riscos, porque ela tem menos massa corporal e o mercúrio fica mais concentrado. E elas também, estão em fase de desenvolvimento, então é mais fácil de afetar e elas ficarem com problemas. A contaminação de mercúrio nessa região envolve algumas questões. Uma delas é a questão ambiental. Ocorre o esgotamento de recursos minerais, principalmente do solo, porque contamina o solo e fica inviável a

utilização. A morte dos peixes, diminui a quantidade de alimento na região e quando o peixe morre ele se decompõe e o mercúrio volta para o meio ambiente e a contaminação continua. E a qualidade da água, porque nessa região os índios utilizam dessa água para cozinhar e beber. Também envolve uma questão econômica, desenvolve a economia da região, porque é retirado o ouro dessa região. E desenvolve o mercado local de venda de ouro. Geração de emprego, esses trabalhadores são enganados com propostas fáceis, então enriquece aqueles que comandam esses trabalhadores, que quer mão de obra barata, mas infelizmente é o único meio deles conseguirem emprego. E problemas sociais comuns são os conflitos entre índios e mineradores. Já ocorreram muitas mortes na região, principalmente na década de setenta. Os índios ficam muito cansados, com fraqueza. Então a disposição para o trabalho, para a caça, a pesca, a agricultura, os trabalhos domésticos caem. Os índios ficando doentes, o governo precisa arrumar remédios e levar para a região. É um gasto a mais para o governo. Depois de tudo isso, a invasão do território, a contaminação dos índios, existe uma questão ética, uma pergunta? Será que é justo que a população indígena seja ameaçada por essa atividade econômica? A população indígena já sofre doenças que ocorrem na região, será que precisa de mais essa atividade? É pra se pensar... Como o mercúrio é um metal acumulativo nas pessoas e no meio ambiente e muito difícil de ser retirado, nós temos algumas sugestões de prevenção que é uma bactéria que ainda tá em estudo, ela substitui o mercúrio na hora da ligação com o ouro, e o método de transferência de energia, que seria para a retirada no mercúrio e do ouro que ainda se encontram no rio, mas que é difícil de ser retirado. Algumas soluções para descontaminação de mercúrio: aquela mesma bactéria que entra no lugar do mercúrio, ela consegue retirar da água o mercúrio metálico, ela absorve esse mercúrio. E existem dois microorganismos, que é a alternativa mais viável, porque esses microorganismos vivem em simbiose, um precisa do outro, e se adapta muito bem ao ambiente, porque eles tiram sua energia da oxidação de alguns metais. E esses dois organismos conseguem transformar os metais na forma mais insolúvel deles e aí eles precipitam e fica mais fácil a retirada desse material precipitado. E existe também a planta aguapé, que ela fica na superfície dos rios e ela consegue absorver o mercúrio, então ela tem um grau de absorção que é necessário ser estudado. Essa parece a solução mais viável, porém ela não é tão promissora, a gente não teve conhecimento de nenhuma cura do rio. É muito difícil conseguir tirar o mercúrio.

“DOENÇA DE GRANJA ”

