Nilcimar dos Santos Souza

Argumentação Colaborativa Mediada por Computador no
Ensino Superior de Química

Tese apresentada ao Instituto de Química de São Carlos da
Universidade de São Paulo como parte dos requisitos para
obtenção do título de Doutor em Ciências.

Área de concentração: Química Analítica e Inorgânica

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Salete Linhares Queiroz

São Carlos

2017

DEDICATÓRIA

Dedico esta tese àqueles que mesmo sendo vilipendiados a todo o momento, em vários lugares, de diversas formas e a partir de múltiplos aviltantes, não desistem de “encarar a educação como um esforço de libertação do homem e não como um instrumento a mais de sua dominação” (FREIRE, 1967, p. 121).

FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1967.

AGRADECIMENTOS

A tese que será apresentada nas próximas páginas reflete apenas parte do trabalho desenvolvido e das experiências adquiridas ao longo de um extenso processo que nunca se inicia na matrícula no Programa de Pós-graduação, porém muito antes. Aqui é o encerramento de uma sequência de ciclos de formação e especialização que deixam um rastro de amizades, decepções, alegrias e tristezas que é impossível ser transcrito nomeando todos aqueles que contribuíram para a finalização de uma trajetória como essa, que, infelizmente, é ainda reservada a poucos em nosso país. É possível somente listar aqueles que se tornaram protagonistas dessa história na memória mais recente.

Início a escrita agradecendo a minha família pelas mais importantes formações, aquelas que não permitem ser modeladas pelo currículo *lattes*.

Na sequência agradeço à minha orientadora, Salete Linhares Queiroz, pelos anos em que convivemos, desde o início da escrita do projeto de pesquisa que deu origem a esta tese, em uma relação agradável, produtiva e permeada de oportunidades. Certamente minha formação acadêmica foi fortemente consolidada e ampliada nesse período.

Ao Instituto de Química de São Carlos e a Universidade de São Paulo por estarem empenhados e comprometidos em fomentar a pesquisa e a extensão, elevar a qualidade de seus cursos de graduação e programas de pós-graduação, fornecer bolsas de estudos e buscar cada vez mais visibilidade nos meios acadêmicos.

Agradeço à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela concessão de bolsa por meio do processo FAPESP: 2012/05437-5.

Agradeço fortemente aos colegas do grupo de pesquisa, com os quais compartilhei aprendizados, amizades, convivência na salinha do grupo e escrita de artigos! Entre aqueles mais próximos posso listar Daniel Teodoro, Lea Veras, Daniela Alexandrino, Erasmo Moisés, Keila Perón, Jerino Queiroz, Ariane Baffa e, sobretudo, Patrícia Cabral por toda a ajuda no desenvolver da pesquisa. Alguns vi chegar, se formarem e partirem, já outros me verão partir. Obrigado por tudo e boa sorte a todos nós!

Um agradecimento especial aos amigos criados no mundo acadêmico, sejam eles na graduação, no mestrado ou em São Carlos, no doutorado. Com eles foram construídos sólidos laços de amizade, difíceis de desatar, que permanecem até hoje e permanecerão,

independentes de onde estivermos. Não citarei nomes, me reservo apenas aos sinceros agradecimentos a eles por compartilharem comigo todos os sucessos e insucessos alcançados ao longo desta caminhada.

Na universidade em que trabalho hoje, a Universidade Federal do Rio de Janeiro, *campus* Macaé, sou professor há três anos, todos eles compartilhados com a pesquisa do doutorado. Jornada cansativa, mas que, por outro lado, me permitiu conhecer pessoas especiais, amigos professores, técnicos e, sobretudo, alunos, pela resiliência quanto ao curso e pela compreensão das razões de nem sempre minhas aulas terem sido as melhores possíveis. Entre os docentes agradeço destacadamente as professoras Juliana Milanez e Fernanda Antunes, com quem divido gabinete e histórias!

Agradeço, também, aos professores que gentilmente aceitaram compor a banca de avaliação deste trabalho. Vossas contribuições são fundamentais para a reflexão crítica sobre esta tese e seus desdobramentos.

Por fim, me desculpo dos que esqueci de mencionar. Desculpo-me também dos que agradei, pois certamente tenho motivos – mesmo que eu não saiba exatamente todos – para me desculpar.

Nestas duas páginas, portanto, agradeço, me despeço e me desculpo, pois

*“Por acertos e erros vamos, processualmente, descobrindo nosso caminho. Ninguém nos poderá substituir. Somos condenados a ser mestres e discípulos de nós mesmos”*¹

Leonardo Boff

¹ <https://leonardoboff.wordpress.com/2011/10/24/como-lidar-com-os-anjos-e-demonios-interiores/>

...MAS NÃO DEFENDA
UMA BOA CAUSA COM
ARGUMENTOS RUINS!

RESUMO

A presente pesquisa está situada na interseção dos estudos sobre trabalho colaborativo, argumentação em ensino de ciências e ambientes virtuais de ensino-aprendizagem. Dessa forma, trata da argumentação colaborativa mediada por computador em aulas de química. Os objetivos contemplam a construção do ambiente virtual de ensino-aprendizagem eduqui.info, o desenho metodológico de atividades didáticas pautadas na resolução de problemas sociocientíficos apresentados no formato de estudos de caso e a elaboração de quadro analítico capaz de permitir a análise dos dados coletados, no sentido de obter respostas às seguintes questões de investigação: Em que medida as atividades didáticas realizadas no eduqui.info favoreceram a prática da argumentação? Qual a qualidade dos argumentos produzidos pelos alunos a partir da realização de tais atividades? Quais aspectos se mostraram mais relevantes e influentes para a qualidade dos argumentos? A pesquisa foi organizada em dois ciclos de planejamento, execução e análise. Na etapa de planejamento foram elaborados os estudos de caso e o eduqui.info. Na etapa de execução, alunos de um curso de bacharelado em química solucionaram os estudos de caso nas diversas fases de atividades. Inicialmente, individualmente construíram um texto e um diagrama argumentativo com as respostas iniciais ao estudo de caso. Em seguida, organizados em duplas ou em trios, discutiram colaborativamente, encontraram uma solução para o caso e produziram um texto a respeito. Por fim, de forma individual, novo texto e diagrama argumentativo foram gerados. Para a terceira etapa, foi produzido um quadro analítico que subsidiou a análise da qualidade das discussões colaborativas na perspectiva da qualidade da produção e complexidade argumentativa e qualidade e diversidade conceitual. As discussões dos grupos que solucionaram quatro estudos de caso foram investigadas com base no referido quadro. Foi verificada a tendência da produção de mais mensagens no Fórum do eduqui.info do que o mínimo exigido na atividade, o que impactou no nível de produção argumentativa. Sobre a estrutura dos argumentos elaborados nas discussões, expressiva quantidade de componentes argumentativos foi empregada, elevando o nível de complexidade argumentativa das discussões. Com relação ao nível de qualidade conceitual, foi preponderante a adequação dos argumentos científicos, tecnológicos e ambientais, construídos à luz de leis e teorias aceitas pela comunidade científica. Foi também possível indicar os textos e os diagramas iniciais como aspectos que influenciaram fortemente a prática e a qualidade da argumentação nos grupos.

ABSTRACT

This research is located at the intersection of studies regarding collaborative work, argumentation in science teaching and virtual teaching and learning environments. Thus, it addresses collaborative argumentation supported by computing in chemistry lessons. The objectives include: constructing the eduqui.info virtual teaching and learning environment, the methodological design of didactic activities based on solving socioscientific problems presented as case studies and the establishment of an analytical framework which is able to analyse the data collected in terms of obtaining answers to the following research questions: To what extent did the didactic activities carried out in eduqui.info benefit the practice of argumentation? What is the quality of the arguments put forward by students based on the performance of these activities? Which aspects were most important and influential for the quality of the arguments? The research was organized in two phases of planning, execution and analysis. In the planning stage, the case studies and the eduqui.info were developed. In the execution stage, undergraduate chemistry students solved the case studies in the various phases of activities. Initially, they individually constructed a text and an argumentative diagram using the initial responses to the case study. Afterwards, in pairs or groups of three, they discussed collaboratively, found a solution to the case study and produced a text about it. Finally, individually, a new text and argumentative diagram were produced. For the third stage, an analytical framework was made that subsidized the analysis of the quality of the collaborative discussions in the perspective of production quality and argumentative complexity, as well as quality and conceptual diversity. The discussions in the groups that solved four case studies were investigated based on the aforementioned framework. We observed that there was a tendency to produce more messages in the eduqui.info forum than the minimum required in the activity, which affected the level of argumentative production. Regarding the structure of the arguments developed in the discussions, a significant amount of argumentative components was used, raising the level of argumentative complexity of the discussions. Regarding the level of conceptual quality, the adequacy of the scientific, technological and environmental arguments, constructed considering laws and theories accepted by the scientific community, was preponderant. The texts and initial diagrams were also indicated as aspects that strongly influenced the practice and quality of argumentation in the groups.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tela de construção conjunta de argumentos para um dado problema no <i>SenseMaker</i>	50
Figura 2 - Tela do guia <i>Mildred</i> e componente de anotações.....	51
Figura 3 - Interface de construção individual de explicações no <i>PrincipleMarker</i>	53
Figura 4 - Diário final de um grupo de estudantes investigando a seleção natural usando o <i>software Galápagos Finches</i>	54
Figura 5 - Ciclo de vida clássico ou em cascata.	71
Figura 6 - Tipos de requisitos não funcionais.....	84
Figura 7 - Diagrama de casos de uso da ferramenta Gerência do Professor.	88
Figura 8 - Logo do eduqui.info.....	90
Figura 9 - Tela inicial de um grupo exibida nos quatro diferentes padrões de cores do eduqui.info.....	91
Figura 10 - Tela inicial do eduqui.info.	93
Figura 11 - Tela de exibição completa do estudo de caso na visualização de um aluno.....	94
Figura 12 - Tela com o formulário de resolução textual do estudo de caso.....	95
Figura 13 - Tela de criação de diagrama com opção de criação de conclusões habilitada.	97
Figura 14 - Tela de monitoramento de respostas nas etapas de resolução do estudo de caso.	98
Figura 15 - Tela de confirmação e avaliação das respostas dos estudantes.	98
Figura 16 - Tela inicial da ferramenta Fórum.....	99
Figura 17 - Formulário de criação de discussão na ferramenta Fórum.	100
Figura 18 - Tela inicial das discussões.	101
Figura 19 - Tela de discussão no Fórum listando mensagens de alunos e professor.	102
Figura 20 - Tela de discussão da ferramenta <i>Chat</i>	103
Figura 21 - Tela inicial da ferramenta <i>Kit Caso</i> na visualização do aluno.....	104
Figura 22 - Tela de cadastro de informação de uma informação do Diário do Caso	105
Figura 23 - Tela inicial da ferramenta Diário do Caso na visualização do aluno com informações cadastradas.	106
Figura 24 - Tela inicial da associação de estudos de caso a um grupo.....	107
Figura 25 - Tela inicial da gerência de materiais no <i>Kit Caso</i>	107
Figura 26 - Visualização de relatório do estudo de caso por etapa.	108
Figura 27 - Tela com informações estatísticas de um aluno na ferramenta Gerência do Professor.	109
Figura 28 – Desenho metodológico da pesquisa no ciclo 1.	119
Figura 29 - Modelo de Toulmin.	158
Figura 30 - Exemplo de troca de mensagens em uma discussão colaborativa no Fórum do eduqui.info.....	159
Figura 31 - Quadro analítico da argumentação colaborativa mediada por computador.....	163
Figura 32 - Distribuição da classificação das UA pelos CCA.....	198
Figura 33 - Distribuição da classificação das UA pelas categorias e subcategorias argumentativas para o estudo de caso PRA.....	202
Figura 34 – Diversidade de naturezas de argumentos nas discussões do estudo de caso PRA.	209
Figura 35 - Distribuição da classificação das UA pelas naturezas e assuntos dos argumentos produzidos nas discussões do estudo de caso PRA.	210
Figura 36 - Distribuição da classificação das UA de natureza científica, ambiental e tecnológica pelos valores de CQC.....	213
Figura 37 - Diagrama argumentativo inicial do aluno A da dupla PRA1.	219

Figura 38 - Distribuição da classificação média das UA pelos CCA.....	238
Figura 39 - Distribuição da classificação médias das UA pelas categorias argumentativas. .	241
Figura 40 - Distribuição da classificação das UA pelas naturezas de argumentos.....	245
Figura 41 - Distribuição das médias das classificações das UA de natureza científica, ambiental e tecnológica pelos valores de CQC para as discussões de cada estudo de caso...	248

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Editoras consideradas na revisão e o total de periódicos que editam.....	34
Tabela 2 - Lista de periódicos revisados em cada uma das editoras selecionadas.	35
Tabela 3 - Distribuição dos artigos selecionados pelos periódicos e período da revisão.....	36
Tabela 4 - Lista de artigos localizados na revista da editora Elsevier.	38
Tabela 5 - Lista de artigos localizados nas revistas da editora Springer.	39
Tabela 6 - Lista de artigos localizados nas revistas da editora Taylor & Francis.	39
Tabela 7 - Lista de artigos localizados nas revistas da editora Elsevier.....	40
Tabela 8 - Distribuição dos artigos da revisão pelos países de origem das pesquisas.	41
Tabela 9 - Distribuição dos artigos da revisão pelos níveis de ensino dos participantes das pesquisas.....	43
Tabela 10 - Distribuição dos artigos da revisão em faixas de quantidade de participantes das pesquisas.....	44
Tabela 11 - Distribuição dos artigos da revisão pelos assuntos trabalhados nas pesquisas.	45
Tabela 12 - Distribuição dos artigos da revisão por sistemas computacionais utilizados nas pesquisas.....	47
Tabela 13 - Distribuição dos artigos da revisão pelos focos temáticos identificados.	56
Tabela 14 - Categorias de análise do quadro analítico <i>Rainbow</i>	65
Tabela 15 - Tipo de naturezas de argumento e exemplos de assuntos.	178
Tabela 16 - Solução inicial para o caso oferecida por cada aluno e a composição das duplas no fórum.	192
Tabela 17 - Total de mensagens, unidades de análise e a relação entre elas para o estudo de caso PRA.	195
Tabela 18 - Total de palavras nas respostas textuais iniciais de cada aluno.	217
Tabela 19 - Médias do total de mensagens, unidades de análise e a relação entre elas para o estudo de caso PRA, CAN, SOC e IDA.	236
Tabela 20 - Síntese da discussão dos resultados alcançados em cada análise.....	250

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Requisitos funcionais projetados para a ferramenta ArgPEC.	77
Quadro 2 - Requisitos funcionais projetados para a ferramenta Fórum.	77
Quadro 3 - Requisitos funcionais projetados para ferramenta <i>Chat</i>	78
Quadro 4 - Requisitos projetados para a ferramenta <i>Kit</i> Caso.	78
Quadro 5 - Requisitos projetados para a ferramenta Diário do Caso.	79
Quadro 6 - Requisitos funcionais projetados para a ferramenta Avisos.	79
Quadro 7 - Requisitos funcionais projetados para a ferramenta Tarefas.	79
Quadro 8 - Requisitos funcionais projetados para a ferramenta Cronograma.	80
Quadro 9 - Requisitos funcionais projetados para a seção Gerência de Conteúdo da ferramenta Gerência do Professor.	81
Quadro 10 - Requisitos funcionais projetados para a seção Relatórios da ferramenta Gerência do Professor.	81
Quadro 11 - Requisitos funcionais projetados para a seção Estatísticas da ferramenta Gerência do Professor.	82
Quadro 12 - Requisitos funcionais projetados para a seção Gerência de Alunos da ferramenta Gerência do Professor.	82
Quadro 13 - Requisitos funcionais projetados para as funcionalidades gerais do eduqui.info.	83
Quadro 14 - Relação entre os estudos de caso do ciclo 1 e os totais de alunos que participaram de todas as etapas do processo de sua resolução.	122
Quadro 15 - Relação entre os estudos de caso do ciclo 2 e os totais de alunos que participaram de todas as etapas do processo de sua resolução.	139
Quadro 16 - Exemplos de mensagens das discussões colaborativas no eduqui.info e suas respectivas UA.	160
Quadro 17 - Quadro analítico com apresentação de grupos de categorias argumentativas e respectivos coeficientes de complexidade argumentativa (CCA).	165
Quadro 18 - Exemplos de enunciados das subcategorias da categoria NARG para classificação das UA.	169
Quadro 19 - Exemplos de enunciados das subcategorias da categoria QUES para classificação das UA.	170
Quadro 20 - Exemplos de enunciados das subcategorias da categoria ESCL para classificação das UA.	170
Quadro 21 - Exemplos de enunciados das subcategorias da categoria FUND para classificação das UA.	171
Quadro 22 - Exemplos de enunciados das subcategorias da categoria PROP para classificação das UA.	172
Quadro 23 - Exemplos de enunciados das subcategorias da categoria GARA para classificação das UA.	173
Quadro 24 - Exemplos de enunciados das subcategorias da categoria REFU para classificação das UA.	174
Quadro 25 - Exemplos de enunciados das subcategorias da categoria SUPO para classificação das UA.	174
Quadro 26 - Exemplos de enunciados das subcategorias da categoria CPRO para classificação das UA.	175
Quadro 27 - Último parágrafo do texto final do aluno B da dupla PRA3.	221
Quadro 28 - Mensagens iniciais da discussão da dupla PRA1.	227
Quadro 29 - Mensagens iniciais da discussão da dupla PRA3.	228

Quadro 30 - Mensagens da discussão da dupla PRA1.	229
Quadro 31 - Mensagens da discussão da dupla PRA3.	230
Quadro 32 - Três últimas mensagens da discussão da dupla PRA1.....	232
Quadro 33 - Três mensagens da discussão da dupla PRA1.....	233

LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

ABE – O silêncio das abelhas
ACR – 2012: O fim do mundo começa no Acre!
ADAM – Argumentation Diagram Analysis Method
AIDS – Síndrome da Imunodeficiência Adquirida
AQX – Arquivo X
ArgPEC – Argumentação sobre Problemas no formato de Estudos de Caso
BGuILE – Biology Guided Inquiry Learning Environments
CAN – Cana-de-açúcar pelos ares
CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CCA – Coeficientes de Complexidade Argumentativa
CEFET-Campos – Centro Federal de Educação Tecnológica de Campos
CIP – Dê a Cipreste algo que preste
CISC – Centro de Informática de São Carlos
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPRO – Contraproposição
CQC – Coeficiente de Qualidade Conceitual
CSCL – Computer-Supported Collaborative Learning
EIC – Estrutura de Integração de Conhecimento
ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências
ESCL – Esclarecimento
EVA – Espaço Virtual de Aprendizagem
FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
FOS – Com o pé no fosfogesso
FUND – Fundamento
GARA – Garantia
GF – Galápagos Finches
GGQ – Gêmeos, genéricos, quirais: são mesmo todos iguais?
GPEQSC – Grupo de Pesquisa em Ensino de Química do Instituto de Química de São Carlos
IDA – Idade do plástico
IFF – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense
IQSC – Instituto de Química de São Carlos
KIE – Knowledge Integration Environment
NARG – Não-argumentativo
PAE – Programa de Aperfeiçoamento de Ensino
PET – politereftalato de etileno
PRA – De galão em galão, a prainha vai para o ralo
PRA1 – Dupla nº1 na resolução do estudo de caso de galão em galão, a prainha vai para o ralo
PRA2 – Dupla nº2 na resolução do estudo de caso de galão em galão, a prainha vai para o ralo
PRA3 – Dupla nº3 na resolução do estudo de caso de galão em galão, a prainha vai para o ralo
PRA4 – Dupla nº4 na resolução do estudo de caso de galão em galão, a prainha vai para o ralo
PRA5 – Dupla nº5 na resolução do estudo de caso de galão em galão, a prainha vai para o ralo
PROEJA – Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a Educação Básica na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos
PROP – Proposição
QUES – Questionamento
REFU – Refutação
SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

SOC – Socorro, eu não quero alface

SSI – SocioScientific Issues

SUPO – Suporte

TB – TBLab

TIC – Tecnologia de Informação e Comunicação

UA – Unidade de Análise

UENF – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro

UML – Unified Modeling Language

USP – Universidade de São Paulo

WISE – Web-based Inquiry Science Environment

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	23
1.1. Investigação quantitativa de características pertinentes ao escopo metodológico dos artigos revisados	41
1.2. Investigação qualitativa de questões pertinentes aos focos temáticos das pesquisas	55
2. OBJETIVOS.....	67
3. O EDUQUI.INFO.....	69
3.1. Desenvolvimento de <i>software</i> educacional e o eduqui.info.....	70
3.2. Desenvolvimento do eduqui.info	73
3.2.1. Análise de requisitos	75
3.2.1.1. Requisitos funcionais.....	76
3.2.1.2. Requisitos não funcionais	83
3.2.2. Projeto do sistema	85
3.2.2.1. Projeto arquitetural	86
3.2.2.2. Projeto procedimental	87
3.2.2.3. Projeto de dados.....	89
3.2.2.4. Projeto de interface	89
3.2.3. Codificação.....	91
3.2.4. Considerações sobre o eduqui.info na perspectiva da literatura em educação em ciências	110
4. DESENHO E PERCURSO METODOLÓGICO	115
4.1. Ações desenvolvidas no ciclo 1: o estudo piloto	120
4.1.1 Etapa de planejamento	120
4.1.2 Etapa de execução	121
4.1.3 Etapa de análise	127
4.2 Ações desenvolvidas no ciclo 2: adaptações ao estudo piloto.....	128
4.2.1 Etapa de planejamento	129
4.2.2 Etapa de execução	135
4.2.3 Etapa de análise	142
4.2.4. Considerações sobre o desenho e percurso metodológico na perspectiva da literatura em educação em ciências	144

5. ARGUMENTAÇÃO COLABORATIVA MEDIADA POR COMPUTADOR: QUADRO ANALÍTICO	153
5.1. Nível de produção argumentativa	163
5.2. Nível de complexidade argumentativa.....	164
5.3. Nível de qualidade conceitual	177
5.4. Considerações sobre o quadro analítico na perspectiva da literatura em educação em ciências.....	179
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	183
6.1. Análise da argumentação colaborativa dialógica: estudo de caso PRA	191
6.1.1. Nível de produção argumentativa	194
6.1.2. Nível de complexidade argumentativa.....	198
6.1.3. Nível de qualidade conceitual	208
6.2. Análise das duplas PRA1 e PRA3	216
6.2.1. Produção na ferramenta ArgPEC	217
6.2.2. Composição do <i>Kit</i> Caso	224
6.2.3. Discussão colaborativa no Fórum	226
6.3. Análise global da argumentação colaborativa dialógica: estudos de caso no ciclo 2..	235
6.3.1. Nível de produção argumentativa	236
6.3.2. Nível de complexidade argumentativa.....	238
6.3.3. Nível de qualidade conceitual	245
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	253
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	261

APRESENTAÇÃO

No momento em que uma pesquisa de doutorado é finalizada com a apresentação do texto da tese muitos podem supor que, de fato, esta esteja se encerrando. Embora algumas vezes isso seja uma verdade, certamente para mim não é. A pesquisa de doutorado apresentada nesta tese não tem fim neste texto, assim como não teve seu início na matrícula no Programa de Pós-graduação. A pesquisa ora apresentada dá, “apenas”, novos e mais aprofundados contornos a uma trajetória de reflexões, conhecimentos e defesa da educação pública de qualidade.

Creio que o conhecer, o compreender e o depreender, o desvendar e o desvelar o objetivo ou a razão oculta, e às vezes até mesmo temida, por concepções apriorísticas é o que torna fascinante a possibilidade de estar envolvido com a ciência, palavra que tão bem expressa, a partir de sua origem latina *scientia*, o ato de produzir e utilizar conhecimento. Se eu creio nisto, é porque isto foi o que me guiou nas inúmeras decisões que inevitavelmente se colocam diante de todos que atingem o nível de formação acadêmica de um doutorado.

O conhecimento que me atrai, que busco, que persigo desde a infância, fascina pela possibilidade de responder aos porquês recorrentes na curiosidade de toda criança. Os refúgios de minha curiosidade foram, então, as bibliotecas e os livros das escolas por onde passei durante toda a educação básica. Nos livros comecei a praticar o que só mais tarde compreenderia lendo Paulo Freire, comecei a ler o mundo. Ao longo dos anos, essa leitura de mundo foi se tornando mais fluente e a necessidade de ampliar o vocabulário cresceu. Afinal, o mundo pode ser lido pelas suas várias faces: a científica, a social, a econômica, a ambiental, a política... ou, mais acertadamente, todas de uma única vez, sob o mesmo prisma.

Naturalmente que apenas cursar o ensino médio em uma escola estadual era insuficiente e iniciei o curso técnico de química concomitante ao último ano do ensino médio no então CEFET-Campos, hoje Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFF). Já no ano seguinte iniciei o curso de nível superior em Tecnologia em Desenvolvimento de *Software* na mesma instituição. Mesmo tudo sendo muito novo e desconhecido, naquele momento (2003!) a tal da informática e da Internet me soavam como uma possibilidade de romper os limites do perímetro da biblioteca para alcançar novos conhecimentos.

No ano em que concomitantemente frequentava esses dois cursos eu percebi na

química e na informática duas áreas de conhecimento que se apresentavam como dois excelentes instrumentos de leitura de mundo. Logo elas passaram a estar totalmente imbricadas com minhas decisões profissionais e acadêmicas vindouras. Mais um ano e, com o técnico em química finalizado, estava cursando licenciatura em química na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), concomitante ao curso superior em tecnologia. Antes de ingressar na UENF, porém, ainda consegui cursar um “pós-técnico” em Fluidos de Perfuração e Completação em Poços de Petróleo, ofertado pelo CEFET-Campos em parceria com empresas de exploração de petróleo da região.

Percebe-se que toda a estrutura física e as oportunidades esportivas, artísticas e culturas proporcionadas pelo CEFET-Campos eram, dentro dos rigorosos limites das 24 horas diárias, bem aproveitadas. Inclusive, entre as aulas nas duas instituições ingressei em um grupo plural, e ao mesmo tempo singular, do clube de xadrez do CEFET-Campos. Um dos integrantes da equipe era também aluno do curso de Desenvolvimento de *Software* e bolsista de um projeto de pesquisa na UENF. O projeto, que tinha como meta trabalhar com as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) na formação de professores de física, passou por uma reformulação no ano de 2004, quando seus coordenadores decidiram desenvolver um novo ambiente virtual de ensino-aprendizagem para apoiar as ações de ensino e pesquisa na formação de professores em cursos de licenciatura e também na educação básica.

A convite de meu amigo enxadrista, ingressei em 2005 como bolsista de extensão no projeto de pesquisa intitulado *Educando para a ciência*. Este envolveu o processo de modelagem e desenvolvimento do Espaço Virtual de Aprendizagem (EVA), sistema idealizado como substituto de outro que não atendia aos requisitos mínimos almejados pelos coordenadores do projeto para um ambiente virtual de ensino-aprendizagem que apoiasse as atividades presenciais de ensino de ciências. Após essa breve memória de minha trajetória acadêmica, inicia-se neste ponto a formação que, treze anos depois, culmina nesta tese.

Naquele momento ignorei convites para entrevistas em empresas e a aprovação em concurso para trabalhar como técnico químico de petróleo na cidade de Macaé, em prol das minhas mais antigas ambições por conhecimento, especialmente por estar no meio de uma graduação e iniciando outra. A mera bolsa de extensão e depois de iniciação científica adquiria valor, não o econômico, mas a possibilidade de atuar em atividades ligadas à informática educativa, uma área do conhecimento fronteira da ciência da computação com as ciências da educação, áreas em que me formava. As ações como bolsista permitiam lidar com múltiplos conhecimentos: desde princípios de engenharia de *software* a metodologias e

teorias didático-pedagógicas.

Ao mesmo tempo em que as 24 horas de um dia ficavam ainda mais rigorosas e restritivas para dar conta de todas as leituras e tarefas, crescia minha percepção de que mais importante que o incremento pessoal de saberes era levar outras pessoas a lerem o mundo, a juntarem as sílabas, e se orgulharem disso. Seguramente, aí tive a última convicção de que professor era a função para a qual vinha me preparando (mesmo sem saber) há anos.

Com a conclusão do curso técnico, o avanço no curso de licenciatura em química e a finalização da primeira versão do EVA, que logo entrou em operação junto a alunos de ensino médio e licenciatura em física, novas perspectivas se anunciaram. Uma delas foi a possibilidade de atuar como professor, fazendo uso do EVA em sala de aula, como uma das ações da nova etapa que se iniciava no projeto de pesquisa. Esta opção, muitas vezes ignorada por profissionais da química, até mesmo por licenciandos e licenciados, foi a que acolhi mais prontamente.

A assunção da docência representou deixar a qualidade de desenvolvedor de atualizações do EVA para assumir o papel de professor de química em sala de aula, em uma condição que nada tem de exato e padronizado, como na programação. Em toda minha trajetória no projeto até aquele estágio da pesquisa vinha percebendo as diversas carências e deficiências existentes em nossas escolas e também o quanto a escola se distancia a cada dia dos avanços tecnológicos do mundo. No entanto, via que ainda assim a escola não caminhava para um fim, mas aguardava – e ainda aguarda – uma profunda modificação em sua estrutura. É possível resgatar aqui afirmações feitas por Paulo Freire quando confrontado em um diálogo com Seymour Papert, idealizador e criador do LOGO, um dos primeiros *software* educacionais de grande abrangência, durante encontro promovido pela TV da PUC de São Paulo, em 1995², sobre a possibilidade de desaparecimento da escola diante da realidade tecnológica do mundo:

Eu constato que a escola está péssima, mas eu não constato que a escola esteja desaparecendo e vá desaparecer. Por isso então eu apelo para que nós, os que escapamos da morte da escola e que estamos sobreviventes aqui, modifiquemos a escola. Para mim a questão não é acabar com ela, mas é mudá-la completamente. É radicalmente fazer que nasça dela, do corpo que não mais corresponde a verdade tecnológica do mundo, um novo ser tão atual quanto a tecnologia. Eu continuo lutando no sentido de por a escola a altura do seu tempo, e por a escola a altura do seu tempo não é soterrá-la, sepultá-la, mas é refazê-la!

² <http://www.paulofreire.ce.ufpb.br/paulofreire/Controle?op=detalhe&tipo=Video&id=37>

Com o *status* de recém-apaixonado pela educação e diante desse chamamento de Paulo Freire para que todos os educadores se comprometam em refazer a escola para colocá-la a altura de seu tempo, tinha a agradável obrigação de aceitar integrar o projeto que trazia como meta construir um nicho de utilização das tecnologias no ensino de ciências de jovens e adultos, justamente o público ao qual Paulo Freire dedicou grande parte de sua vida e obra.

Durante esse período, juntamente com os professores de física e biologia, foram trabalhados diversos estudos de caso de ensino que problematizam situações que dialogavam com os conhecimentos de interesse profissional dos técnicos cursados pelos alunos, concomitante ao ensino médio. Apesar dos diversos obstáculos que muitas vezes impõe uma inclusão excludente a esses alunos, era emocionante o engajamento nas tarefas e contínuo desejo de se superar, de compreender, de falar, de ler. E isso os estudos de caso contemplavam, afinal, se aproximam fortemente da tematização e problematização defendida por Paulo Freire.

Nesse momento, em 2007, é publicado o artigo *Estudos de caso em química*, de autoria de Luciana Passos Sá, Cristiane Andretta Francisco e Salete Linhares Queiroz. Ele me faz descobrir outro grupo de pesquisa, em São Carlos-SP, trabalhando com estudos de caso, no ensino de química e com problemas sociocientíficos. Essa informação ficou latente ao longo do mestrado. Anos depois iniciei o namoro com o referido grupo de pesquisa. Na sequência, elaboramos o projeto, tivemos aprovada a concessão de bolsa pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e iniciamos a pesquisa de doutorado, em 2012. Como mencionei antes, a pesquisa não iniciou com a matrícula na pós-graduação. Ademais, como também mencionado anteriormente, a pesquisa não se encerra com esta tese, principalmente porque em 2013 me tornei professor da Universidade Federal do Rio de Janeiro, no *campus* Macaé. Ser professor, agora como profissão, me faz avançar em estudos e ações correlatas, que me permitem cada vez mais tornar cristalinos diversos sentimentos, convicções, lutas e engajamentos até então amorfos.

A pesquisa emoldurada por esta tese assumiu como sua principal finalidade contribuir com a investigação de questões que permeiam o desenvolvimento e a análise de atividades didáticas potencialmente favoráveis à construção de argumentos científicos, a partir da escrita individual e de interações colaborativas na resolução de problemas sociocientíficos apresentados no formato de estudos de caso e implementadas em um ambiente virtual de ensino-aprendizagem junto a alunos do ensino superior de química.

A pesquisa foi delineada com convicções acerca do potencial que as tecnologias possuem para ampliar os momentos de estudo e interação e possibilitar melhoria da capacidade argumentativa dos estudantes a partir da resolução de problemas. Contudo, para tal delineamento e execução, a pesquisa exigiu ampla revisão bibliográfica e o conhecimento de alguns referenciais. Valente (1993) apontou quatro elementos fundamentais para o uso do computador na educação: aluno, professor capacitado, *software* educativo e computador. Importante destacar que já em 1993 era colocada essa definição. De forma similar, Verdú e Sanuy (2014) afirmam que cinco elementos básicos constituem a organização de conhecimento em um processo educativo: os alunos, o professor, o ambiente de aprendizagem, os conteúdos educativos e as ferramentas de comunicação.

A partir dessas colocações, a presente pesquisa envolveu alunos do Curso de Bacharelado em Química do Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo (USP), das turmas ingressantes em 2012 e 2013. A professora que desenvolveu todas as ações foi Salete Linhares Queiroz, orientadora da pesquisa, com meu suporte durante todas as ações. Embora grande parte dos estudantes tivesse acesso em suas residências a computadores e Internet, foram disponibilizados os laboratórios da instituição em diversos momentos ao longo do semestre para assegurar o acesso ao computador e à Internet. O *software* educativo ou ambiente de aprendizagem é representado por um ambiente virtual de ensino-aprendizagem, também desenvolvido no âmbito da presente tese. As ferramentas de comunicação são ferramentas específicas do próprio ambiente virtual, a serem detalhadas nos demais capítulos. Por último, os conteúdos educativos emergem dos temas problematizados em cada um dos estudos de caso sociocientíficos solucionados. Esses elementos gerais guiaram todas as etapas e fases da pesquisa, cujo relato é organizado em sete capítulos, conforme segue.

No capítulo *Introdução* são estabelecidos os referenciais assumidos do campo da pesquisa sobre argumentação mediada por computador no ensino de ciências. Além de introduzir o leitor a diversos conceitos desse campo de pesquisa, o capítulo apresenta a revisão bibliográfica realizada a fim de selecionar uma gama de artigos que permitissem subsidiar diversas etapas posteriores da pesquisa a partir do entendimento do atual estágio de investigação sobre a temática.

No capítulo *Objetivos* são pontuados os objetivos e questões de investigação. Com relação ao primeiro, envolve a construção do ambiente virtual de ensino-aprendizagem, do desenho metodológico das atividades didáticas e do quadro analítico, bem como dos focos de

análise. Com relação às questões de investigação, elas tangenciam o entendimento sobre as várias perspectivas de produção, estrutural e conceitual da argumentação científica.

O capítulo *O eduqui.info* descreve as ferramentas e o processo de desenvolvimento, no âmbito desta pesquisa, do ambiente virtual de ensino-aprendizagem que permitiu que as atividades argumentativas que envolvem o processo de resolução de estudos de caso pudessem ocorrer com apoio do computador.

No capítulo *Desenho e Percurso Metodológico* é traçada toda a sequência de ciclos, etapas e fases da pesquisa, detalhando o momento e finalidade de cada uma no desenho metodológico proposto.

O capítulo *Argumentação Colaborativa Mediada por Computador: Quadro Analítico* trata das contribuições de Toulmin (2001) para o entendimento contemporâneo do desenvolvimento da argumentação e é apresentado o quadro analítico por nós proposto para esta pesquisa, a fim de contemplar a avaliação dos níveis de produção argumentativa, qualidade estrutural e qualidade conceitual em discussões colaborativas.

No capítulo *Resultados e Discussão* são analisados os dados produzidos ao longo da pesquisa e são tecidas respostas às questões de investigação, além de apontamentos das discussões com o que já nos diz a literatura correlata.

Por fim, no capítulo *Considerações Finais* são feitas as últimas considerações sobre a pesquisa, suas implicações, limitações e perspectivas futuras.

1. INTRODUÇÃO

Órganon é o termo grego pelo qual tradicionalmente se identifica as seis obras introdutórias ao *Corpus aristotelicum* (ARISTÓTELES, 2016). Nessas obras estão reunidos os escritos sobre lógica do filósofo Aristóteles. Compondo grande contribuição para os estudos sobre retórica (SENA; FIGUEIREDO, 2013), os textos introduzem conceitos de diferentes proposições e de julgamento, apresentam o método silogístico, tratam do raciocínio científico, contemplando o silogismo demonstrativo, e abordam elencos sofísticos de refutação.

Dessa forma, observa-se que os estudos de argumentação remontam a Aristóteles (CORVELLEC, 2006) que, de acordo com Sena e Figueiredo (2013), contribuiu tanto para os estudos retóricos, quanto para o desenvolvimento de distintas áreas do conhecimento. Para Rapp e Wagner (2013), os escritos de Aristóteles formam um ponto de referência fundamental não só para abordagens históricas às teorias da argumentação, como também até os dias atuais algumas dessas teorias mais modernas são profundamente inspiradas pela teoria da argumentação de Aristóteles.

A retórica (e dialética) aristotélica segue uma lógica formal sustentada por conjuntos de silogismos. Tal visão se sustentou por milênios, influenciando fortemente o desenvolvimento de diversas áreas, como a filosofia, o direito e a linguística. Entretanto, a partir da década de 1950, muitos autores passaram a se preocupar com a lógica não-formal. De acordo com Hegenberg e Hegenberg (2009),

especialistas em retórica atribuem a Toulmin – e a Chaim Perelman e sua colaboradora Elsie Olbrechts-Tyteca (autores do livro *Traité de l'argumentation, La nouvelle rhétorique*, também publicado em 1958) – o posto de pioneiros no redirecionamento da epistemologia, afastando-a da lógica formal para encaminhá-la no sentido de “lógicas não-formais, aplicadas e retóricas” (p. 186).

Corvellec (2006) aponta impulsos adicionais aos trabalhos de Toulmin e Perelman no estudo da argumentação. Acrescenta a teoria dos atos de fala (AUSTIN, 1962; SEARLE, 1969), a teoria da conversação (GRICE, 1975), a lógica informal (HAMBLIN, 1970) e a

teoria do discurso (FOUCAULT, 1966). Neste trabalho, o foco estará sobre a nova retórica proposta por Toulmin para auxiliar no entendimento contemporâneo do desenvolvimento da argumentação. Uma melhor abordagem sobre como o autor se coloca frontalmente ao positivismo lógico calcado na retórica e oratória mediada por silogismos é descrita em capítulo posterior. A presente introdução se preocupa em emoldurar um quadro de trabalhos que tratam da importância da argumentação no ensino de ciências, especialmente aquela que ocorre de maneira colaborativa e mediada pelas TIC.

Vários trabalhos têm sido desenvolvidos nos últimos anos com o intuito de investigar a construção de argumentos por parte de estudantes em diversas áreas e níveis de ensino. Na área de educação em ciências, em particular, as pesquisas que destacam o papel da argumentação no processo educacional têm também sido intensificadas consideravelmente (SANDOVAL; REISER, 2004; STEGMANN; WEINBERGER; FISCHER, 2007; ERDURAN; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2008; OSBORNE, 2014; DAWSON; VENVILLE, 2010). Nessas pesquisas, são apontadas inúmeras contribuições que podem ser alcançadas com a apropriação da argumentação nas aulas de ciências.