Grupo G13

- O caso é a doença da granja, eu sou do grupo 13. No caso da granja acontece uma infecção nos frangos de corte da granja do senhor Arnaldo que fica localizada na cidade Monte Alegre do Sul. Aí pra começar a resolver o caso a gente primeiro observou as pistas. Arnaldo Medeiros era criador de frango e já era sabido que isso era por conta de uma infecção intestinal. Então ele ligou para os sobrinhos deles que estuda química na Unicamp e esses sobrinho conhecia um pessoal que era do centro de biologia molecular e engenharia genética da Unicamp. Também a gente teve como pista que outros casos da doença estavam sendo estudados no estado de São Paulo. As suspeitas: a gente leu e o que a gente pensou primeiramente? É contaminação da água ou alimento do frango. Poderia ser também um agente patológico ou doença congênita. Daí então vem a parte importante do nosso trabalho: a evolução da investigação. Primeiramente, observamos os sintomas, demos uma lida com calma e aí pesquisando na Internet, descobrimos que essa doença era causada por um protozoário e que se chama coccidiose aviária. Aí procuramos artigos científicos sobre a doença e o Departamento de Parasitologia do Instituto de Biologia da Unicamp, parte também central do nosso trabalho. Na Unicamp tem um laboratório que é exclusivo para cuidar da coccidiose aviária. Aqui a gente vai dar uma sintetizada no que a gente sabe até o momento. Então o problema da granja do senhor Arnaldo é uma doença causada por um protozoário do gênero eimeria. Eles vivem intracelularmente ao longo do epitélio do intestino das aves. A infecção se dá a partir da ingestão de oocistos na ração ou na água. Aqui a gente tem mais uma ilustração (foto). Essas bolinhas pretas são os protozoários e estão no epitélio. Consequências: parece que é um problema simples, mas ele traz consequências econômicas. Por exemplo, uma produção de frangos doentes, se eles não ganham peso, eles vão ser menos valorizados trazendo muitos prejuízos. E também uma consequência social. A gente vai ver que o custo de frango vai estar mais alto, então vai diminuir o poder aquisitivo da população. Também vai

ter o desemprego da granja. E a questão ética? Entre as soluções possíveis tem pesquisas com transgênicos, então é um assunto polêmico. E tem também as questões ambientais. No caso, por exemplo, se você colocar milho transgênico exporto ao ambiente, e ali insetos polinizarem, esses insetos vão estar adquirindo essa nova carga genética para o organismo deles e também vão está passando para outros seres. As medidas possíveis são as vacinas, medicamentos, higienização do ambiente e desenvolvimento de alimentos transgênicos. Os medicamentos não trazem uma boa vantagem econômica. Porque quando você usa esses medicamentos para curar a coccidiose aviária, esses medicamentos vão deixar resíduos no frango, e se a carne está com resíduos já diminui bastante o mercado consumidor brasileiro. Por exemplo, a Europa não aceita carne de frango com resíduos. A higienização do ambiente não é a solução mais completa. Porque se você tem uma ave infectada, ela vai continuar infectada, apesar de você higienizar o ambiente. O que vai acontecer é que ela ao eliminar as fezes, o oocisto vai ser retirado do local, o problema vai ser a transmissão. Porque na granja tem muitos frangos de corte, aí todas fazem fezes no mesmo lugar, e como elas ficam ciscando, vão acabar contraindo o oocisto. Solução então, a solução que a gente apresenta é a vacina viva. Desenvolvimento de cepas com vida útil. Cepas seriam no caso o protozoário. Só que ele vai estar em um período abreviado. Então não tem como o frango ser infectado. Ele entra no frango, só que num determinado período do ciclo ele morre. Vantagem: o frango é infectado, desenvolve o parasita, com danos comerciais mínimos, produzindo imunidade nas aves. Tem um ponto negativo, a vacina que é administrada hoje é importada, e se é importada é cara. A segunda vacina. A solução é a vacina, mas a primeira vacina. A gente apresenta ainda essa segunda vacina para discutir. Essa vacina seria no caso: pulverização de uma pequena quantidade da forma final do parasita do frango. É a mais viável comercialmente, ela tem no Brasil, a gente não escolheu porque se ela for usada de forma errada, ela vai provocar a doença. Contra-proposta: aqui a gente tem um assunto polêmico. Existem pesquisas na Unicamp em que eles criaram um peptídeo capaz de romper a membrana protetora do protozoário antes do início da reprodução assexuada. Vantagens dos transgênicos: ela não deixa rastros de substâncias estranhas na carne, que é o caso do medicamento. A combinação de aminoácidos é absorvida pelo organismo como nutriente. Eles aplicam essa nova sequência de aminoácidos no milho, então o frango vai está comento o alimento dele mesmo. Desvantagens: perda na diversidade genética na agricultura, riscos para saúde humana. Não tem como você conter as consequências de se mexer com transgênicos. Não tem como saber as consequências. No Brasil ainda não há uma regulamentação para os transgênicos e esse assunto é bastante discutido. A solução que a gente encontrou foi a vacina, aquela primeira vacina. Mas tem um problema, no caso ela é importada.

Grupo G14

- Boa noite a todos, meu nome é Fernanda, estudante de química da Unicamp. Eu venho com meu grupo contar um caso que vai ser de bastante relevância. O nosso caso aconteceu em Monte Alegre do Sul, interior de São Paulo. Aconteceu com um tio da Karina, o Sr. Arnaldo, ele é um dono de granja. Ele costuma acompanhar a criação de todas as galinhas e ele começou a perceber alguns problemas entre elas. Bom, as galinhas tinham uma infecção intestinal e não estavam conseguindo chegar ao peso ideal, que em 45 dias elas tem que crescer em média de 1,5 a 2 quilos, e elas não estavam conseguindo. Então ele começou a desconfiar e com isso o crescimento estava comprometido. Elas não conseguiam crescer no tempo suficiente. Então foi que ele resolveu pedir ajuda pra Karina, que é nossa amiga, para ajudar a resolver o caso. Já que a gente estudava na área de química. Bom, o que a gente fez.... A gente começou a pesquisar na internet sobre coccidiose, e a gente buscou em alguns livros, algumas revistas científicas, e visitamos alguns laboratórios da Unicamp mesmo de Biologia Molecular, Parasitologia e Engenharia Genética. Até a gente que é de lá, a gente não sabia que tinham pesquisas envolvidas nessas áreas. Então a gente conheceu esse laboratório e conversamos com algumas pessoas de lá. Bom, depois de tudo pesquisado, depois de todas os dados que a gente encontrou, todas as informações obtidas a gente ficou em dúvida entre esses três tipos de doenças que dá na área de avicultura. Foi a salmonelose que ela é caracterizada pela perda de peso, porém com manchas roxas no abdômen, e isso não acontecia na granja do Sr. Arnaldo. Ele só tinha perda de peso e uma diarreia sanguinolenta também e nesse caso não acontecia. Bom aí, a gente achou a coccidiose também, na coccidiose eles tinham capacidade de ganho de peso e crescimento anormal. E a primeira doença foi a gripe do frango que é uma redução do crescimento e respiração duvidosa que também não