Inicialmente, contudo, é preciso definir o que é argumentação e sua diferença sobre o que é argumento. A diferença entre argumentação e argumento é que o primeiro representa todo o processo de debate e o último representa o conteúdo decisivo e explicativo de um processo de debate (TSAI et al., 2015). Argumentos são, então, os artefatos da argumentação (TSAI et al., 2015). Já para argumentação podem ser observadas diversas definições na literatura. Para Cuenca (1995) “a argumentação é um fenômeno discursivo complexo que tem como objetivo convencer a um ouvinte ou público sobre ideais ou teses” (p. 23, tradução nossa). Para Jiménez-Aleixandre e Bustamante (2003) “se entende por argumentação a capacidade de relacionar dados e conclusões, de avaliar enunciados teóricos à luz dos dados empíricos ou procedentes de outras fontes” (p. 361, tradução nossa). Para Duschl e Osborne (2002) argumentação é um processo colaborativo e social necessário para a resolução de problemas e para o progresso do conhecimento, ao invés de uma competição entre indivíduos na busca de um vencedor. Para Villani e Nascimento (2003), após ampliarem o conceito de argumentação de Eemeren (1995) para o contexto das interações discursivas em aula de ciências, “é uma atividade social, intelectual e de comunicação verbal e não verbal utilizada para justificar ou refutar uma opinião sobre um assunto de ciências” (p. 189).

Percebe-se em todas as definições que a argumentação pode ser considerada como uma das habilidades chave do ser humano, utilizada em muitos domínios e em uma variedade de situações, como “um advogado em audiência em um tribunal, um cientista postulando uma

nova teoria, um político apresentando uma nova proposta ou um funcionário convencendo seu patrão a comprar um novo pacote de *software*” (SCHEUER et al., 2010, p. 44, tradução nossa).

Nesses cenários e em muitos outros ocultos durante a vida profissional e cotidiana o protagonista deve citar fatos importantes, argumentar a favor de conclusões derivadas de tais fatos, contrariar as alegações dos outros de maneira fundamentada, utilizar plenamente sua capacidade de persuasão e ainda completar essas etapas de acordo com diretrizes ou regras de argumentação para justificar uma conclusão ou convencer os outros de sua posição (SCHEUER et al., 2010).

Toda essa dinâmica tem forte relação com as ciências e o ensino de ciências, conforme se observa em Latour e Woolgar (1997). Em uma visão antropológica da atividade científica, os autores constataram o constante uso da linguagem científica e o papel fundamental da argumentação desde a apresentação e divulgação dos dados decorrentes da pesquisa realizada até a solicitação de recursos para fomentar a continuidade das mesmas. Isso pode ser observado no trecho a seguir.

A capacidade de persuasão é tal que eles conseguem convencer os outros, não porque estejam eles próprios convencidos, mas porque estão seguindo uma orientação coerente de interpretação dos dados. Outros estão persuadidos de que não estão sendo persuadidos, de que não há qualquer intermediação intervindo entre o que é dito e a realidade. São tão convincentes que, no contexto de seu laboratório, é possível esquecer da dimensão material do laboratório, das bancadas e a influência do passado, para consagrar-se exclusivamente aos ‘fatos’ postos em evidência (LATOUR; WOOLGAR, 1997, p. 68).

Na transcrição o autor aponta situação em que a capacidade de persuasão do cientista em apresentar os fatos oculta contornos metodológicos e sociológicos. Assim, a comunicação em linguagem científica, tais como a leitura, escrita e análise crítica de textos produzidos por e para os cientistas (OLIVEIRA; PORTO; QUEIROZ, 2014) podem aproximar os estudantes de visões menos deformadas da construção do conhecimento científico (GIL-PEREZ et al., 2001).

Uma primeira contribuição evidente de inserir a argumentação no ensino de ciências, diante do exposto, pode ser expressa por Oliveras, Márquez e Sanmartí (2014), quando propõem que um dos objetivos escolar é ajudar a formar pessoas independentes, capazes de analisar as informações de forma crítica e aplicar o conhecimento adquirido em uma variada gama de situações. Para os mesmos autores, esse é o maior desafio dos educadores, fazer com

que os alunos utilizem os conhecimentos de sala de aula para analisar situações presentes em variados contextos particulares de cada estudante.

A linguagem científica também é apontada como mais um obstáculo nesse processo de apropriação e utilização do conhecimento escolar no cotidiano. Mortimer (2010) deixa claro que a linguagem cotidiana habitual do aluno é distinta da linguagem científica e, por isso mesmo, os aprendizados de ciência e de sua linguagem precisam ser vistos como um processo único. Em Oliveira, Batista e Queiroz (2010) uma gama de pesquisadores são citados na afirmação dos autores em que entender ciências significa compreender a linguagem empregada pela comunidade científica e se apropriar do discurso da ciência. Ou seja, “significa, dentre outras coisas, descrever, comparar, classificar, analisar, discutir, teorizar, concluir, generalizar” (p. 1980).

Oliveira e Queiroz (2015) afirmam que a comunicação é potencializada quando os envolvidos utilizam a mesma linguagem. Nas aulas de ciências, a linguagem científica é dominada pelo professor, porém nem sempre o aluno, sobretudo aqueles em início de estudos, possuem a mesma apropriação, o que eleva a necessidade da articulação do aprendizado em ciências com a aprendizagem da linguagem científica. Com isso,

Falar ciência não significa simplesmente falar acerca da ciência, significa fazer ciência através da linguagem. Falar ciência significa observar, descrever, comparar, classificar, analisar, discutir, hipotetizar, teorizar, questionar, desafiar, argumentar, delinear experimentos, seguir procedimentos, julgar, avaliar, decidir, concluir, generalizar, informar, escrever, ler e desenhar em e através da linguagem da ciência (LEMKE, 1997, p. 11-12, tradução nossa).

Dessa forma, o exercício de argumentar pode levar os alunos a uma compreensão mais adequada dos conceitos científicos e melhor entendimento sobre a própria natureza da construção do conhecimento científico (ERDURAN; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2008), se aproximando do desenvolvimento de uma maior apropriação da linguagem científica.

As Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química reforçam o propósito de se trabalhar com informações, comunicação e expressão em linguagem científica no ensino de química, conforme objetivos transcritos a seguir.

- Saber identificar e fazer busca nas fontes de informações relevantes para a química, inclusive as disponíveis nas modalidades eletrônica e remota, que possibilitem a contínua atualização técnica, científica e humanística.
- Ler, compreender e interpretar os textos científico-tecnológicos em idioma pátrio e estrangeiro (...).

- Saber interpretar e utilizar as diferentes formas de representação (tabelas, gráficos, símbolos, expressões, etc.).
- Saber comunicar corretamente os projetos e resultados de pesquisa na linguagem científica, oral e escrita (textos, relatórios, pareceres, "posters", internet, etc.) em idioma pátrio e estrangeiro (...). (BRASIL, 2001, p. 4-5)

Os objetivos pontuados acima dizem respeito àqueles atribuídos aos cursos de bacharelado, sendo repetidos para as licenciaturas em química com alguns ajustes ao contexto educacional.

Para a educação básica, objetivos similares são traçados. Nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, as competências a serem desenvolvidas nas aulas de química são colocadas da seguinte forma:

As competências gerais a serem desenvolvidas na área de ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias dizem respeito aos domínios da representação e comunicação, envolvendo a leitura e interpretação de códigos, nomenclaturas e textos próprios da química e da ciência, a transposição entre diferentes formas de representação, a busca de informações, a produção e análise crítica de diferentes tipos de textos; da investigação e compreensão, ou seja, o uso de ideias, conceitos, leis, modelos e procedimentos científicos associados a essa disciplina (BRASIL, 2002, p. 87).

Além de propiciar o envolvimento e apropriação da linguagem científica pelo aluno, trabalhar a argumentação no ensino de química tem também objetivos que se situam no contexto das recentes discussões acerca da relação entre a educação em ciências e a educação em direitos humanos, a qual busca, segundo Oliveira e Queiroz (2016), a articulação entre conteúdos científicos e valores sociais irrevogáveis, contribuindo para a formação de cidadãos do mundo e para a construção de valores éticos humanizantes. Assim, se busca, ao relacionar conteúdos de ciências com aspectos sociais, econômicos, tecnológicos etc., permitir, dentre outros objetivos, desenvolver uma capacidade argumentativa nos estudantes para a luta por direitos (op. cit, 2016).

Nessa perspectiva, a organização de atividades didáticas em que os estudantes tenham oportunidade de praticar a argumentação é desejável e necessária. No entanto, é difícil conceber a ocorrência de argumentação sobre questões relacionadas à ciência em contextos nos quais existam poucas interações entre os alunos e pequeno desenvolvimento de estratégias pedagógicas que estimulem a capacidade argumentativa dos mesmos (ERDURAN; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2008).

Em Sá e Queiroz (2011) são descritas pesquisas nacionais com diferentes estratégias direcionadas à promoção da argumentação no contexto de aulas de ciências. Já no contexto internacional, diversas pesquisas retratam um panorama do estágio atual de experiências sobre essa temática (HOFSTEIN; EILKS; BYBEE, 2011; BÖGEHOLZ et al., 2014; ERDURAN; OZDEM; PARK, 2015).

A busca, por meio de diferentes metodologias de ensino, em promover a argumentação, mostra que existem pessoas que não são naturalmente boas argumentadoras e não são capazes de diferenciar quando estão expressando uma opinião ou fazendo uma reclamação baseada em fatos. Essas pessoas não tentam refutar os argumentos dos outros, ignorando pontos de conflito e continuando a defender o seu próprio argumento, o que significa não reconhecer quando uma pessoa refuta o seu argumento (TANNEN, 1998). Diante disso, trabalhos recentes têm mostrado que os estudantes fazem mais progressos na construção do conhecimento e no desenvolvimento da argumentação quando argumentam em torno de um determinado tópico de forma colaborativa (MUNNEKE et al., 2007; GIJLERS; JONG, 2009). Dessa forma, podem considerar diferentes pontos de vista, fazer questionamentos uns aos outros, de maneira a alcançar um entendimento mais amplo e aprofundado sobre o tópico em debate. No entanto, as relações existentes entre a argumentação e o processo colaborativo de aprendizagem não são simples, tornando necessárias, dentre outras, investigações sobre características inerentes às atividades didáticas que desencadeiem e sustentem a argumentação em contextos colaborativos e dialógicos sobre a qualidade dos argumentos gerados.

Clark e Sampson (2008) adotam como definição de argumentação dialógica a visão de um processo pelo qual diferentes perspectivas são examinadas e o objetivo é chegar a um acordo sobre proposições aceitáveis ou sobre a orientação das ações. Assim, a argumentação dialógica pode ser também entendida como um processo social e colaborativo destinado a resolver problemas e a promover o avanço do conhecimento. Por sua vez, a denominada argumentação colaborativa (ANDRIESSEN, 2006) é tida como forma fundamental na qual os estudantes podem aprender a pensar de maneira crítica, elaborar e raciocinar. Nesse modelo a argumentação não é tomada como competitiva, mas os envolvidos no processo são incentivados a chegar a uma solução conjunta para o problema.

Esse cenário mostra uma importante necessidade educacional que abarca diversos campos de atuação, como o direito, a ciência, a economia, as políticas públicas e muitos aspectos da vida cotidiana: a necessidade de ensinar as pessoas a discutirem melhor (SCHEUER et al., 2010). Nesse cenário surge a possibilidade de promoção de argumentação

colaborativa dialógica, com a realização de atividades baseadas na discussão de assuntos ou questões sociocientíficos (SADLER; BARAB; SCOTT, 2007). Para Sadler (2004),

assuntos sociocientíficos abrangem dilemas sociais com conceitual ou tecnológica ligação com a ciência. O processo de resolução desses problemas é melhor caracterizado pelo raciocínio informal, que descreve a geração e avaliação de posições em resposta a complexas situações (p. 513, tradução nossa).

Discussões de questões sociocientíficas, frequentemente abreviada pela sigla SSI (do inglês *SocioScientific Issues*), em atividades de ensino têm sido recomendadas em diversas pesquisas em ensino de ciências ao longo das últimas duas décadas (RATCLIFFE, 1997; SADLER; ZEIDLER, 2004; SADLER; DONNELLY, 2006; SLOTTA; JORDE, 2010; ZEIDLER; NICHOLS, 2009; SANTOS, 2014; CHRISTENSON; ZEIDLER; RUNDGREN, 2014).

As questões sociocientíficas, para Yoon (2011) afetam e são afetadas por uma rede multifacetada de partes econômicas e políticas. No contexto educacional, segundo Simonneaux (2008), há uma diversidade de objetivos inerentes a propostas com abordagem SSI, dentre eles destacam-se: aprendizagem de conteúdo científico; educação para a cidadania; tomada de decisão; capacidade de argumentação; capacidade de lidar com a complexidade; e melhor compreensão a respeito da natureza da ciência. De acordo com o mesmo autor, professores e pesquisadores priorizam um ou vários desses objetivos e com base nisso determinam a fundamentação teórica e a metodologia a ser empregada para tal fim.

Na tese de Sá (2010) uma aprofundada revisão acerca desses objetivos é realizada. Para cada um dos aludidos objetivos são fornecidos exemplos de pesquisas empíricas em diferentes níveis educacionais no âmbito do ensino de ciências.

As questões sociocientíficas também se caracterizam pelas controvérsias contidas nos dilemas que elas emolduram. Nesse sentido, Hmelo-Silver (2004) orienta que o ensino com assuntos sociocientíficos deve envolver o contato com problemas que são complexos, abertos, mal-estruturados e discutíveis. Já Simonneaux (2008) define questões sociocientíficas como questões controversas em que competem diferentes visões e que têm implicações em um ou mais dos seguintes campos: biologia, sociologia, ética, política, economia e ambiente. Por sua vez, Duschl e Osborne (2002) definem problemas autênticos como aqueles que apresentam uma situação (real ou simulada), contextualizada na vida cotidiana, com a complexidade

adequada aos propósitos de ensino, e que requerem o uso do pensamento crítico e a consideração de explicações alternativas.

A natureza controversa das questões sociocientíficas está relacionada com o grau de incerteza nelas envolvido. Assuntos como clonagem humana (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2014), mudanças climáticas (IORDANOU; CONSTANTINOU, 2015), aquecimento global (SANTOS, 2014), alimentos geneticamente modificados (GENOVESE; GENOVESE; CARVALHO, 2015) e energia nuclear e energias renováveis (LIN; HONG; LAWRENZ, 2012) são alguns dos temas frequentemente utilizados.

Tais questões sociocientíficas no ensino de ciências podem ser apresentadas no formato de estudos de caso, conforme trabalho desenvolvido por Sá, Francisco e Queiroz (2007) no Brasil e por Ottander e Ekborg (2012) na Suécia.

Os estudos de caso são centrais em um método calcado na instrução pelo uso de narrativas sobre indivíduos enfrentando dilemas contidos em determinadas situações (HERREID et al., 2016). Colocado no cenário da narrativa, o aluno é incentivado, sobretudo, a ler, a se familiarizar com personagens, a compreender fatos, valores e contextos presentes visando uma solução, que de modo geral, não é a única (SÁ; FRANCISCO; QUEIROZ, 2007; SÁ; QUEIROZ, 2009).

Embora a adoção do método no ensino de química não seja tão comum quanto em áreas como medicina, direito, economia e engenharia, há, segundo Souza, Cabral e Queiroz (2015), nos últimos anos um incremento no número de trabalhos reportados em revistas da área de educação em química.

Os estudos de caso sociocientíficos são aqueles cujo problema central possui as características das controvérsias e dilemas dos assuntos sociocientíficos. Além dos estudos de caso sociocientíficos, pelo menos três outros tipos de estudos de caso têm se destacado quanto a seu emprego no ensino de ciências, são eles: os estudos de caso científicos (SÁ; QUEIROZ, 2009), os estudos de caso históricos (STINNER et al., 2003) e os estudos de caso de ensino (MERSETH, 1990; GRAVETT et al., 2017). Cada um deles é voltado para um contexto formativo específico. Entretanto, todos buscam tratar de conhecimentos e habilidades fundamentais para a tomada de decisões profissionais (SÁ; QUEIROZ, 2009).

Na presente pesquisa serão utilizados estudos de casos sociocientíficos para deflagrar as atividades didáticas para promoção da argumentação. Uma possibilidade de ampliação das possibilidades de trabalho da argumentação com esse tipo de estudos de caso pode ser proporcionado pelas TIC. O computador e outras tecnologias móveis aliadas à Internet podem romper com a limitação física da localização da escola, expandindo-a para os diversos

momentos e locais em que cada estudante interage com essas tecnologias. Nesse contexto se inserem os ambientes virtuais de ensino-aprendizagem ancorados em um modelo de Aprendizagem Colaborativa Mediada por Computador (em língua inglesa *Computer-Supported Collaborative Learning* - CSCL).

De acordo com Stahl (2015), o modelo CSCL surgiu em meados da década de 1990, com o interesse em aproveitar conhecimentos de inteligência artificial na educação e na pesquisa educacional. Com isso, buscava-se automatizar ações, como a análise do discurso do aluno. Ainda segundo o autor, no surgimento da CSCL havia um entendimento de revolução paradigmática na pesquisa sobre aprendizagem. Esperava-se transcender a uma cognição para além dos limites da mente a partir de uma crítica ao behaviorismo.

Como definição da utilização rotineira desse viés tecnológico, Monteserin, Schiaffino e Amandi (2010) estabelecem que “nos sistemas CSCL, os alunos que estão resolvendo problemas em grupo têm que negociar uns com os outros, trocando propostas e argumentos para resolver os conflitos e gerar uma solução compartilhada” (p. 416, tradução nossa).

Passada a primeira década de desenvolvimento e utilização de ferramentas CSCL já era possível reunir elementos positivos e negativos ao seu uso. Arnseth e Ludvigsen (2006) citam um conjunto de pesquisas dessa natureza e apontaram como pontos positivos: qualidade e quantidade de interação social durante o processo de ensino-aprendizagem; viabilidade para o encaminhamento e orientação de atividades de reflexão, raciocínio e argumentação; resolução de problemas matemáticos; construção de conhecimento compartilhado como parte da solução colaborativa de problemas; aprendizagem de conceitos e processos científicos complexos etc. Por outro lado, outros numerosos artigos mostram que a falta de discussão, argumentação e desafio de ideias são comumente percebidos. Essas percepções, de acordo com os autores, eram mais constantes quando as ferramentas CSCL foram introduzidas em sala de aula comuns. Passada mais uma década, Stahl et al. (2014) complementam da seguinte forma:

O reconhecimento das dificuldades de colaboração não é novidade para a CSCL. Provavelmente a descoberta mais antiga e mais robusta da história da CSCL - e da pesquisa de aprendizagem colaborativa ou até mesmo da inovação educacional de forma mais ampla - é o seu caráter problemático. Nenhum educador experiente assume que apenas colocar os alunos em grupos para conversar uns com os outros resultará em diálogo rico, construção de conhecimento eficaz ou aprendizagem substancial. Pelo contrário, estudos usando diversos métodos mostram que a orientação sutil e o desenvolvimento de certas práticas sociais da cultura de sala de aula são necessárias (p. 122-123, tradução nossa).

É possível entender que o engajamento dos estudantes nas atividades promovidas nas ferramentas CSCL se tornou um desafio, despertando o interesse de investigação em diversos pesquisadores (AZEVEDO, 2006; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2014; SADLER; BARAB; SCOTT, 2007). Nesse sentido surge o estudo da argumentação e de sua exploração no contexto CSCL. Para Stahl (2015), “a argumentação é uma forma de conceituar a negociação do significado e a construção do conhecimento através do discurso da comunidade” (p. 340, tradução nossa). A argumentação, assim, assume o papel de conduzir discussões em grupos, seja na produção de textos e diagramas colaborativos, seja somente em prol da solução para um determinado problema (LUND et al., 2007).

Diante do panorama descrito anteriormente, a presente pesquisa busca contribuir para a temática tratando de questões que permeiam o desenvolvimento e a análise de atividades didáticas potencialmente favoráveis à construção de argumentos científicos, a partir de interações colaborativas entre os alunos, na resolução de problemas sociocientíficos, apresentados no formato de estudos de caso. Essas interações foram realizadas em um ambiente virtual de ensino-aprendizagem desenvolvido também no âmbito da presente pesquisa e ancorado no modelo de CSCL.

Tendo sido delineado anteriormente o escopo da presente pesquisa, apontando para o desenvolvimento e utilização de um sistema computacional sob o modelo CSCL, é necessário criar um entendimento e caracterização de ambientes voltados para a elaboração individual e colaborativa de argumentos científicos. Assim, se recorreu à literatura para melhor compreender o estágio atual de desenvolvimento de ambientes dessa natureza no ensino de ciências.