tinha nada a ver com o problema do frango da granja do Sr. Arnaldo. Então a partir disso, com o nosso conhecimento que a gente tem, do segundo ano de química, a gente não tem bastante conhecimento para conseguir resolver esse caso, então a gente resolveu aconselhar o Sr. Arnaldo a procurar ajuda de um veterinário sobre esses três enfoques que a gente lançou. Ele procurou o veterinário, que também levou em consideração as condições do ambiente, transporte entre as galinhas, o ambiente onde elas dormiam, a alimentação, a eliminação, todos esses fatores foram levados em consideração pelo veterinário que avaliou todos eles. Depois ele fez uns exames nos frangos suspeitos. Esses exames eram exames de fezes para detectar a presença de algum parasita, alguma coisa do gênero. Quando a quantidade de frango é muito grande, eles pesam aleatoriamente um grande grupo de frangos, eu não sei ao certo o número, uns dez em mil frangos. Ele pegou dez aleatoriamente, sem ser aqueles que tavam no caso mais grave, ele fez a necropsia de algumas aves e raspou a mucosa, já que o problema era uma infecção intestinal, só não se sabe a causa da doença. No diagnóstico dos exames eles encontraram o cisto do protozoário *Eimeria*. Esse protozoário existe em várias formas. Ele existe em sete formas e ele encontrou duas formas. Esse cisto é a última fase do ciclo da infestação desse parasita, é o que vem via fezes. E são absorvidas pelas outras galinhas através da ingestão. Então ele comprovou a hipótese da coccidiose. Bom, aí depois a nossa dúvida, depois de ter descoberto que era a coccidiose aviária a gente ficou em dúvida, qual que seria o melhor tratamento? Então a gente achou que tem bastante tratamento a base de antibióticos, vacinas virulenta, vacina atenuada e uma nova também desenvolvida lá na Unicamp que é uma cadeia de polipeptídeos, essa aqui foi uma inovação lá da Unicamp. Bom, eu vou explicar cada uma melhor agora. Bom, a maioria dos antibióticos eles são feitos a base de sulfonamida, que é uma substância antibiótica usada até em seres humanos em combinações sinérgicas. É que essas substâncias isoladas elas causam até efeitos indesejáveis, não só na forma de combater a doença, acabando por não resolver totalmente, deixando mais forte as bactérias, os protozoários, né? Então ela é utilizada em combinações sinérgicas para diminuir esse efeito e fazer bons resultados. No mercado tem vários remédios, a gente achou uns vinte remédios. Aqui são os prós e contras dos antibióticos no tratamento da coccidiose. Tratando com antibióticos vai haver simplesmente uma coexistência pacífica entre o parasita e o hospedeiro, isto é, eles não continuam sendo infectados, só que vão tá bem mais resistentes a doença. E aqui são os resíduos químicos na carne, mesmo quando passa o tempo de tratamento, ainda assim fica os resíduos químicos na carne do frango. E tem as vacinas também. Tem a vacina virulenta e a vacina atenuada. A vacina virulenta ela simplesmente é a injeção do antígeno na galinha, isto é, o causador da doença, sem enfraquecer nem nada, da mesma forma como eles extraíram, eles injetam. Essa vacina é a mais utilizada no país. Essa vacina virulenta por ela ser injetada no animal sem sofrer modificação nenhuma, além de causar danos no intestino das aves, como os antibióticos, elas são muito fortes, acaba danificando muito mais o intestino delas, já que a infecção é intestinal, você imagina, ela já está doente, aí vai e injeta o parasita da doença. Elas conseguem deixar o sistema imunológico mais forte, mas só por essa vez, então não é uma coisa muito inteligente de se usar. E tem a vacina atenuada também. Essa vacina atenuada, se a gente comparar as duas, ela é bem menos danosa pra galinha. Só que ela é pouco utilizada no país, porque é bastante cara. O que acontece com a vacina atenuada? Eles diminuem o ciclo parasitário e colocam os parasitas enfraquecidos, eles colocam em cultura, submetem o parasita a viver em uma temperatura que não é a ideal para eles, e com isso eles ficam mais frágeis e então, por modificação genética, eles costumam modificar geneticamente e enfraquecer geneticamente. Os prós é que causam menos danos às aves, só que tem um alto custo e não é muito utilizado no país. Aqui é uma pesquisa que está sendo pesquisada pelo mundo inteiro, que é uma pesquisa de bastante relevância para o mundo, que é a cadeia de polipeptídios, que foi desenvolvida por um professor nosso, que é o Arnaldo. Ele conseguiu desenhar a molécula em 3D. É uma cadeia de doze aminoácidos, aí eles conseguem aderir essa membrana aqui e romper essa membrana, evitando que naquele ciclo da fase assexuada aconteça a reprodução e com isso o desenvolvimento de doenças. Bom, o meio adequado que a gente achou observando todas essas formas de tratamento, foi o peptídeo, quê que acontece? Ele não desenvolve doença na ave, ele infecta, mas não desenvolve. Quando chega na parte da reprodução assexuada ela não ocorre. Além disso, a galinha incorpora essa proteína no organismo e fica sem nenhum rastro de substância química. Além disso, essa cadeia polipeptídica tem lisina e o triptofano, que são aminoácidos muito importantes, que são usados como complemento alimentar pra galinha, e essa cadeia de aminoácidos é absorvida pela galinha. E com isso tem ausência de resíduos químicos na carne. Bom DW2 é o nome que os pesquisadores da Unicamp