Nessa perspectiva, no âmbito nacional, a revisão foi pautada nas discussões realizadas por Sá e Queiroz (2011) no artigo intitulado *Argumentação no ensino de ciências: contexto brasileiro*, sobre a produção acadêmica brasileira a respeito da argumentação na educação em ciências. Dos doze trabalhos identificados pelos autores em seis periódicos nacionais, entre 1993 e 2009, e 31 trabalhos identificados no Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), entre 2001 e 2009, nenhum tratava da argumentação mediada por recursos computacionais. Uma atualização dessa revisão foi realizada. Nela foram considerados os anos de 2010 a 2015 e englobou todos os trabalhos publicados nos periódicos revisados por Sá e Queiroz (2011) ao longo desses seis anos e os trabalhos divulgados nos ENPEC de 2011, 2013 e 2015. Na atualização da revisão foram localizados mais 27 trabalhos nos periódicos e 56 nos ENPEC (2011, 23 trabalhos; 2013, 16 trabalhos; 2015, 17 trabalhos). Dos 83 trabalhos

localizados, apenas dois (SOUZA; QUEIROZ, 2013, 2015), nos ENPEC de 2013 e 2015, respectivamente, e um (SOUZA; CABRAL; QUEIROZ, 2015) em revista se adequavam aos critérios da busca, porém todos diziam respeito a trabalhos derivados da análise do estudo piloto da presente tese. Houve ainda mais um trabalho (FERNANDES; RODRIGUES; FERREIRA, 2015) que se aproximou do objetivo da busca. No artigo intitulado *Módulos temáticos virtuais: uma proposta pedagógica para o ensino de ciências e o uso das TICs*, autores da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri e da Universidade de Lisboa apresentam uma proposta pedagógica de ensino de ciências por meio da investigação denominada Módulos Temáticos Virtuais. Dentre os objetivos, a proposta busca favorecer a “argumentação escrita e oral dos participantes por meio do estímulo do professor/mediador, principalmente durante o levantamento de hipóteses e as interações realizadas com os recursos digitais” (FERNANDES; RODRIGUES; FERREIRA, 2015, p. 958). Nessa proposta o professor/mediador lança mão do uso em suas aulas de ciências de diversos objetos virtuais de aprendizagem e tecnologias de informação e comunicação educacionais. Para organizar a sequências de utilização dessas ferramentas propõem um modelo baseado no Vê de Gowin. Assim, no artigo, listam uma série de recursos disponíveis na Internet e propõem uma maneira de organizar sua utilização, porém não elegem nenhum sistema específico ou relatam uma implementação concreta.

Diante do cenário nacional descrito, a revisão teve sua atenção voltada à produção em âmbito internacional. Inicialmente foram tomadas como base as editoras mundiais de periódicos acadêmicos. Em seguida, foram selecionadas aquelas editoras com pelo menos duzentos periódicos ativos na publicação de artigos e majoritariamente em língua inglesa. No total, treze editoras foram selecionadas, conforme apresentado na Tabela 1. Também é listado no mesmo quadro o total informado de periódicos em junho de 2016, cuja publicação é mantida por elas.

Entre os periódicos de cada uma das editoras foram buscados aqueles que contivessem em seu título a palavra *Science*, *Chemistry*, *Chemical*, *Technology*, *Computer*, *Digital*, *Argumentation* ou *Language* articulada a uma das seguintes palavras: *Education*, *Teaching*, *Learning*, *Instructional*, *Educator*, *College* ou *School*. Para todas as palavras mencionadas foram consideradas as variações de seu radical, bem como de tempo verbal e de número. Foram desconsiderados periódicos que, apesar de possuírem as palavras buscadas, diziam

respeito, de maneira clara, a outros campos de conhecimento³.

Tabela 1 - Editoras consideradas na revisão e o total de periódicos que editam.

Editora	Periódicos mantidos
	3.245
Springer Nature (Spring) ⁴	2.775
Taylor & Francis Group (Taylor & Francis) ⁴	2.692
John Wiley & Sons, Inc. (Wiley) ⁴	2.378
Sage Publications (Sage)	972
Cambridge University Press (Cambridge)	493
InderScience Publishers (InderScience)	453
Hindawi Publishing Corporation (Hindawi)	414
Emerald Group Publishing (Emerald)	408
Oxford University Press (Oxford)	393
Brill Academic Publishers (Brill)	332
Wolters Kluwer (Wolters Kluwer)	311
Institute of Electrical and Electronic Engineers Publications (IEEE)	209

No total, 62 periódicos foram localizados nessas editoras. De posse desse montante, algumas modificações foram realizadas. Foram excluídos os periódicos sem acesso aos artigos pelo sistema integrado de bibliotecas da USP ou pelo portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). No total, foram excluídos 21 periódicos, sendo três da editora Sage⁵, três da editora InderScience⁶ e quinze da editora Taylor & Francis⁷. Além desses, um periódico⁸ foi excluído por, apesar de estar listado na página da editora, ainda não ter sua publicação iniciada na data em que a revisão foi realizada. Por fim, foram adicionados à lista os títulos *Journal of Chemical Education*, *The Chemical Educator* e *Chemistry Education: Research and Practice*. A decisão de incluir esses três periódicos, embora editados por outras editoras, se deve ao fato de estarem intimamente

³ O periódico *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, da editora Taylor & Francis é um exemplo.

⁴ Inclui todos os selos editoriais pertencentes à editora. Por exemplo, na editora Wiley estão incluídas as publicações sob o selo Blackwell Publishing e Wiley-VCH. Na editora Springer estão incluídas as publicações sob o selo BioMed Central, Nature Research, Palgrave Macmillan, Adis, entre outras. E na editora Taylor & Francis estão incluídas as publicações sob o selo Psychology Press, Routledge, CRC Press, entre outras.

⁵ São elas: *Journal of Educational Computing Research*; *Journal of Educational Technology Systems* e *Journal of Special Education Technology*.

⁶ São elas: *International Journal of Learning and Technology*; *International Journal of Technology Enhanced Learning* e *International Journal of Technological Learning, Innovation and Development*.

⁷ São elas: *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*; *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*; *Computers in the Schools*; *Computer Science Education*; *European Journal of Teacher Education*; *Innovation in Language Learning and Teaching*; *Journal of Digital Learning in Teacher Education*; *Journal of Language, Identity & Education*; *Journal of Research on Technology in Education*; *Language and Education*; *Language Learning and Development*; *Learning, Media and Technology*; *Research in Science & Technological Education*; *Technology, Pedagogy and Education*; *The Language Learning Journal*.

⁸ Trata-se do periódico *International Journal of Smart Technology and Learning*, da editora InderScience.

ligados à produção científica sobre o ensino de química. Dessa forma, compõem o escopo final de periódicos revisados 43 títulos, listados na Tabela 2.

Tabela 2 - Lista de periódicos revisados em cada uma das editoras selecionadas.

Editora	Periódicos localizados em conformidade com os critérios de busca	
	Título	Sigla
Elsevier	Computer & Education	C&E
	Education for Chemical Engineers	ECE
Spring	Asia-Pacific Science Education	APSE
	Cultural Studies of Science Education	Cult Stud of Sci Educ
	Education and Information Technologies	Educ Inf Technol
	Educational Technology Research and Development	Education Tech Research Dev
	Instructional Science	Instr Sci
	International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning	Intern. J. Comput.-Support. Collab. Learn.
	International Journal of STEM Education	STEM
	International Journal of Science and Mathematics Education	Int J of Sci and Math Educ
	International Journal of Technology and Design Education	Int J Technol Des Educ
	Journal of Computers in Education	J. Comput. Educ.
	Journal of Computing in Higher Education	J Comput High Educ
	Journal of Science Education and Technology	J Sci Educ Technol
	Journal of Science Teacher Education	J Sci Teacher Educ
	Minerva: A Review of Science, Learning & Policy	Minerva
	Research and Practice in Technology Enhanced Learning	RPTEL
	Research in Science Education	Res Sci Educ
	Science & Education	Sci & Educ
	Technology, Innovation and Education	Technol Innov Educ
	Technology, Knowledge and Learning	Tech Know Learn
Taylor & Francis	Computer Assisted Language Learning	CALL
	International Journal of Mathematical Education in Science and Technology	Internat. J. Math. Ed. Sci. Tech.
	International Journal of Science Education	Int J Sci Educ
	Journal of the Learning Sciences	J Learn Sci
	Studies in Science Education	Stud Sci Educ
Wiley	British Journal of Educational Technology	Brit J Educ Technol
	Decision Sciences Journal of Innovative Education	DSJI
	Journal of Computer Assisted Learning	J Comput Assist Lear
	Journal of Research in Science Teaching	J Res Sci Teach
	Language Learning	Lang Learn
	Science Education	Sci Edu
SAGE	Child Language Teaching & Therapy	Child Lang Teach The
	Language Teaching Research	Lang Teach Res
	RELC: A Journal of Language Teaching and Research	RELC
Cambridge	Language Teaching	LTA
Emerald	Interactive Technology and Smart Education	ITSE
	International Journal of Information and Learning Technology	IJILT
	Multicultural Education & Technology Journal	METJ
IEEE	IEEE Transactions on Learning Technologies	TLT
Outras	Chemistry Education: Research and Practice	Chem Educ Res Pract
	Journal of Chemical Education	JCE
	The Chemical Educator	TCE

Definidos os periódicos para o escopo da revisão, foi iniciada a busca por artigos que contivessem relatos de investigações com ambientes computacionais empregados para viabilizar ações de ensino e pesquisa empregando argumentação em aulas de ciências. A revisão, que se deu nos artigos publicados entre 2000 e 2015, iniciou com a busca eletrônica pela palavra *argumentation* em qualquer parte do artigo.

Após encerrar a busca nos periódicos foi empreendida uma primeira leitura eletrônica do texto para verificar se os artigos se enquadravam nos demais parâmetros estabelecidos para a revisão. Ou seja, se abordavam a argumentação mediada por sistemas computacionais e se ela estava inserida no contexto do ensino de ciências. Os textos selecionados nessa primeira leitura foram impressos para uma segunda leitura, na qual foram excluídos, por exemplo, trabalhos de estado da arte e trabalhos com proposições genéricas quanto ao público-alvo e à área de conhecimento. No total, 56 artigos foram selecionados. Nova leitura foi realizada a fim de verificar os trabalhos em que a argumentação está no foco principal do trabalho ou está no contexto de uma pesquisa que tinha outros objetivos como principais. Finalizada essa etapa, constatou-se que 23 artigos tinham a argumentação como foco principal, enquanto 33 a tinham como foco secundário. Estes últimos são apresentados no Apêndice 1, ao passo que os outros 23 são o foco de análises aqui realizadas com o propósito de compreender a natureza das publicações acerca do tema. A distribuição dos 23 artigos entre os periódicos e os anos revisados é apresentada na Tabela 3.

Tabela 3 - Distribuição dos artigos selecionados pelos periódicos e período da revisão.

Periódico	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Total
C&E	1									1	1	1	1			1	6
Intern. J. Comput.- Support. Collab. Learn.								2				1					3
J Sci Educ Technol										1		1	1				3
Res Sci Educ			1												1		2
Int J Sci Educ	1							1	1								3
J Learn Sci			1	1				1									3
J Res Sci Teach									1					1			2
Sci Edu																1	1
Total	2	0	2	1				4	2	2	1	3	2	1	1	2	23

Foram localizados artigos em oito (18%) das 44 revistas consultadas, sendo estas pertencentes às editoras Elsevier, Spring, Taylor & Francis e Wiley. Esse dado reforça o entendimento de que tais editoras têm concentrado cada vez mais a publicação acadêmica

mundial. Larivière, Haustein e Mongeon (2015) examinaram mais de 44 milhões de documentos publicados entre 1973 e 2013 em diversas bases de dados acadêmicas. Um dos resultados gerados pela pesquisa demonstrou que as referidas editoras, somadas à editora SAGE, foram responsáveis em 2013 por pouco menos de 50% de todas as revistas da área de ciências médicas e naturais e da área de ciências sociais e humanas. Foi também verificado que essas cinco editoras publicaram, ainda em 2013, pouco mais de 50% de todos os artigos e citações em ambas as áreas.

Dentre as oito revistas indicadas na Tabela 3, cinco (*C&E; Intern. J. Comput.-Support. Collab. Learn.; J Sci Educ Technol; Int J Sci Educ; J Learn Sci*) concentraram dezoito (87%) dos 23 artigos localizados, sendo que uma delas (*C&E*) teve o dobro da quantidade das demais, isto é, seis artigos *versus* três. Nas revistas restantes foram publicados mais cinco artigos, sendo um ou dois por revista. Das cinco revistas que concentraram a maior parte dos artigos, foram localizados artigos em duas delas (*C&E; Int J Sci Educ*) no primeiro ano do período revisado, bem como também foram localizados artigos em duas delas (*C&E; Res Sci Educ*) em um dos dois últimos anos, mostrando que estas têm se consolidado historicamente como espaços de discussão sobre o tema, especialmente a revista *Computer & Education*, na qual constam artigos no primeiro e no último ano do período da busca.

Dessas cinco revistas, três (*C&E; Intern. J. Comput.-Support. Collab. Learn.; J Sci Educ Technol*) correspondem a revistas sobre tecnologias na educação. As outras duas (*Int J Sci Educ; J Learn Sci*) correspondem a revistas gerais de ensino de ciências, sobre temas diversos. Essas informações indicam que revistas vinculadas a essas áreas se consolidaram como espaço de divulgação e discussão de pesquisa sobre o tema.

A distribuição dos totais de artigos localizados em cada ano apresenta variações ao longo do período. Já no primeiro ano, 2000, a revisão iniciou com dois artigos, sendo um deles proveniente de um número especial publicado pela revista *International Journal of Science Education* sobre um sistema computacional específico destinado ao trabalho com argumentação em aulas de ciências. Já no ano seguinte nenhum artigo foi localizado. Porém, em 2002 novamente dois artigos foram observados, sendo, também novamente, um deles oriundo de número especial, dessa vez na revista *Research in Science Education*. Este número foi organizado com o objetivo de discutir o impacto das tecnologias educacionais no apoio ao aprendizado de ciências. Desse número, um artigo envolvia a argumentação. Após 2003 é verificada uma sensível redução no número de publicações, com ausência de artigos entre 2004 a 2006. Em contraponto, em 2007 é registrado o pico de trabalhos do período, quatro no

total. Não foram encontradas razões para justificar o destaque desse ano em relação aos três anos anteriores. A partir de 2008 é mantida uma regularidade de um ou dois artigos por ano, com exceção apenas de 2011, quando esse total foi a três, mas ainda assim ocorrendo certa estabilidade.

Para todos os anos em que mais de um artigo foi localizado, esses foram distribuídos por mais de uma revista, sendo que nos anos de 2007 e 2011 três revistas dividiram as publicações desses anos, os máximos do período. Até 2002, metade das revistas já havia publicado ao menos um dos artigos localizados. Entre 2007 e 2009 três outras revistas publicaram seus primeiros artigos dentre os aqui revisados. A oitava revista que consta na Tabela 3, a *Science Education*, teve a publicação do único artigo somente em 2015. Por fim, em cada ano que uma revista publicou algum artigo sobre o tema se limitou a um único artigo. Apenas uma exceção a essa observação com a publicação de dois artigos pela revista *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, em 2007.

Na Tabela 4 estão listados e codificados os seis artigos localizados durante a revisão na revista *Computer & Education* da editora Elsevier.

Tabela 4 - Lista de artigos localizados na revista da editora Elsevier.

CÓD	REFERÊNCIA DO ARTIGO
COMPUTER & EDUCATION	
E01	RAVENSCHROFT, A. Designing argumentation for conceptual development. v.34, n.3-4, p.241-255, 2000.
E02	JAMALUDIN, A.; CHEE, Y. S.; HO, C. M. L. Fostering argumentative knowledge construction through enactive role play in Second Life. v.53, n.2, p.317-329, 2009.
E03	YEH, K.; SHE, H. On-line synchronous scientific argumentation learning: nurturing students' argumentation ability and conceptual change in science context. v.55, n.2, p.586-602, 2010.
E04	HUANG, C.; WANG, Y.; HUANG, T.; CHEN, Y.; CHEN, H.; CHANG, S. Performance evaluation of an online argumentation learning assistance agent. v.57, n.1, p.1270-1280, 2011.
E05	LIN, H.; HONG, Z.; LAWRENZ, F. Promoting and scaffolding argumentation through reflective asynchronous discussions. v.59, n.2, p.378-384, 2012.
E06	TSAI, C.; LIN, C.; SHIH, W.; WU, P. The effect of online argumentation upon students' pseudoscientific beliefs. v.80, s.n., p.187-197, 2015.

Na Tabela 5 estão listados e codificados os oito artigos localizados durante a revisão em quatro revistas da editora Springer.

Tabela 5 - Lista de artigos localizados nas revistas da editora Springer.

CÓD	REFERÊNCIA DO ARTIGO
INTERNATIONAL JOURNAL OF COMPUTER-SUPPORTED COLLABORATIVE LEARNING	
S01	LUND, K.; MOLINARI, G.; SÉJOURNÉ, A.; BAKER, M. How do argumentation diagrams compare when student pairs use them as a means for debate or as a tool for representing debate? v.2, n.2-3, p.273-295, 2007.
S02	BAKER, M.; ANDRIESSEN, J.; LUND, K.; AMELSVOORT, M.; QUIGNARD, M. Rainbow: A framework for analysing computer-mediated pedagogical debates. v.2, n.2-3, p.315-357, 2007.
S03	SCHWARZ, B. B.; SCHUR, Y.; PENSSO, H.; TAYER, N. Perspective taking and synchronous argumentation for learning the day/night cycle. v.6, n.1, p.113-138, 2011.
JOURNAL OF SCIENCE EDUCATION AND TECHNOLOGY	
S04	CLARK, D. B.; D'ANGELO, C. M.; MENEKSE, M. Initial structuring of online discussions to improve learning and argumentation: incorporating students' own explanations as seed comments versus an augmented-preset approach to seeding discussions. v.18, n.4, p.321-333, 2009.
S05	HANSSON, L.; REDFORS, A.; ROSBERG, M. Students' socio-scientific reasoning in an astrobiological context during work with a digital learning environment. v.20, n.4, p.388-402, 2011.
S06	TSAL, C.; JACK, B. M.; HUANG, T.; YANG, J. Using the cognitive apprenticeship web-based argumentation system to improve argumentation instruction. v.21, n.4, p.476-486, 2012.
RESEARCH IN SCIENCE EDUCATION	
S07	ZEMBAL-SAUL, C.; MUNFORD, D.; CRAWFORD, B. Scaffolding preservice science teachers' evidence-based arguments during an investigation of natural selection. v.32, n.4, p.437-463, 2002.
S08	CHOI, A.; HAND, B.; NORTON-MEIER, L. Grade 5 students' online argumentation about their in-class inquiry investigations. v.44, n.2, p.267-287, 2014.

Na Tabela 6 estão listados e codificados os seis artigos localizados durante a revisão em duas revistas da editora Taylor & Francis.

Tabela 6 - Lista de artigos localizados nas revistas da editora Taylor & Francis.

(continua)

CÓD	REFERÊNCIA DO ARTIGO
INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENCE EDUCATION	
T01	BELL, P; LINN, M. C. Scientific arguments as learning artifacts: designing for learning from the web with KIE v.22, n.8, p.797-817, 2000.
T02	CLARK, D. B.; SAMPSON, V. D. Personally-seeded discussions to scaffold online argumentation. v.29, n.3, p.253-277, 2007.
T03	FURBERG, A.; LUDVIGSEN, S. Students' meaning-making of socio-scientific issues in computer mediated settings: exploring learning through interaction trajectories. v.30, n.13, p.1775-1799, 2008.

Tabela 6 - Lista de artigos localizados nas revistas da editora Taylor & Francis.

(conclusão)

CÓD	REFERÊNCIA DO ARTIGO
JOURNAL OF THE LEARNING SCIENCES	
T04	VRIES, E.; LUND, K.; BAKER, M. Computer-mediated epistemic dialogue: explanation and argumentation as vehicles for understanding scientific notions. v.11, n.1, p.63-103, 2002.
T05	SCHWARZ, B. B.; NEUMAN, Y.; GIL, J.; ILYA, M. Construction of collective and individual knowledge in argumentative activity. v.12, n.2, p.219-256, 2003.
T06	AMELSVOORT, M.; ANDRIESSEN, J.; KANSELAAR, G. Representational tools in computer-supported collaborative argumentation-based learning: how dyads work with constructed and inspected argumentative diagrams. v.16, n.4, p.485-521, 2007.

Na Tabela 7 estão listados e codificados os três artigos localizados durante a revisão em três revistas da editora Wiley.

Tabela 7 - Lista de artigos localizados nas revistas da editora Elsevier.

CÓD	REFERÊNCIA DO ARTIGO
JOURNAL OF RESEARCH IN SCIENCE TEACHING	
W01	CLARK, D. B.; SAMPSON, V. Assessing dialogic argumentation in online environments to relate structure, grounds, and conceptual quality. v.45, n.3, p.293-321, 2008.
W02	EVAGOROU, M.; OSBORNE, J. Exploring young students' collaborative argumentation within a socioscientific issue. v.50, n.2, p.209-237, 2013.
SCIENCE EDUCATION	
W03	IORDANOU, K.; CONSTANTINO, C. P. Supporting use of evidence in argumentation through practice in argumentation and reflection in the context of SOCRATES learning environment. v.99, n.2, p.282-311, 2015.

Os artigos listados foram analisados com dois propósitos principais: investigar quantitativamente características pertinentes ao escopo metodológico das pesquisas e investigar qualitativamente os focos temáticos das pesquisas. Nas subseções seguintes são discutidos esses aspectos. Na continuidade do texto os artigos serão citados pelos códigos que os identificam de acordo com as Tabelas 4 a 7.

1.1. Investigação quantitativa de características pertinentes ao escopo metodológico dos artigos revisados

Para a escrita dessa subseção os artigos foram lidos a fim de categorizar e quantificar atributos do arcabouço metodológico das pesquisas. São eles: país de desenvolvimento da pesquisa, nível de escolaridade no qual a intervenção didática foi desenvolvida, total de alunos envolvidos no uso dos sistemas computacionais em questão em cada artigo, assuntos científicos e/ou sociocientíficos abordados em cada intervenção didática e sistemas computacionais empregados para viabilizar as intervenções didáticas.

Países de desenvolvimento das pesquisas

As pesquisas descritas foram analisadas quanto ao local de sua implementação, especificamente quanto ao país no qual foram desenvolvidas as atividades. No total, foram localizados artigos provenientes de pesquisas em dez países, listado na Tabela 8.

Tabela 8 - Distribuição dos artigos da revisão pelos países de origem das pesquisas.

País	Artigos
Estados Unidos	S04, S07, S08, T01, T02, W01
Taiwan	E03, E06, S06
França	S01, S02, T04
Israel	S03, T05
Holanda	T06
Singapura	E02
Noruega	T03
Chipre	W03
Suécia	S05
Inglaterra	W02
Não informado	E01, E04, E05

Para a análise da Tabela 8 não são consideradas eventuais diferenças entre cidades dentro de um mesmo país, ou mesmo diferenciação de região, como por exemplo, trabalhos realizados em áreas rurais ou em escolas de áreas residenciais periféricas às regiões centrais de centros urbanos. Três (13%) dos artigos não informaram o país em que a pesquisa foi feita ou eram artigos que apenas descreviam e apresentavam algum sistema computacional. Nenhum trabalho é proveniente do Hemisfério Sul, ou seja, América Latina, África e Oceania.

Dos vinte artigos que definiram o local de implementação da pesquisa, seis (20%) são oriundos dos Estados Unidos, único país das Américas a figurar na Tabela 8. O que sugere a

forte influência desse país no contexto mundial das discussões acerca da utilização de tecnologias computacionais no desenvolvimento da argumentação de alunos em aulas de ciências.

No continente europeu, existem relatos de pesquisas em seis diferentes países, totalizando oito artigos. Três deles são provenientes da França, ao passo que os demais se dividem em um para cada outro país europeu identificado. Juntos, os Estados Unidos e a Europa somam quinze (75%) dos vinte trabalhos nos quais existe informação sobre o local de realização da pesquisa. Esse dado explicita como esses países concentram as pesquisas e publicações na área analisada. Por outro lado, valorizam a produção de países tradicionalmente fora dos noticiários, como o Chipre.

Taiwan é um dos segundos colocados na contribuição com trabalhos entre os selecionados na revisão, sendo representado por também três artigos, apontando para o crescimento dos centros asiáticos nas publicações acadêmicas. Isso também pode ser verificado a partir de mais outros três artigos produzidos nesse continente. No total, seis artigos distribuídos por três diferentes países representam o continente asiático e completam o somatório de artigos revisados. Além de Taiwan, já citado, também Israel, Singapura são observados.

Evidencia-se nessa análise a ausência de experiências no contexto das escolas brasileiras, que permitissem a problematização e discussão de questões relevantes à formação dos estudantes em seus diversos níveis e modalidades.

Nível de escolaridade no qual a intervenção didática foi desenvolvida

Os artigos foram analisados na perspectiva da organização de níveis escolares do sistema educacional brasileiro, que, de acordo com o Art. 21 da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1996), consiste na educação básica, formada pela educação infantil, ensino fundamental e ensino médio, e no ensino superior. Para isso, foram buscadas aproximações entre os sistemas educacionais de cada país definido nos artigos com o brasileiro. Nenhuma pesquisa foi desenvolvida com alunos em idade de educação infantil. Porém, foram localizados relatos de ações educacionais com alunos de níveis educacionais equivalentes aos do ensino fundamental, ensino médio e ensino superior. Além disso, foram identificadas pesquisas com professores em formação. A Tabela 9 lista os artigos e os níveis escolares das pesquisas neles apresentadas.

Tabela 9 - Distribuição dos artigos da revisão pelos níveis de ensino dos participantes das pesquisas.

Nível de escolaridade	Artigos
Ensino fundamental	E03, E04, S03, S04, S05, S06, S08, T01, T02, T05, W01, W02
Ensino médio	E02, E06, S01, S02, T04, T06, W03
Ensino superior	E05, E06, S07
Não informado	E01, T03

Cabe destacar na Tabela 9 que o artigo E06 é o único que aparece em duas categorias. Dos 23 artigos revisados, dois (9%) não informaram o nível de escolaridade dos participantes. Dos demais, predominou o trabalho com alunos de ensino fundamental, sendo doze (57%) dos 21 artigos que identificaram a escolaridade dos alunos nesse nível. Mesmo se for considerando o universo de 23 artigos ainda mais da metade das pesquisas se deu nesse nível escolar. Os trabalhos contemplaram toda a diversidade de idades dos alunos pertencentes a esse nível escolar, desde a faixa de nove a doze anos, como no trabalho T02, até os quinze anos, como no trabalho S03. Isso demonstra a preocupação em desenvolver a capacidade argumentativa dos alunos desde os primeiros anos escolares, o que pode fazer com que eles adquiram uma melhor percepção sobre a construção do conhecimento científico, dentre outros requisitos e a superação de conhecimentos prévios de experiências informais ingênuas e incompletas sobre a ciência (OLIVER; HANNAFIN, 2001).

Após o ensino fundamental o ensino médio é o nível de ensino com maior número de relatos, apesar da mais estreita faixa etária nesse nível. No total, sete (33%) dos 21 artigos que identificaram o nível escolar referem-se a alunos entre quinze a dezoito anos. Nos artigos, os alunos envolvidos foram oriundos de uma ou mais turmas completas ou contou com a participação de alunos voluntários, independente da idade e do ano escolar no ensino médio, como pode ser observado em T06. Uma vez iniciado o trabalho com a promoção da argumentação no ensino fundamental é essencial que ações de mesma natureza continuem pautando aulas de ciências na continuidade da formação dos alunos na educação básica (VILLANI; NASCIMENTO, 2003).

Já no ensino superior um número bastante inferior de experiências foi observado em comparação aos níveis mencionados anteriormente, apenas três artigos. O trabalho E05 foi desenvolvido com uma turma de graduação em ciências físicas; o S07 foi realizado com quatro alunos em cursos de formação de professores; já o E06 consta também na lista dos artigos do ensino médio, uma vez que trabalhou com dois grupos de alunos, um do ensino médio e outro da graduação em ciências.

A análise demonstra o amplo interesse dos pesquisadores com o desenvolvimento de mecanismos e estratégias de promoção da argumentação na educação básica, principalmente no ensino fundamental. É surpreendente que o ensino superior seja consideravelmente preterido, uma vez que a aplicação de recursos dessa natureza, que valorizam o trabalho colaborativo e o desenvolvimento argumentativo de alunos, é também fundamental para a formação de graduandos de diversas áreas, especialmente na formação de professores. Evagorou e Osborne (2013) afirmam que “a pesquisa no campo da argumentação na educação científica, na última década, tem se concentrado na compreensão, desenvolvimento e avaliação, em sua maioria, dos argumentos dos alunos e, em menor medida, dos professores” (p. 210, tradução nossa). Há que se buscar romper com estruturas mais tradicionais de educação também no ensino superior. Assim, parece ser uma carência da área a adesão das pesquisas ao público de graduação.

Total de alunos envolvidos no uso dos sistemas computacionais em questão em cada artigo

Cada pesquisa apresentada nos artigos da revisão foi implementada junto a uma quantidade variável de alunos. Assim, os artigos foram analisados a fim de observar qual o quantitativo de alunos mais recorrente nas pesquisas. Os valores foram estratificados em intervalos de vinte participantes até duzentos. A maneira como os artigos se distribuem por essas faixas está ilustrada na Tabela 10.

Tabela 10 - Distribuição dos artigos da revisão em faixas de quantidade de participantes das pesquisas.

Total de alunos	Artigos
1 a 20	E01, S07, T04
21 a 40	E04, S01, S02, S05, W02, W03
41 a 60	E02, S03, T03
61 a 80	
81 a 100	T02, W01
101 a 120	T05
121 a 140	E03, S08
141 a 160	E06, S04
161 a 180	T01
181 a 200	S06, T06
> 200	E05

A Tabela 10 indica que todos os artigos informaram o total de alunos envolvidos nas pesquisas. Nos dez intervalos que constam na mesma, o mais numeroso é o de 21 a quarenta. Nele, seis (26%) dos 23 artigos foram relacionados. Esse resultado é devido, em grande parte,

ao fato de muitas pesquisas serem realizadas com uma ou duas turmas, o que gera totais compatíveis com esse intervalo. A prática de fazer a coleta de dados em duas turmas é comum quando se pretende trabalhar com grupo controle e experimental, como é o caso, por exemplo, da pesquisa descrita em E04. Outras vezes a estratégias de trabalhar com dois grupos refere-se a alunos de duas escolas diferentes, como por exemplo, em T05, em vez de duas turmas.

Os trabalhos com até vinte alunos são, em geral, estudos de casos, com foco na análise de dados particulares. Acima de cem e, especialmente, acima de duzentos, já se mostram pesquisas essencialmente quantitativas, envolvendo diversas escolas e/ou turmas, como na pesquisa de E05, com 539 alunos oriundos de diversas turmas ao longo de três semestres.

Cabe destacar que nem todas as pesquisas foram feitas com turmas regulares de alunos, mas com alunos dispostos a participar voluntariamente da pesquisa, ou recebendo alguma recompensa financeira para isso.

Os dados apresentados sugerem que a maior parte das experiências de ensino ocorre com reduzida quantidade de alunos, em geral uma ou duas turmas, agrupando até sessenta alunos. É compreensível que experiências com sistemas computacionais e estratégias de ensino inovadoras limitem o número de sujeitos para manter maior controle da sequência de ações. Uma proposta envolvendo centenas de alunos exige uma quantidade maior de supervisores e de conhecimento prévio da dinâmica do sistema pelos alunos.

Assuntos científicos e/ou sociocientíficos abordados em cada intervenção didática

Os artigos da revisão foram analisados quanto ao conteúdo neles trabalhados. No total, dezenove assuntos científicos e/ou sociocientíficos foram observados e estão listados na Tabela 11, associados aos artigos que o citaram.

Tabela 11 - Distribuição dos artigos da revisão pelos assuntos trabalhados nas pesquisas.

Assuntos	Artigos	Assuntos	Artigos
Alimento ou organismos geneticamente modificados	E05, S01, S02, T06	Pseudociência	E06
Termodinâmica	S04, T02, W01	Sistema solar	S03
Som	E04, T04	Teoria da evolução e seleção natural	S07
Luz, cores e visão	S06, T01	Missões espaciais	S05
Cinemática	E01	Diagnósticos de doenças	S08
Eutanásia	E02	Genética	T03
Reações químicas	E03	Experimentação animal	T05
Energia nuclear	E05	Ecologia	W02
Bioetanol	E05	Mudanças climáticas	W03

Todos os trabalhos indicaram o assunto envolvido na pesquisa realizada. Entre os 23 artigos, dezoito assuntos diferentes foram observados e alguns em mais de um deles. É necessário destacar que o trabalho E05 lidou com três temas diferentes resultando assim na presença em três linhas na Tabela 11, esse é o único trabalho a citar mais de um assunto.

Dos dezoito assuntos merecem destaque os alimentos ou organismos geneticamente modificados em quatro artigos, bem como a termodinâmica, em três trabalhos, que tem posição destacada como o segundo assunto mais presente nas pesquisas. Apenas mais dois assuntos aparecem mais de uma vez, nesse caso, duas vezes, são eles: som e luz, cores e visão. Os quatro primeiros assuntos estão presentes em onze (48%) dos 23 artigos.

Os assuntos mais presentes nos artigos abordam predominantemente questões alinhadas a conteúdos tradicionais de física e biologia. Também entre os outros catorze assuntos que aparecem apenas uma vez, novamente temas do âmbito da física e da biologia são recorrentes, como por exemplo, cinemática, teoria da evolução e seleção natural, genética e ecologia. Entre esses assuntos apenas uma única vez se observa o tema reações químicas, o único mais alinhado com as ciências químicas. Entre os demais, alguns estão no âmbito das pesquisas em saúde e da ética na ciência, como a eutanásia e a experimentação animal. Há também pesquisa que trata da pseudociência, com discussões acerca de horóscopo e terapia magnética.

Os dados mostram que a química somente surge nas discussões científicas de maneira periférica, em assuntos como bioetanol, energia nuclear e mudanças climáticas. Contudo, tais assuntos estão mais direcionados para os conflitos sociais e ambientais e impactos econômicos de tais ações que propriamente com os conceitos científicos. Isso reforça a necessidade de a argumentação e o desenvolvimento de habilidades argumentativas serem assumidas com mais afinco dentro das aulas de química, uma vez que os conhecimentos químicos são plenamente passíveis de problematização, a partir de vieses ambientais, sociais e tecnológicos, tanto quanto são os conhecimentos físicos e biológicos.

Somado o resultado da presente análise dos artigos revisados com as exibidas anteriormente, é possível observar uma lacuna de ações que visem à promoção da argumentação mediada por computador em aulas de ciências com assuntos do âmbito das ciências químicas. Também se observa uma lacuna na utilização dessa estratégia no ensino superior. E, por fim, a quase total inexistência dessa mesma estratégia no contexto brasileiro. Sendo assim, é desejável que ações de ensino se localizem nessas lacunas empreendendo experiências educacionais inovadoras que, conforme também observado, são mais rotineiramente desenvolvidas com um quantitativo restrito de alunos.

Sistemas computacionais empregados para viabilizar as intervenções didáticas

Um dos critérios da revisão foi a exigência da pesquisa ter sido encaminhada com suporte de alguma tecnologia CSCL. Essas tecnologias são inseridas, como sistemas computacionais, em intervenções didáticas no ensino de ciências em torno da promoção da argumentação. Com o propósito de identificar tais sistemas nos artigos consultados, se considerou apenas os sistemas principais, não havendo diferenciação a partir das ferramentas que o compõe, sendo essas, apresentadas nas descrições dos sistemas. A Tabela 12 lista os sistemas registrados ao longo da revisão e os artigos em que cada um deles é mencionado.

Tabela 12 - Distribuição dos artigos da revisão por sistemas computacionais utilizados nas pesquisas.

Sistema	Artigos	Sistema	Artigos
WISE	S04, T02, W01, W02	BGuILE	S07
Moodle	E04, S08	KIE	T01
Drew	S01, S02	FLE2	T03
CoLLeGE	E01	CONNECT	T04
Second Life	E02	BELVEDERE	T05
On-line synchronous scientific argumentation	E03	TC3	T06
Digalo	S03	SOCRATES	W03
STOCHASMOS	S05	Fórum, em geral	E05
CAWA	S06	Não informado	E06

De todos os artigos revisados, apenas o E06 não indicou qual o *software* ou tipo de *software* utilizado. Já o artigo E05 relatou o emprego de um Fórum, de forma genérica, sem identificá-lo. Nos demais 21 artigos se observa grande diversidade de sistemas computacionais. No total, dezesseis diferentes *software* foram envolvidos nas intervenções didáticas descritas nos artigos, o que demonstra a diversidade de sistemas computacionais para o propósito analisado.

Entre os dezesseis sistemas se destaca o WISE, tendo aparecido em quatro (19%) dos 21 artigos que identificaram o *software* empregado. Soma-se ao WISE em posição de destaque, os sistemas Moodle e Drew, ambos aparecem em dois artigos. Assim, esses três sistemas somam sete (33%) dos 21 artigos, o que caracteriza certa concentração desses *software* nas intervenções didáticas. Outros treze *software* completam a Tabela 12, sendo que alguns deles, embora observados apenas uma vez, merecem destaque aqui, conforme se observa na sequência do texto.

O artigo T01 é o único da revisão que aponta o emprego do sistema *Knowledge Integration Environment* (KIE) em sua intervenção didática. Esse artigo é um dos publicados em 2000, pelo periódico *Internacional Journal of Science Education*, em um número especial dedicado ao KIE e experiências empreendidas com ele.

O KIE está centrado em uma estrutura teórica denominada *Scaffolded Knowledge Integration*, ou Estrutura de Integração de Conhecimento (EIC), que engloba quatro princípios pedagógicos (LINN, 2000): tornar a ciência acessível aos estudantes ao encorajá-los a construir suas ideias científicas, a investigarem problemas de relevância pessoal, a revisitarem regularmente suas ideias e a participarem de processos investigativos de atividades científicas; tornar as ideias dos alunos visíveis ao modelar processos científicos considerando explicações alternativas e erros de avaliação e prover múltiplas atividades oriundas de várias mídias; ajudar os estudantes a aprenderem uns com os outros. Para isso, modela e emprega atividades sociais para promover interações produtivas e respeitadas e encoraja os estudantes a ouvirem e aprenderem a partir de seus parceiros; promover aprendizagem de ciência para a vida, engajando os estudantes como críticos de diversas informações científicas e em variadas experiências que envolvem projetos científicos, além de incentivar os estudantes a refletirem sobre suas próprias informações científicas.

Estes princípios pedagógicos estão presentes nas atividades de ensino e pesquisa em sala de aula da equipe coordenada pela professora Marcia Linn da Universidade da Califórnia, em Berkeley, desde a década de 1980 em disciplinas de física, com foco no tema energia. Posteriormente, estes princípios foram incorporados ao KIE, orientando seu desenvolvimento pelo mesmo grupo.

Em Linn (2000), em outro artigo do mesmo número especial mencionado, o sistema é apresentado sob duas principais perspectivas: a parceria que se constituiu entre cientistas, pesquisadores da área de educação em ciências, especialistas em tecnologias e professores para desenvolver o KIE; e a EIC e sua fundamentação teórica.

A parceria formada pela equipe de desenvolvedores e pesquisadores do sistema buscou criar projetos científicos que explorassem a potencialidade dos recursos que a Internet começava a oferecer à população de maneira mais ampla no fim dos anos 1990. Da apresentação teórica do EIC se destaca o terceiro princípio, o de incentivar os alunos a ouvirem e aprenderem uns com os outros, explorando os benefícios do conhecimento coletivo produzido em sala de aula. Segundo Linn (2000), incentivar os alunos a analisar e construir a partir das ideias de seus pares pode introduzir novas perspectivas e motivá-los a reconsiderarem suas próprias ideias. Nas mudanças está a garantia de que ideias persuasivas,

improdutivas ou infrutíferas são equilibradas com visões alternativas e proporcionam oportunidades equânimes para os alunos participarem no discurso científico. É com a atenção voltada a essa produtiva interação dialógica que o KIE oferece ferramentas que mediam os debates e discussões que podem ser explorados a fim de empreender experiências com argumentação.