deram para essa molécula. Como que essa molécula seria utilizada como forma de prevenção da coccidiose e tratamento? Eles estão tentando desenvolver a ração funcional, que seria a utilização dessa cadeia de peptídeos na ração através de modificação genética no milho, que é a base da alimentação das galinhas. Por que a gente deve se preocupar com as doenças aviárias? Porque o prejuízo anual no país é de sessenta milhões de dólares. Mas por que eles não conseguem encontrar a cura para essa doença e um tratamento mais eficaz? Porque eles tem grande prejuízo e o tempo de uma galinha ser comercializada, nascer e ser vendida é de quarenta e cinco dias. Eles levam meses para galinha conseguir crescer com essa doença, tem muito gasto com vacinas e antibióticos, gastos que poderiam ser usados com outras coisas no país. Tem os problemas ambientais também, porque não é só a galinha que é infectada pela coccidiose. Vários animais, o boi, o veado, o peru, todos são infectados. E tem uma coisa também, são as barreiras impostas pelo mercado externo, que não aceita carne com resquícios químicos. Então o Brasil deixa de importar muito mais, porque usa bastante antibiótico e acaba afetando o sabor dela.

Grupo G15

- O problema do caso é na granja do Arnaldo Medeiros, em Monte Alegre do Sul. Ele tava com um problema na granja e resolveu mandar uma carta para um primo, perguntando se ele podia ajudá-lo a solucionar a doença que tava ocorrendo na granja. A doença é a seguinte: os frangos tava com infecção intestinal e acabavam perdendo peso. Ela pode ser causada pela bactéria ou pelo protozoário. Contaminação por protozoário e por bactéria são as possíveis causas. Tanto o protozoário como a bactéria se alojam no intestino do frango causando uma diminuição da absorção dos nutrientes. A bactéria salmonella se aloja no intestino e causa a diminuição da absorção de nutrientes, provoca a morbidez e em raros casos a morte. A contaminação ocorre da seguinte forma: pela ração contaminada, pelo caldo fecal das aves, pelos roedores e pela água, tanto pela água que elas bebem, como pela água que é misturada nas rações. O tratamento - o combate pode ser feito da seguinte maneira: ácidos graxos de cadeia curta, probióticos e por trato com microbiota cecal liofilizada ou congelada. A microbiota cecal liofilizada e congelada foi a mais eficaz. A microbiota cecal são bactérias que se alojam no intestino, mas que não causam nenhum dano ao frango e por competição elimina a bactéria prejudicial que no caso é a salmonella. Os frangos mais jovens são mais propícios a apresentar a doença que os frangos adultos, que têm maior resistência. Essa infecção é auto-limitante, ou seja, mesmo se você não tratar da doença, conforme vai passando o tempo os frangos vão ficando mais velhos e adquirindo mais resistência e vai diminuindo a concentração de salmonella no intestino dos frangos. Agora a contaminação por protozoário. É um tipo de protozoário que ocupa do mesmo jeito da salmonella o trato digestivo, provocando coccidiose, destruindo a parede do intestino. Essa é a diferença, ele além de se alojar, ele destrói a parede do intestino, diminuindo a absorção de nutrientes. A inflamação do intestino causada pelo protozoário é a diarreia, que pode diminuir a absorção de nutrientes, diminuindo o peso corporal dos frangos. A contaminação por protozoário se dá da mesma maneira: pela ração mal armazenada, pelos roedores e pelo contato direto. Tem também a contaminação de pai para filho, se não for tratado. O combate pode ser feito tratando a ração e administrando a vacina. Porque a vacina seria no caso a introdução da microbiota cecal congelada ou liofilizada, que é a mais eficaz. A infecção conjunta: se tiver o protozoário vai aumentar a chance do frango também ser contaminado pela bactéria salmonella. Vai diminuir a resistência do frango, aumentando a contaminação por salmonella. Então o caso pode ter em conjunto, tanto o protozoário quanto a salmonella. Você pode fazer um tratamento conjunto. A salmonella e a coccidiose, o frango pode apresentar um ou outro, ou em alguns casos, apresentar as duas juntas. Tratando as duas juntas ou separadamente, as aves vão voltar a ganhar peso. E acabará com o problema da granja.