Juntamente com a descrição da intervenção didática em T01 é apresentado como ocorre a construção de argumentos na ferramenta *SenseMaker* do KIE. A ferramenta *SenseMaker* tem uma de suas telas reproduzida na Figura 1.

A ferramenta permite que os alunos construam e editem seus argumentos usando uma representação gráfica. Eles reveem evidências da internet, cada item é representado por um ponto escuro no *SenseMaker*. Os alunos então tornam seu pensamento visível descrevendo e agrupando as evidências usando os quadros. Os alunos iniciam com quadros para os dois lados do debate: "a luz se propaga para sempre até ser absorvida" e "a luz morre". Eles podem adicionar novos quadros dentro de quadros existentes ou fora dos quadros existentes. A evidência para um argumento é representada com um ponto e um *link* para sua localização na Internet, como o Telescópio Espacial Hubble. Os alunos podem colocar evidências em mais de um quadro, se assim o desejarem. Assim, o *SenseMaker* ajuda os alunos, tornando visível o processo de organização de evidências (BELL; LINN, 2000, p. 799-800, tradução nossa).

Figura 1 - Tela de construção conjunta de argumentos para um dado problema no *SenseMaker*.

Fonte: Bell, P; Linn, M. C. Scientific arguments as learning artifacts: designing for learning from the web with KIE. **International Journal of Science Education**, v. 22, n. 8, p. 799, 2000.

Na ferramenta, os alunos podem inserir argumentos, refletir sobre ideias apresentadas pelos seus pares e responder a perguntas relacionadas às suas próprias intervenções que são exibidas no guia *Mildred*. Os alunos fazem extensivo uso do componente guia *Mildred*, simbolizado por uma vaca, que é a personagem que guia as ações. Esse guia funciona em conjunto com o *SenseMaker* para apoiar o terceiro princípio do EIC, o relacionado à autonomia. Para isso,

os alunos produzem explicações para a evidência, revisam e descrevem como ela contribui para o seu argumento. O processo de dar explicações é estruturado de duas formas. Em primeiro lugar, os alunos são alertados com frases iniciantes que incluem: 'como nos preparamos para o nosso debate e pensamos sobre essa evidência, queremos lembrar...' e, 'considerando o quão bem esta afirmação explica todas as evidências, pensamos...' Em segundo lugar, os alunos podem solicitar sugestões sobre a atividade. As sugestões são projetadas para destacar aspectos salientes do projeto aos estudantes (BELL; LINN, 2000, p. 800, tradução nossa).

Na Figura 2 é reproduzida uma tela com exemplo de alertas com sugestões e anotações de apoio aos alunos, de como eles podem associar as afirmações a uma evidência científica.

Figura 2 - Tela do guia *Mildred* e componente de anotações.

Fonte: Bell, P; Linn, M. C. Scientific arguments as learning artifacts: designing for learning from the web with KIE. *International Journal of Science Education*, v. 22, n. 8, p. 801, 2000.

Uma versão atualizada do KIE foi desenvolvida em Berkeley de maneira a agregar cada vez mais parcerias. O novo sistema, *Web-based Inquiry Science Environment* (WISE), foi o mais empregado nas pesquisas descritas nos artigos da revisão, como já apresentado anteriormente. Segundo Linn, Clark e Slotta (2003), o sistema já contabilizava, em 2002, 25 projetos indexados em sua biblioteca em língua inglesa e outros em norueguês, alemão e holandês. Cada projeto contava com uma equipe parceira de pesquisadores, pedagogos, cientistas, professores de ciências e especialistas em computação. Cada projeto estava orientado em uma das seguintes abordagens: investigativo, controverso, crítico e modelagem.

De acordo com os autores, no total, cerca de mil professores e cem mil alunos já haviam participado de algum dos projetos até aquele ano.

O WISE utiliza em suas ferramentas para estimular a argumentação a EIC, mantida do KIE. Ainda em Linn, Clark e Slotta (2003) é relatado ser comum alunos retornarem anos após a formatura para discutir novas evidências observadas sobre as temáticas que haviam estudado. Para contribuir com esse aprendizado, os autores recomendam que diversas atividades científicas, tais como, visita de campo, visita a museus, observação de lagos e análise de dados de arquivos nacionais, sejam articuladas com debates e discussões *on-line*.

Uma das principais ferramentas do WISE é a denominada *PrincipleMaker*. Nela, três artigos foram produzidos com o projeto *Termodinâmica: testando ao seu redor* (S04, T02 e W01). Esse projeto é desenvolvido pautado nas oito etapas que caracterizam a ferramenta. Nas cinco primeiras há a aquisição e discussão de dados empíricos sobre o assunto em pauta. Nesse caso, dados das temperaturas de objetos presentes em sala de aula e a discussão de ideias ligadas a transferência de calor, condutividade térmica e sensação térmica. As etapas iniciais visam prover os estudantes de dados empíricos que estimulem a produção de argumentos nas etapas seguintes, no sistema (Figura 3). Nas sexta e sétima etapas os estudantes são levados a construir individualmente uma explicação para o problema gerado a partir da coleta dos dados empíricos. Nesse caso, o porquê das diferentes substâncias localizadas no mesmo ambiente apresentarem temperaturas diferentes. As explicações são construídas a partir de frases afirmativas pré-selecionadas, algumas delas incorretas. Tal recurso é denominado de *personally-seeded discussions*, ou discussões semeadas individualmente. Em seguida, grupos de três a cinco alunos são formados de maneira que as explicações construídas anteriormente de forma individual sejam as mais divergentes possíveis. Os grupos participam de uma discussão assíncrona no próprio *PrincipleMarker*, no qual cada aluno deve propor, apoiar, criticar, articular, avaliar e revisar as ideias dos demais componentes. Por fim, a oitava etapa representa a avaliação do processo.

Figura 3 - Interface de construção individual de explicações no *PrincipleMarker*.

Fonte: Clark, D. B.; D'Angelo, C. M.; Menekse, M. Initial Structuring of Online Discussions to Improve Learning and Argumentation: Incorporating Students' Own Explanations as Seed Comments Versus an Augmented-Preset Approach to Seeding Discussions. **Journal of Science Education and Technology**, v. 18, n. 4, p. 322, 2009.

Alguns outros sistemas presentes nos artigos analisados na revisão se caracterizam por reunir alunos em pequenos grupos para resolverem colaborativamente um dado problema. Nesse perfil está o *Biology Guided Inquiry Learning Environment* (BGuILE). Ele é produto de um projeto desenvolvido pelo professor Brian Reiser da Universidade Northwestern, Illinois. Apenas o artigo S07 entre os artigos da revisão aponta ter empregado tal sistema. Sandoval e Reiser (2004) apresentam o processo de aprimoramento e refinamento das ferramentas do BGuILE a partir de dois dos múltiplos ciclos de implementação, análise, revisão e desenvolvimento abordando questões de evolução e seleção natural. No primeiro, o sistema foi utilizado em três turmas de nono ano do ensino primário americano, com duração de quatro semanas. Em trio, os estudantes passaram por uma semana de apresentações e em seguida foram inseridos no *software Galápagos Finches* (GF), que aborda a rápida redução de cerca de 60% da população de tentilhões de uma ilha de Galápagos em 1977. Um problema de seleção natural foi emoldurado por duas questões: por que tantos pássaros morreram em 1977? E como algumas aves foram capazes de sobreviver? Após uma série de atividades que incluíam simulações e animações sobre a seleção natural, novamente ao computador, os estudantes colaborativamente trabalharam no *software TBLab* (TB), que lhes permitiu explorar como as bactérias que causam a tuberculose criam resistência aos antibióticos.

Ambos os *software* GF e TB tiveram como objetivo possibilitar que os pesquisadores investigassem quando os estudantes selecionam evidências e as incluem em suas explicações e como trabalham essas evidências em suas explicações no *ExplanationConstructor*, outro

software do sistema, que tem uma de suas telas reproduzida na Figura 4. As interações entre os estudantes e as argumentações foram avaliadas a partir de uma dupla de cada turma participante. Os resultados indicaram que, para o ciclo posterior, era necessário que os estudantes citassem mais dados em suas explicações, refletissem mais ativamente sobre seu próprio desempenho e o dos seus pares, em termos epistêmicos. Ajustes metodológicos foram feitos, como a formação de duplas e não trios de estudantes. Como consequência, uma maior interação entre os estudantes nas ferramentas foi alcançada no segundo ciclo de implementação, análise, revisão e desenvolvimento do sistema.

Figura 4 - Diário final de um grupo de estudantes investigando a seleção natural usando o *software* *Galápagos Finches*.

Fonte: Sandoval, W. A.; Reiser, B. J. Explanation-driven inquiry: integrating conceptual and epistemic scaffolds for scientific inquiry. *Science Education*, v. 88, n. 3, p. 350, 2004.

O artigo S07 da revisão, que empregou tais ferramentas, dá especial foco no GF no contexto da formação de professores. Os licenciandos também trabalham colaborativamente em duplas no *ExplanationConstructor* a fim de solucionar as questões relacionadas com o perfil do *software*.

A maioria dos demais sistemas guarda muitas semelhanças com o KIE, WISE e BGuILE, descritos com mais detalhes neste tópico. Os sistemas Belvedere, TC3, Moodle, Digalo e JigaDrew, nos trabalhos T05, T06, E04, S03 e S01, respectivamente, envolvem a construção de diagramas, mapas e gráficos argumentativos associados ao processo de discussão colaborativa, indo além da discussão unicamente textual.

O trabalho E03, que trata do *On-line synchronous scientific argumentation*, e o S04, referente ao WISE, envolvem a obtenção de dados em atividades experimentais para fundamentar discussões e atividades argumentativas nos sistemas.

Cabe ainda destacar que vários sistemas se assemelham no que diz respeito à construção das ferramentas que subsidiam a elaboração dos argumentos. Estas se pautam, usualmente, no Modelo de Toulmin (2001). É o caso, por exemplo, dos trabalhos E04, E03 e E06. Os *software* empregados nas pesquisas são, em sua maioria, desenvolvidos pelos autores. Em contraponto, o trabalho E02 emprega um sistema proprietário, o *Second Life*, um ambiente virtual e tridimensional que simula aspectos da vida real e social humana.

1.2. Investigação qualitativa de questões pertinentes aos focos temáticos das pesquisas

Após a análise dos artigos selecionados na revisão foram definidos seis focos temáticos, descritos a seguir, de maneira que cada artigo estivesse abarcado por pelo menos um deles.

O foco temático *Argumentação associada à elaboração/reelaboração de conceitos/tópicos científicos e pseudocientíficos* inclui trabalhos que promovem a argumentação no ensino de ciências com o objetivo de construir ou revisar conhecimento sobre um conceito ou tópico científico e/ou superar visões pseudocientíficas.

O foco temático *Argumentação associada à escrita* inclui trabalhos que avaliam o impacto de atividades didáticas na produção escrita de caráter argumentativo.

O foco temático *Argumentação associada à tomada de decisão e reflexão* inclui trabalhos que valorizam o papel da argumentação no processo de tomada de decisão, assim como os que valorizam a habilidade de reflexão no suporte à construção de argumentos.

O foco temático *Argumentação associada à natureza da ciência* inclui trabalhos que buscam o estabelecimento de relações entre a natureza da construção dos argumentos e as

concepções sobre a natureza da ciência, podendo esse entendimento estar relacionado com posturas assumidas pelos sujeitos em atividades investigativas.

O foco temático *Argumentação associada a quadros analíticos* inclui trabalhos que elaboram propostas de estruturas de análise da produção argumentativa em atividades ministradas em ambientes virtuais de ensino-aprendizagem.

Durante o processo de agrupamento temático existiu também a necessidade de incluir a categoria denominada de *Outro*, que engloba trabalhos que não se enquadram nos demais focos.

A Tabela 13 lista os focos temáticos e os artigos relacionados a cada um deles.

Tabela 13 - Distribuição dos artigos da revisão pelos focos temáticos identificados.

Foco temático	Artigos
Argumentação associada à elaboração/reelaboração de conceitos/tópicos científicos e pseudocientíficos	E01, E03, E06, S01, S03, S04, S06, S07, T01, T04, T05
Argumentação associada à escrita	E02, T03, T06, W02
Argumentação associada à tomada de decisão e reflexão	E05, S05, W03
Argumentação associada à natureza da ciência	S08, T01, T02
Argumentação associada a quadros analíticos	S01, S02, W01
Outro	E04

Cabe destacar que os trabalhos T01 e S01 aparecem associados a dois focos temáticos cada um (Tabela 13). Isso faz com que os 23 artigos da revisão, classificados em algum foco, sejam mencionados 25 vezes. Dessas menções, onze (44%) se concentram apenas no primeiro foco temático da Tabela 13. Na sequência do texto essas categorias são discutidas, juntamente com as pesquisas nelas compreendidas.

Argumentação científica associada à elaboração/reelaboração de conceitos/tópicos científicos e pseudocientíficos

Onze artigos foram classificados nesse foco temático, sendo ele o que reuniu a maior quantidade de artigos revisados.

Em E01, *Designing argumentation for conceptual development*, os autores buscam subsídios em recursos disponibilizados no sistema computacional CoLLeGE para identificar dificuldades conceituais enfrentadas pelos alunos frente ao tema cinemática. As atividades realizadas fomentam a argumentação a partir da adoção de estratégia denominada jogo dialógico. Nesse tipo de jogo o papel de cada participante costuma ser definido e os objetivos das interações entre eles também. No contexto do jogo dialógico relatado em E01 o aluno

assume o papel de “explicador” enquanto o sistema desempenha um papel de facilitador na colaboração que se estabelece entre ambos com o intuito de desenvolver um modelo explicativo sobre uma determinada situação. Dessa forma, o professor pode identificar as dificuldades conceituais do aluno e ponderar sobre as contribuições oferecidas pela estratégia para superá-las.

Em E03, *On-line synchronous scientific argumentation learning: nurturing students' argumentation ability and conceptual change in science context*, a questão da promoção de mudança conceitual é também abordada. O estudo foi conduzido a partir da aplicação dos testes denominados *Chemical reaction conceptual change test* e *Chemical reaction dependent argumentation test*, antes e após a realização de intervenção didática no sistema computacional *On-line synchronous scientific argumentation program*. Os autores buscaram investigar a diferença na efetividade de dois tipos de instrução no que tange ao aprimoramento da habilidade de argumentação e à mudança conceitual dos alunos: um baseado no oferecimento de instruções e propostas de atividades sobre a construção de argumentos (grupo experimental) e outro não (grupo de controle). O grupo experimental teve acesso no sistema a um *template* que disponibilizava aos alunos a visualização dos cinco componentes argumentativos (dado, proposição, fundamento, garantia, refutação), projetados segundo o Modelo de Toulmin (2001). Frente a questões como as que seguem, os alunos inseriam suas repostas no *template* de modo a identificar em cada uma delas os referidos componentes: por que a massa do bicarbonato de sódio e do ácido clorídrico é diferente antes e depois da reação? E por que a massa do cloreto de cálcio e do carbonato de sódio é a mesma antes e depois da reação? A qualidade dos argumentos inseridos no *template* foi analisada com base em adaptação feita ao quadro analítico proposto por Osborne, Erduran e Simon (2004), baseado no Modelo de Toulmin (2001).

Em T01, *Scientific arguments as learning artifacts: designing for learning from the web with KIE*, a indagação sobre os avanços dos alunos frente ao entendimento da propagação da luz, a partir da realização de atividades argumentativas no KIE é uma das norteadoras da discussão. As atividades associam a coleta de dados em laboratório com o uso de evidências nas apropriadas ferramentas do KIE. Parte dos dados coletados é analisada com base no Modelo de Toulmin (2001). Este artigo, também associado ao foco temático *Argumentação associada à natureza da ciência*, será retomado na discussão do mesmo.

Em T04, *Computer-mediated epistemic dialogue: explanation and argumentation as vehicles for understanding scientific notions*, a preocupação está centrada em levar os alunos

para uma situação de conflito de ideias, em que possam discutir com seus pares para resolverem o *problema dos dois tamborins*, relacionado à propagação do som, no sistema CONNECT. O entendimento conceitual sobre o assunto é alvo de considerações por parte dos autores. As atividades realizadas no sistema se concentram no diálogo epistêmico como veículo da construção de conhecimento científico dos alunos e no oferecimento de condições para que tal diálogo ocorra. O sistema busca, a partir do vídeo de um experimento, provocar os estudantes a refletirem e a argumentarem sobre situações que remetem a conceitos relacionados a fenômenos sonoros, como perturbação, vibração e propagação.

Em T05, *Construction of collective and individual knowledge in argumentative activity*, a aquisição de conhecimentos, de forma distinta dos trabalhos discutidos anteriormente, não diz respeito estritamente a conceitos científicos. A abordagem é mais ampla e relacionada à realização de experimentos com animais. Aos alunos foram disponibilizados textos sobre a temática no sistema T3. A atividade solicita a representação de argumentos em um mapa argumentativo, com proposição apoiada por garantia, sobre a permissão ou não desse tipo de procedimento. O sistema se constitui em espaço que permite aos alunos compartilhar argumentos, discutir evidências que suportam ou se opõem às proposições apresentadas. Para análise dos argumentos, os critérios empregados são inspirados em Means e Voss (1996) e Kuhn, Shaw e Felton (1997).

Em S01, *How do argumentation diagrams compare when student pairs use them as a means for debate or as a tool for representing debate?*, a aquisição de conhecimento é abordada de forma similar ao estudo anterior, não se restringindo a conceitos estritamente científicos. A discussão gira em torno da produção de organismos geneticamente modificados. Os alunos argumentaram sobre o assunto a partir da construção de texto e de diagrama no sistema JigaDREW, ferramenta de representação da argumentação de maneira gráfica, desenvolvida com base no Modelo de Toulmin (2001). Para tanto, buscaram respaldo em três textos de apoio: um a favor da proposta, simulando ter sido escrito pela empresa Monsanto; um contrário, simulando ter sido escrito pela organização não governamental *Greenpeace*; e um de posicionamento neutro, sendo atribuído de forma fictícia ao governo francês. A análise da qualidade dos argumentos produzidos é levada a cabo com base em um quadro analítico desenvolvido a partir do Modelo de Toulmin (2001). Este artigo, também vinculado ao foco temático *Argumentação associada a quadros analíticos*, será retomado na discussão do mesmo.

Em S03, *Perspective taking and synchronous argumentation for learning the day/night cycle*, práticas que incentivam a colaboração e o raciocínio crítico em salas de aula

de ciências são discutidas, visando aprendizagem ou mudança conceitual com relação ao ciclo dia/noite. No sistema Digalo os alunos foram solicitados a realizar uma série de atividades argumentativas individuais e em grupo a fim de expressar seus entendimentos sobre a questão em foco. Antes disso, porém, eles praticaram a argumentação com uma discussão oral sobre experimentação animal. Os dados gerados no sistema foram analisados quanto às interações e comportamentos de alunos e professores, à correção do conhecimento mobilizado nas discussões, aos modelos mentais que emergiram das explicações e à integração do conhecimento nas explicações.

Em S04, *Initial structuring of online discussions to improve learning and argumentation: incorporating students' own explanations as seed comments versus an augmented-preset approach to seeding discussions*, a sequência de passos que organiza as ações com o sistema WISE foi estruturada de modo a promover a argumentação colaborativa em torno de conceitos de termodinâmica. Nesse contexto, foram fornecidos fragmentos de comentários capazes de induzir os alunos à construção de explicações iniciais para dados experimentais coletados. Em seguida, ocorreu a organização dos alunos em grupos de forma a que se estabelecesse um esquema de conflito com relação às explicações emitidas, visando à argumentação e o aprendizado de conceitos.

Em S06, *Using the cognitive apprenticeship web-based argumentation system to improve argumentation instruction*, o sistema CAWA foi empregado com o propósito de possibilitar a realização de atividades potencialmente favoráveis à prática da argumentação. Na primeira atividade foram investigadas as habilidades iniciais de argumentação dos alunos. Na sequência, estes argumentaram sobre, respectivamente, um tópico da vida cotidiana e o conceito de visão. O desempenho frente a cada um dos contextos foi analisado com base no Modelo de Toulmin (2001), sendo também esse o recurso que inspirou a construção do sistema computacional.

Em S07, *Scaffolding preservice science teachers' evidence-based arguments during an investigation of natural selection*, o sistema BGuILE foi empregado para verificar como professores de ciências em formação inicial constroem argumentos científicos diante de questões associadas à genética e evolução. Nessa perspectiva, eles foram reunidos em pequenos grupos para resolver um problema a respeito da rápida redução da população de tentilhões de uma ilha de Galápagos. A análise dos argumentos produzidos mostrou que, embora contassem com apoio de evidências, eram problemáticos em outras perspectivas, como com relação à natureza conceitual.

Em E06, *The effect of online argumentation upon students' pseudoscientific beliefs*, diferentemente dos demais artigos presentes neste foco, a atenção dos autores é voltada para crenças pseudocientíficas dos alunos e para possibilidades de atenuá-las a partir da promoção da argumentação *on-line*. Os alunos foram solicitados a responder um questionário sobre tais crenças e depois foram desafiados a debater em cenários que problematizavam temas de discussão em pseudociência, como por exemplo, horóscopo e terapia magnética. O Modelo de Toulmin (2001) subsidiou a construção do sistema computacional usado, as atividades relacionadas ao “ensino” da argumentação e as análises dos dados obtidos.

Tendo em vista o exposto, pode-se concluir que é considerável o consenso existente quanto às possibilidades de promoção de mudança conceitual a partir do engajamento em atividades argumentativas que exigem dos estudantes a consideração de pontos de vista alternativos e a avaliação de concepções alternativas (NUSSBAU; SINATRA, 2003). Assim, espera-se que a argumentação não só permita a consolidação do conhecimento científico existente, mas também a construção de novos conhecimentos com base nos argumentos de outros (BROWN; CAMPIONE, 1998). Como se observou nos trabalhos listados, a pesquisa sobre o papel da argumentação na construção do conhecimento sobre variados temas está concentrada sobre o produto ou sobre processos, dependendo se esta é abordada a partir de uma compreensão do processo de elaboração da argumentação científica ou se coloca o produto gerado do processo argumentativo como o foco de análise (SCHWARZ et al., 2003).

Argumentação associada à escrita

Quatro artigos foram classificados nesse foco temático, sendo ele o segundo mais presente nos artigos revisados.

Em E02, *Fostering argumentative knowledge construction through enactive role play in Second Life*, é destacada a relevância do aperfeiçoamento da argumentação escrita por parte de alunos de Singapura, uma vez que esta habilidade é crucial para o ingresso na universidade, sendo fortemente abordada na disciplina *General Paper*. O conceito adquirido na referida disciplina se constitui em critério para o almejado ingresso por parte dos estudantes pré-universitários. Nas atividades desenvolvidas no ambiente virtual *Second Life* os alunos representaram avatares tridimensionais de personagens em cenários contextualizados com o tema da eutanásia, onde lidaram com questões a ele relacionadas, como por exemplo, ética, moral e religião. Antes de os alunos escreverem um texto sobre o tema em foco, foram ainda instruídos com relação aos componentes do argumento, segundo o Modelo de Toulmin (2001).

Em W02, *Exploring young students' collaborative argumentation within a socioscientific issue*, atividades argumentativas são realizadas pelos alunos no sistema WISE com o objetivo de investigar qual o seu impacto na produção de argumentos na forma escrita. A questão sociocientífica que guiou o estudo era se o governo britânico deveria matar os esquilos cinza para salvar os da espécie vermelha. Os alunos trabalharam em dupla a fim de explorar o problema e encontrar evidências para apoiar seus argumentos. A forma como os estudantes constroem argumentos quando trabalham em pares e as características de suas interações que os levam a aperfeiçoá-los foram investigadas. As análises se pautaram no Modelo de Toulmin (2001) e nos níveis de combinações dos componentes do argumento propostos por Erduran, Simon e Osborne (2004).

Assim como em W02, em T03, *Students' meaning-making of socio-scientific issues in computer mediated settings: exploring learning through interaction trajectories*, os estudantes participam de uma série de atividades no sistema FLE2 na expectativa de que produzam textos argumentativos relacionados à genética. Foi realizado o estudo da colaboração e do processo de escrita do texto por uma das duplas, que adotou como discussão a questão: é possível modificar geneticamente todo tipo de alimento? As interações entre a dupla, mensagem a mensagem, durante a produção do texto foram analisadas principalmente com foco no entendimento sobre a ocorrência de colaboração e da natureza do conhecimento que embasou a discussão, bem como o texto, produto da colaboração.

Em T06, *Representational tools in computer-supported collaborative argumentation-based learning: how dyads work with constructed and inspected argumentative diagrams*, os alunos foram solicitados a participar de uma sequência de atividades que visam o aperfeiçoamento da escrita a partir da escrita argumentativa colaborativa e de diagramas de suporte à aprendizagem colaborativa, presentes no ambiente TC3. Inicialmente, o aluno fornece, de forma individual, suas opiniões a respeito de organismos geneticamente modificados. Tal opinião é apresentada como texto ou diagrama argumentativo. Em seguida, em duplas, os alunos discutiram e escreveram um texto argumentativo. Por fim, eles consolidaram seus conhecimentos revisando, individualmente, seus textos ou diagramas iniciais.

Os trabalhos englobados neste foco exibem diferentes contextos em que a escrita argumentativa é o alvo principal das pesquisas. Em comum, todos ocorrem em contextos colaborativos. Para Amelsvoort, Andriessen e Kanselaar (2007), a escrita argumentativa fornece direção e significado à discussão e pode ampliar e aprofundar ainda mais o espaço de

debate. Jamaludin, Chee e Ho (2009) reúnem diversas referências para afirmar que a argumentação escrita é condição necessária para um efetivo engajamento no discurso argumentativo.

Argumentação associada à tomada de decisão e reflexão

Três artigos foram classificados nesse foco temático, assim como nos dois focos discutidos a seguir.

Em E05, *Promoting and scaffolding argumentation through reflective asynchronous discussions*, é abordado o impacto de discussão assíncrona sobre a qualidade e complexidade dos argumentos de estudantes universitários. As atividades realizadas no sistema exigiram a tomada de decisão frente a questões sociocientíficas, como a construção de uma usina nuclear, a produção de alimentos geneticamente modificados e a expansão de culturas para a produção de bioetanol. Em destaque neste trabalho é a relação estabelecida entre habilidade de argumentação e de reflexão que, inclusive consta no título. Segundo os autores, em um processo de discussão assíncrona de caráter reflexivo os estudantes aprendem com seus pares, oferecendo justificativas que esclarecem a sua concordância ou discordância com as postagens inseridas no sistema. Nessa perspectiva, os alunos foram encorajados a refletir sobre os argumentos dos outros e usar refutações para justificar suas posições.

Assim como em E03, a qualidade dos argumentos foi analisada com base em adaptação feita ao quadro analítico proposto por Osborne, Erduran e Simon (2004), baseado no Modelo de Toulmin (2001). Os componentes deste último foram também apresentados aos alunos no início das aulas de química, tendo em vista a sua instrução sobre a construção de argumentos.

Em S05, *Students' socio-scientific reasoning in an astrobiological context during work with a digital learning environment*, são reportadas experiências com o sistema STOCHASMOS acerca da tomada de decisão sobre questões sociocientíficas no contexto da astrobiologia. Aos alunos foram disponibilizados textos, dentre os quais estava uma entrevista com o primeiro astronauta sueco. As seguintes perguntas foram respondidas em trio: deveríamos procurar e tentar contato com vidas extraterrestres? E deveríamos transformar Marte em um planeta onde pudéssemos viver no futuro? Um dos principais objetivos dos autores foi apresentar a decisão dos alunos frente aos questionamentos e avaliar a natureza das justificativas usadas para tanto. O Modelo de Toulmin (2001) pautou as análises realizadas.

Em W03, *Supporting use of evidence in argumentation through practice in argumentation and reflection in the context of SOCRATES learning environment*, alinhado

com a tendência apresentada em E05, é valorizada a habilidade reflexiva frente à necessidade de gerar argumentos sobre a questão da mudança climática. No sistema SOCRATES foi disponibilizado aos alunos, que trabalharam em duplas construídas na perspectiva de se obter um conflito de ideias, uma rica base de dados sobre o assunto. Dessa forma foi possível avaliar como os estudantes usaram evidências na construção dos seus argumentos, enquanto se encontravam também engajados em atividades de caráter reflexivo.

Os trabalhos englobados neste foco tornam patente o forte vínculo existente entre as habilidades de argumentação, tomada de decisão e reflexão. A abordagem de questões sociocientíficas é uma constante, o que se justifica uma vez que costuma expor os alunos a ideias diferentes sobre um mesmo tema. Nesse contexto, é sugerido que a reflexão sobre os argumentos gerados pelos colegas ou sobre os próprios argumentos favorece a argumentação e impulsiona o processo de tomada de decisão.

Argumentação associada à natureza da ciência

Três artigos foram classificados nesse foco temático, assim como no foco discutido a seguir e no anteriormente apresentado.

Em T01, *Scientific arguments as learning artifacts: designing for learning from the web with KIE*, são estabelecidas relações entre os argumentos que os alunos constroem no sistema KIE sobre a propagação da luz e a visão que possuem sobre a natureza da ciência. Os alunos participaram, em duplas, de uma discussão em que responderam a pergunta: *até onde vai a luz?*. Nas ferramentas apropriadas do sistema eles revisaram suas evidências e inseriram seus argumentos sobre o questionamento, que foram analisados de acordo com o Modelo de Toulmin (2001). O entendimento da natureza dinâmica da ciência por parte dos alunos que construíram argumentos de melhor qualidade forneceu indícios, ainda que tênues, da relação entre os dois aspectos em análise.

Em T02, *Personally-seeded discussions to scaffold online argumentation*, é enfatizado que a argumentação é um gênero do discurso crucial para a prática científica. Nessa perspectiva, para que se promova o entendimento dos alunos sobre a natureza da ciência eles devem participar de atividades discursivas similares às aquelas empreendidas na comunidade científica. Com base nesse pressuposto, o desenvolvimento da compreensão dos alunos sobre as práticas científicas, também do ponto de vista cultural e social, é buscado a partir da realização de atividades investigativas que demandam a construção de argumentos. Esta construção se dá a partir do desencadeamento da estratégia, mencionada anteriormente,

personally-seeded discussions, disponibilizada no sistema WISE, no tratamento da temática equilíbrio térmico. A análise dos argumentos é pautada em metodologia proposta por Erduran, Simon e Osborne (2004), com base no Modelo de Toulmin (2001).

Em S08, *Grade 5 students' online argumentation about their in-class inquiry investigations*, o pressuposto que guia o desenvolvimento do trabalho é o mesmo apresentado no T02. Ou seja, a relevância do entendimento da natureza da ciência por parte dos alunos e a possibilidade da sua concretização a partir da realização de atividades investigativas que também apresentem cunho argumentativo. Nessa perspectiva, argumentos produzidos sobre o crescimento de plantas no Fórum do Moodle foram analisados de acordo com o Modelo de Toulmin (2001).

A relação que pode ser estabelecida entre as atividades didáticas que fomentam a argumentação e as que visam o entendimento sobre a natureza da ciência é explorada neste foco, com o indicativo do papel promissor das atividades investigativas, tendo em vista o alcance desse objetivo, apontado como muito relevante para a formação dos alunos (TEIXEIRA; FREIRE JÚNIOR; EL-HANI, 2009).

Argumentação associada a quadros analíticos

Três artigos foram classificados nesse foco temático, assim como nos dois focos discutidos anteriormente.

Em S02, *Rainbow: a framework for analysing computer-mediated pedagogical debates*, é apresentado o quadro analítico *Rainbow*. Desenvolvido como ferramenta para análise de debates/discussões argumentativas, o quadro abarca sete categorias principais, descritas na Tabela 14. Estas dizem respeito a ações que não se relacionam de modo algum com a tarefa prescrita pelo professor (categoria 1) e as que se relacionam, de algum modo, com a mesma (categorias 2-7). Dentre as categorias de 2-7, estão aquelas estreitamente vinculadas às solicitações presentes na tarefa (categorias 5-7) e as que abarcam aspectos sociais (categoria 2) e de organização da tarefa (categoria 3-4). As últimas três categorias (5-7) incluem atividades argumentativas.

Tabela 14 - Categorias de análise do quadro analítico *Rainbow*.

Categoria	Definição	Exemplo
1	Comentários que não se relacionam de modo algum com a tarefa prescrita pelo professor	“Como foi a festa ontem?”
2	Comentários que se relacionam a aspectos sociais	“Você está tendo um ótimo desempenho na atividade”
3	Comentários e interações que se relacionam à comunicação, como confirmação de presença, ou de entendimento das diretrizes fornecidas no ambiente virtual	“Olá!! Você está aí?”
4	Comentários e interações que se relacionam à organização da tarefa	“Agora é sua vez de escrever”
5	Comentários relacionados à opinião dos alunos	“Sou a favor do desenvolvimento de organismos geneticamente modificados (OGM)”
6	Todos os comentários que abarcam argumentos e contra-argumentos usados pelos alunos para apoiar ou refutar uma afirmação	“(…) porque com os OGM se faz possível implementar culturas agrícolas onde antes, devido a condições ambientais adversas, era impossível fazê-lo”
7	Todos os comentários que exploram e aprofundam os contra-argumentos	“A fome nos países subdesenvolvidos se deve não à falta de alimentos, mas à sua divisão não igualitária”

O *Rainbow* evidencia as atividades realizadas no ambiente virtual, de forma a permitir que se aponte em que medida os alunos se engajam nas atividades argumentativas. A análise complementar, focada nas suas três últimas categorias, denominada na literatura de Análise da Expansão e Aprofundamento do Debate, indica a extensão com que os mesmos exploraram o tópico em estudo, com base na construção que fizeram de argumentos e contra-argumentos. Nesta análise são levados em conta o número de tópicos e subtópicos mencionados no debate. Por exemplo, na discussão sobre organismos geneticamente modificados, quando o espaço do debate é expandido e aprofundado, os estudantes argumentam com base em pontos de vista de diferentes atores (agricultores, pesquisadores, cidadãos, ativistas do *Greenpeace* etc.) e em considerações sobre questões éticas, biológicas, políticas, econômicas etc.

Em W01, *Assessing dialogic argumentation in online environments to relate structure, grounds, and conceptual quality*, é apresentado o quadro analítico para codificação de argumentação científica dialógica de estudantes em fóruns de discussão assíncronos (ou quadro analítico de Clark e Sampson, 2008). Este é destinado à classificação de mensagens escritas em contextos de discussão colaborativa. A classificação se dá quanto aos seus movimentos discursivos e, em seguida, aquelas consideradas em algumas das categorias que

denotam conteúdo argumentativo são avaliadas quanto à qualidade estrutural dos fundamentos empregados e quanto à qualidade conceitual.

Os dois quadros analíticos mencionados anteriormente têm um propósito abrangente, que abarca a classificação de cada mensagem submetida em uma discussão colaborativa dialógica e se desdobra em outras possíveis análises quanto à estrutura e conceitos mobilizados nas mensagens. Essas características se diferem do próximo trabalho, vinculado apenas a análise de diagramas.

Em S01, *How do argumentation diagrams compare when student pairs use them as a means for debate or as a tool for representing debate?*, é apresentado o quadro analítico denominado *Argumentation Diagram Analysis Method* (ADAM). Os autores partem do princípio de que a qualidade dos diagramas de argumentação é resultante de características como a forma do diagrama, a quantidade de argumentos, a quantidade e natureza das opiniões expressas e a correção das relações argumentativas. As análises são usualmente relacionadas com a qualidade dos diagramas dos alunos produzidos antes, durante e após uma determinada intervenção didática.

Os poucos trabalhos vinculados a esse foco temático indicam quão escassos são os quadros destinados a ampliar as possibilidades analíticas da argumentação em ciências em ambientes virtuais de ensino-aprendizagem. Em comum todos eles contemplam especialmente as análises de discussões colaborativas. Além disso, tomam como ponto de partida categorias de uma classificação baseada nos componentes argumentativos do Modelo de Toulmin (2001). Mesmo outros artigos apresentados anteriormente, em outros focos temáticos, se inspiram nesse modelo para desenvolvimento do sistema, da sequência didática ou da própria análise. Isso demonstra o quanto o Modelo de Toulmin (2001) e suas derivações ainda são fortemente empregados na atualidade para descrição e análise de um argumento.

Outro

O trabalho E04 foi o único classificado nesse foco temático uma vez que traz em seu bojo a descrição de um sistema capaz de realizar a avaliação de argumentos gerados *on-line*. Nessa perspectiva, não tem semelhança com os sistemas computacionais descritos anteriormente, cuja proposta é de fornecer recursos para promover a argumentação e não de avaliá-la. O E04 tampouco se aproxima das abordagens discutidas nos focos anteriores.

2. OBJETIVOS

No capítulo *Introdução* desta tese diversos artigos foram discutidos no sentido de compor um arcabouço teórico de fundamentação da pesquisa aqui apresentada. De forma ampla, o entendimento depreendido das leituras é que a prática argumentativa pode auxiliar de diversas maneiras no desencadeamento de ações relevantes para a formação dos alunos, o que gera a necessidade do desenvolvimento de estratégias pedagógicas que estimulem a sua ocorrência. Sendo assim, o presente trabalho pretende reunir elementos que ampliem as possibilidades de investigação de questões que permeiam o desenvolvimento e a análise de atividades didáticas potencialmente favoráveis à construção de argumentos científicos, a partir de interações colaborativas entre alunos na resolução de problemas sociocientíficos apresentados no formato de estudos de caso e implementados em um ambiente virtual de ensino-aprendizagem.

Para tanto, foram buscados na literatura aspectos estruturais e conceituais que caracterizam a prática da argumentação mediada por computador no ensino de ciências. A partir dessa caracterização foi delineada a sequência de etapas e fases que constituem esta pesquisa, tendo em vista o alcance dos seguintes objetivos:

- Construir um sistema computacional no formato de um ambiente virtual de ensino-aprendizagem com características compatíveis com as especificidades da presente pesquisa e com as recomendações existentes na literatura com relação à promoção da argumentação em sistemas computacionais dessa natureza.
- Construir um desenho e percurso metodológico constituído de fases e etapas compatíveis com as especificidades da presente pesquisa e com as recomendações existentes na literatura com relação à promoção da argumentação em atividades didáticas dessa natureza.
- Construir um quadro analítico capaz de contemplar a organização, classificação e análise dos dados coletados, no sentido de obter respostas às questões de investigação da presente pesquisa e de forma alinhada com as recomendações existentes na literatura com relação a análises pautadas em quadros analíticos dessa natureza.

- Analisar a qualidade estrutural e conceitual da argumentação colaborativa com base no quadro analítico elaborado e articular os resultados com o que diz a literatura com relação a análises dessa natureza.
- Analisar o processo argumentativo colaborativo na perspectiva de apontar aspectos que se mostraram relevantes para a qualidade da argumentação.

Após cumprir os objetivos pontuados, espera-se poder responder às seguintes questões de investigação:

- O que se pode afirmar sobre a qualidade estrutural dos argumentos dos alunos?
- O que se pode afirmar sobre a diversidade e qualidade conceitual dos argumentos dos alunos?
- Quais os aspectos se mostram mais relevantes e influentes para a qualidade da argumentação?
- Em que medida as atividades didáticas realizadas no ambiente virtual de ensino-aprendizagem favorecem a prática da argumentação?

3. O EDUQUI.INFO

Este capítulo trata do eduqui.info, sistema desenvolvido para permitir que as atividades argumentativas que envolvem o processo de resolução dos estudos de caso pudessem ocorrer com apoio do computador em obediência aos referenciais CSCL. A abordagem do eduqui.info neste capítulo abrange alguns dos pressupostos teóricos da área de engenharia de *software* para o desenvolvimento de sistemas computacionais (seção 3.1) e a apresentação, de maneira resumida, de cada uma das etapas que compreenderam o processo de desenvolvimento do eduqui.info (seção 3.2).

Do ponto de vista da tecnologia CSCL, o desenvolvimento do eduqui.info partiu das contribuições já estabelecidas nessa área do conhecimento pelo sistema EVA (Espaço Virtual de Aprendizagem), ambiente virtual de ensino-aprendizagem assumido como plataforma de desenvolvimento para a construção do eduqui.info. O sistema EVA foi criado por pesquisadores da UENF e do IFF, dentre os quais se incluía o autor da presente pesquisa. Sob o aspecto educacional, o EVA foi projetado em torno do método de estudo de casos, porém majoritariamente estudos de caso de ensino (MERSETH, 1990; GRAVETT et al., 2017), visando atender a propósitos de ensino e pesquisa no ensino de ciências de nível médio e na formação de professores de ciências. Considerando relevantes os resultados obtidos com o EVA, mas tendo em vista a descontinuidade de seu desenvolvimento pelos criadores originais e o fato de possuir código livre e ter desde sua criação foco central no método de estudo de caso, se julgou plenamente justificável lançar mão desse sistema para a pesquisa sob a concepção do eduqui.info.

O início do desenvolvimento do EVA ocorreu em 2005 e sua primeira versão, versão alfa, entregue em 2006. Essa versão foi utilizada em sete turmas: quatro de ensino médio e três de licenciatura em física. Os dados resultantes dessas experiências foram apresentados integralmente na tese de doutorado de Reis (2008). Em 2007, nova versão do EVA, versão beta, foi lançada para atender aos objetivos de projeto de pesquisa intitulado *Educando Jovens e Adultos para a Ciência com Tecnologias de Informação e Comunicação, contemplado no edital PROEJA/CAPES-SETEC nº3 de 2006*. Essa nova versão já foi utilizada em treze turmas: cinco de licenciatura em física, três de licenciatura em ciências, dois de ensino médio, uma de PROEJA (Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a

Educação Básica na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos) e duas de especialização *lato sensu*. Os resultados das experiências com a versão beta deram origem a uma tese, duas dissertações e quatro monografias, além da dissertação do mestrado do autor da presente pesquisa (SOUZA, 2012). A referida dissertação é a única no grupo de pesquisa do EVA desenvolvida em turmas de química.

As duas versões do EVA totalizam aproximadamente trezentos envolvidos entre alunos e professores, cuja parcela é de cerca de vinte profissionais atuantes nos diversos níveis educacionais. A atividade com os estudos de caso no EVA, no entanto, se resume à produção individual dos alunos de uma solução para os mesmos no início do trabalho e outra no fim. No intervalo entre as duas ocorrem algumas discussões em sala de aula e redação de resenha individual de texto de divulgação científica relacionado ao tema do estudo de caso. As análises se limitam a avaliar, comparativamente, as respostas iniciais e finais de cada aluno à luz da análise de conteúdo (BARDIN, 2009) e não da argumentação. Devido à estrutura do sistema, a resolução colaborativa de um estudo de caso no EVA também nunca ocorreu. A última versão do EVA contou com poucas inovações posteriormente, o que gerou, portanto, a necessidade de uma série de melhorias em diversos aspectos do sistema, além do desenvolvimento de ferramentas que viabilizassem o trabalho idealizado para ser conduzido na presente pesquisa. Em razão do profundo conjunto de adaptações estruturais e conceituais que se pretendia incorporar ao EVA, foi decidido renomeá-lo para *eduqui.info*, cujo endereço eletrônico para acesso é www.gpeqsc.com.br/eduquiinfo.

3.1. Desenvolvimento de *software* educacional e o *eduqui.info*

Um *software*, mesmo que dedicado a fins educativos, é, essencialmente, um *software* e, portanto, deve ser submetido às abordagens de engenharia de *software* (SOMMERVILLE, 2007; PRESSMAN, 2007) quanto à sua produção e manutenção. Segundo Pressman (2007), “um sistema baseado em computador é definido como: um conjunto de disposições de elementos que é organizado para executar certo método, procedimentos ou controle ao processar informações” (p. 11). Em outras palavras, “um sistema é o conjunto intencional de componentes inter-relacionados que funcionam juntos para atingir certo objetivo” (SOMMERVILLE, 2007, p. 14).

A produção de um *software* requer a definição de métodos, ferramentas e procedimentos que organizem o conjunto de atividades e etapas necessárias para explicar diferentes abordagens da sua produção. A engenharia de *software* denomina este conjunto de atividades de “paradigma de engenharia de *software*” (PRESSMAN, 2007, p. 30) ou “modelo de processo de *software*” (SOMMERVILLE, 2007, p. 42).

Um paradigma que oriente o desenvolvimento de um *software* deve ser escolhido baseado na natureza do projeto a ser desenvolvido. Na literatura, alguns modelos aparecem com destaque devido à adoção que receberam ao longo das últimas décadas e cada um deles apresenta vantagens e desvantagens em decorrência da natureza do projeto no qual se pretende empregá-lo. Entre os mais utilizados estão (PRESSMAN, 2007; SOMMERVILLE, 2007): clássico ou cascata; prototipação ou evolucionário; incremental; espiral; e baseado em componentes. Em comum, todos os paradigmas sugerem as seguintes cinco etapas no processo de desenvolvimento: análise de requisitos, projeto do sistema, codificação, testes, e operação e manutenção. Eles diferem apenas na maneira como estas etapas ocorrem durante o desenvolvimento.

Para o desenvolvimento do eduqui.info, o cenário inicial da pesquisa consolidou a opção pelo paradigma de engenharia de *software* em cascata ou modelo clássico. Este modelo, considerado o mais simples, demanda uma abordagem sistematicamente sequencial para execução do projeto (PRESSMAN, 2007, p. 32), conforme apresentado na Figura 5.

Figura 5 - Ciclo de vida clássico ou em cascata.

Fonte: Sommerville, I. Engenharia de Software. 8. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007, p. 43.

O diagrama da Figura 5 indica que o desenvolvimento de um *software* sob o paradigma em cascata inicia com o levantamento dos requisitos que o sistema deve atender quando pronto, avança à etapa de projeto e segue para a codificação dos requisitos modelados durante a etapa de projeto. Finalizada a codificação do sistema, se progride aos testes necessários para a liberação do sistema à operação junto aos usuários, etapa final. A etapa final contempla também a busca por erros e possibilidades de melhorias decorrentes da operação, que podem ser formatados como novos requisitos para, então, se iniciar novo ciclo de desenvolvimento.

Nos últimos anos esse paradigma tem sido criticado sobre a sua aplicabilidade em todas as situações, principalmente na área de desenvolvimento *Web*. O principal problema da abordagem apresenta-se na compreensão global dos projetos, que raramente seguem um fluxo sequencial como o modelo sugere. Além disso, é difícil para o responsável pela demanda do *software* definir todos os requisitos explicitamente em uma única etapa, especialmente no começo. Por outro lado, este modelo é o mais indicado quando durante a elaboração de um projeto há amplo conhecimento dos requisitos que se espera atender no sistema. O desenvolvimento do eduqui.info se ancorou precisamente nesta segunda situação, já que seu desenvolvimento se posicionou em um contexto que apontava uma quantidade de requisitos bem definidos, contava com outro sistema educacional (sistema EVA) como plataforma de desenvolvimento para suportar a codificação, um apropriado cronograma de utilização do sistema em turmas da graduação em química e a experiência dos envolvidos em seu desenvolvimento com outro sistema educacional (sistema EVA) e com a metodologia de ensino empregada, o método de estudo de caso.

O modelo incremental, muitas vezes, se apresenta como uma alternativa ao modelo clássico, pois mesmo em situações em que os requisitos iniciais do *software* são razoavelmente bem definidos, o escopo global do esforço de desenvolvimento elimina um processo puramente linear (PRESSMAN, 2007). Por isso, segundo Sommerville (2007) o modelo incremental fornece a opção de iterações de sequências lineares de desenvolvimento. Em outras palavras, consitui ciclos de desenvolvimento em cascata. De fato, o eduqui.info foi desenvolvido em dois ciclos, porém no que concerne ao ciclo 2, foi especificamente de adaptações de requisitos e correções de falhas em virtude da utilização no ciclo 1, sem incremento de novos requisitos. Com isso, o desenvolvimento se difere do modelo incremental, uma vez que sua principal característica consiste em se indicar qual a prioridade dos requisitos e quantos incrementos serão necessários para o software ser desenvolvido em sua totalidade. Em seguida, os requisitos de maior prioridade são desenvolvidos primeiro e

entram em operação para atender as demandas mais urgentes. Posteriormente, os demais requisitos vão sendo incrementados fornecendo um novo subconjunto de funcionalidades ao sistema (SOMMERVILLE, 2007). No eduqui.info, desde a primeira versão o software precisava se apresentar em sua totalidade de ferramentas, fruto de uma sequência única de desenvolvimento. Daí o emprego do modelo em cascata.

Um breve detalhamento de cada uma das etapas apresentadas na Figura 5 é fornecido na seção 3.2, onde cada item é abordado de forma articulada e à luz do desenvolvimento do eduqui.info.

3.2. Desenvolvimento do eduqui.info

A primeira ação quando se pretende desenvolver um *software* de qualquer natureza é identificar suas demandas e atribuições. Estas são informações que devem surgir das pessoas que perceberam a possibilidade ou necessidades do emprego de um *software* para dinamizar e flexibilizar alguma atividade.

Nesse contexto, o eduqui.info pode ser definido como um sistema educacional que se originou da necessidade acadêmica de propiciar o emprego do método de estudo de caso em aulas de química no contexto virtual da Internet, ampliando os momentos de produção de argumentação científica para além dos muros escolares e universitários.

Depreende-se, portanto, que a principal atribuição que o eduqui.info precisava possuir era possibilitar a mediação professor-aluno de ações que encaminhem de maneira adequada o processo de ensino-aprendizagem que envolve a resolução argumentativa de estudos de caso na Internet. A pergunta que advém dessa atribuição é: qual a maneira mais adequada de organizar o sistema para atender tais necessidades educacionais? Essa pergunta ecoa nas questões desta pesquisa. No meio corporativo um *software* está constantemente submetido a melhorias. Na área educacional as demandas por adaptações não são menos volumosas. Dessa forma, é possível apenas descrever o delineamento inicial de funcionalidades para o eduqui.info, mas com a previsão de incrementos de seus recursos mediante as inserções do sistema em sala de aula nas apropriadas etapas da pesquisa. O delineamento inicial do eduqui.info está descrito a seguir.

Para viabilizar o uso do sistema em sala de aula é necessário que o acesso se dê por meio de senha pessoal e que o sistema atribua permissões distintas a alunos e professores. Ambos devem ser responsáveis pela manutenção das informações de seus perfis.

O aluno ao acessar o sistema com sua senha visualiza uma lista de todos os grupos a que pertence. Ao acessar um deles, são abertos todos os estudos de caso associados ao grupo pelo professor. Para solucionar o estudo de caso, o aluno precisa cumprir quatro etapas. Na primeira, após ler o estudo de caso, deve escrever e submeter uma resposta argumentativa com sua solução ao(s) problema(s) contido(s) no estudo de caso. Na segunda, deve construir um diagrama argumentativo a partir de sua solução contendo diversos elementos argumentativos, que podem ser adicionados, editados e excluídos dinamicamente. Antes de avançar à terceira etapa, o aluno é convidado a cumprir outras atividades.

Diversas atividades podem ser desenvolvidas no sistema entre as duas primeiras e as duas últimas etapas de resolução do caso. Porém, as mais importantes são as discussões colaborativas entre os alunos. De posse das respostas dos alunos, o professor os combina em duplas ou em trios, de maneira que as soluções mais opostas ao estudo de caso sejam confrontadas. As duplas ou os trios devem chegar colaborativamente a uma única resposta sobre qual a melhor solução para o caso. Em seguida, cada dupla ou trio deve produzir nova solução textual do caso, porém colaborativamente. As discussões podem ocorrer de maneira síncrona (os participantes estão ao mesmo tempo conectados) ou assíncrona (não necessita que todos estejam conectados ao mesmo tempo). Além das discussões síncronas e/ou assíncronas, o aluno pode ser convidado a resolver alguma tarefa extra prescrita pelo professor e que se relaciona com o caso. Encerrada a etapa de discussão, os alunos devem produzir nova solução textual e novo diagrama em resposta ao estudo de caso.

Ao longo de todo o processo, o aluno deve alimentar um repositório de arquivos com todas as informações (textos, vídeos, ilustrações, *links* etc.) pesquisadas por ele para auxiliar nas respostas ao caso. O aluno também deve preencher continuamente um diário com avaliações a respeito de todo o processo vivenciado por ele no eduqui.info. Por fim, o aluno pode trocar mensagens particulares com professores e outros alunos via sistema.

O professor centraliza todas as funções gerenciais. Cabe a ele produzir, cadastrar e disponibilizar os estudos de caso, acompanhar e confirmar o recebimento dos textos e diagramas dos alunos e formar as duplas e os trios para as discussões colaborativas, o que implica na criação das discussões e na atribuição de permissão de acesso aos alunos.

Além dessas funções centrais, na proposta o professor também é responsável por acompanhar os materiais adicionados pelos alunos no sistema e, eventualmente, também pode

adicionar algum para auxiliar os alunos. O professor também é responsável por manter o mural de aviso e o cronograma do grupo.

Para fins de aprofundamento da avaliação do professor e para a pesquisa, o professor também tem acesso a relatórios do material textual produzido pelos estudantes no diário, nas discussões colaborativas e nas respostas ao caso. Também tem acesso a diversas estatísticas, como número de acessos de cada aluno a cada tela do sistema, frequência de acessos ao sistema de cada aluno por hora do dia, dia da semana, mês e informações quanto à configuração dos computadores utilizados pelos alunos para o acesso.

Ainda há a necessidade de uma área administrativa e de administradores que tenham o nível de acesso equivalente ao do professor e possam ser responsáveis pela criação dos grupos de estudo e alterações de permissões para configurações diferentes das consideradas padrão.

Esse é o cenário inicial delineado para começar o planejamento do eduqui.info. As seções seguintes deste capítulo se dedicam ao aprofundamento de todas as etapas de desenvolvimento correspondente ao estabelecido no modelo de processo de *software* em cascata. Ou seja, as etapas de levantamento de requisitos, projeto, codificação e teste. Já a etapa de operação e manutenção requer a utilização do sistema pelos usuários alvo (alunos e professor) durante a aplicação dos estudos de caso nos dois ciclos da pesquisa, o que será exclusivamente tema dos próximos capítulos, especialmente o capítulo *Desenho e Percorso Metodológico*.

3.2.1. Análise de requisitos

A análise de requisito é uma etapa fundamental, pois consiste no levantamento das funções que o sistema deve desempenhar durante seu funcionamento. Representa um aprofundamento das informações iniciais, mencionadas anteriormente. Dentre os tipos de requisitos apontados por Sommerville (2007, p. 80), esta seção se dedica a explorar os do tipo funcional e não funcional.

Os requisitos funcionais expressam funções ou serviços que um *software* deve ou pode ser capaz de executar ou fornecer. As funções ou serviços são, em geral, processos que utilizam entradas para produzir saídas. Os requisitos não funcionais são requisitos que declaram restrições, ou atributos de qualidade para um *software* e/ou para o processo de desenvolvimento deste sistema. (CYSNEIROS, 2001).

A análise dos requisitos é “o processo de comunicação entre os clientes e usuários do *software* com os desenvolvedores de *software*” (SOMMERVILLE, 2007, p. 77). Na análise de requisitos do sistema eduqui.info o papel do cliente foi representado pela professora orientadora da pesquisa e pelo aluno de doutorado, que também é desenvolvedor do sistema. Durante diversas reuniões foram levantados os requisitos funcionais e não-funcionais necessários para implementação e funcionamento do eduqui.info, conforme apresentado nas duas subseções seguintes.

3.2.1.1. Requisitos funcionais

Para viabilizar a promoção de argumentação colaborativa uma série de requisitos funcionais foi estabelecida, no entanto, o principal requisito funcional do eduqui.info é: o sistema deve fornecer telas e recursos suficientes e apropriados para que a resolução argumentativa dos estudos de caso seja concretizada de forma individual e colaborativa.

A partir dessa definição mais ampla, foram definidas as ferramentas necessárias para o eduqui.info e, para cada uma delas, seus requisitos funcionais. Tais requisitos são apresentados na sequência em um contexto em que há três tipos de usuários, definidos no âmbito da engenharia de *software* como atores: Administrador, Professor e Aluno. Os requisitos apresentados se limitam a atribuir a função que o ator pode executar, sem apontar as limitações de cada ação, como por exemplo, as ações com estudos de caso, que se restringem aos estudos de caso que ele possui permissão de acesso. Essas restrições são incluídas em diagramas apropriados e específicos para modelagem do sistema em etapas posteriores do desenvolvimento do sistema. É preciso destacar que alguns dos requisitos foram mantidos do sistema EVA e outros adaptados, da mesma maneira que alguns foram eliminados, enquanto ferramentas inteiras foram previstas especificamente para o contexto do eduqui.info, como por exemplo, as ferramentas *Kit* Caso, ArgPEC e Diário do Caso.

ArgPEC

A ferramenta ArgPEC (sigla para Argumentação sobre Problemas no formato de Estudos de Caso) consiste na ferramenta de escrita e representação do conhecimento. Nela, são mediadas todas as etapas de resolução dos estudos de caso, que envolve todo o

planejamento do professor e a produção argumentativa individual dos estudantes, tanto no formato de soluções textuais quanto no formato de diagramas de argumentação. Os requisitos definidos como necessários para essa ferramenta estão apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 - Requisitos funcionais projetados para a ferramenta ArgPEC.

Ator	Requisito Funcional
Professor e Aluno	<ul style="list-style-type: none"> • Deve ser capaz de acessar grupos de estudo. • Deve ser capaz de acessar os textos dos estudos de caso. • Deve ser capaz de acessar as orientações para resolução de cada etapa do estudo de caso. • Deve ser capaz de consultar todos os alunos e professores pertencentes ao grupo.
Administrador	<ul style="list-style-type: none"> • Deve ser capaz de criar grupos de estudo. • Deve ser capaz de fechar grupos de estudo. • Deve ser capaz de alterar permissões de acesso aos grupos de estudo. • Deve ser capaz de incluir alunos e professor aos grupos de estudo.
Professor	<ul style="list-style-type: none"> • Deve ser capaz de corrigir as soluções às etapas de resolução do(s) estudo(s) de caso enviadas pelos alunos, atribuindo-lhes uma resposta e a aprovação ou requisição de mudanças.
Aluno	<ul style="list-style-type: none"> • Deve ser capaz de em duas etapas de resolução do estudo de caso produzir um texto argumentativo de sua solução para o caso. • Deve ser capaz de em duas etapas de resolução do estudo de caso produzir dinamicamente um diagrama argumentativo de sua solução para o caso. • Deve ser capaz de consultar a avaliação efetuada pelo professor de sua resposta.

Fórum

O Fórum é a ferramenta que suporta e organiza as discussões colaborativas assíncronas entre grupos de estudantes, viabilizando a argumentação colaborativa dialógica e a argumentação escrita dialógica. Os requisitos dessa ferramenta estão relacionados no Quadro 2.

Quadro 2 - Requisitos funcionais projetados para a ferramenta Fórum.

Ator	Requisito Funcional
Professor e Aluno	<ul style="list-style-type: none"> • Deve ser capaz de acessar o fórum correspondente a cada estudo de caso. • Deve ser capaz de acessar a discussão colaborativa na qual ele foi incluído. • Deve ser capaz de escrever mensagens na discussão.
Professor	<ul style="list-style-type: none"> • Deve ser capaz de acessar as discussões criadas em cada fórum. • Deve ser capaz de criar discussões no fórum correspondente a cada estudo de caso. • Deve ser capaz de editar e excluir mensagens submetidas nas discussões. • Deve ser capaz de anexar arquivos às mensagens. • Deve ser capaz de escrever mensagens nas discussões.

Chat

O *Chat* é a ferramenta que suporta e organiza as discussões colaborativas síncronas entre grupos de estudantes. É uma ferramenta similar ao Fórum, possibilitando também a argumentação colaborativa dialógica e a argumentação escrita dialógica, mas com a diferença operacional de o *Chat* permitir a ocorrência de discussões síncronas e o Fórum de discussões assíncronas. Para a ferramenta os requisitos definidos são apresentados no Quadro 3.

Quadro 3 - Requisitos funcionais projetados para ferramenta *Chat*.

Ator	Requisito Funcional
Professor	<ul style="list-style-type: none"> • Deve ser capaz de acessar a sala de <i>chat</i> correspondente a cada estudo de caso. • Deve ser capaz de escrever mensagens na discussão. • Deve ser capaz de criar discussões na sala de <i>chat</i> correspondente a cada estudo de caso. • Deve ser capaz de acessar as discussões criadas em cada sala de <i>chat</i>. • Deve ser capaz de excluir mensagens submetidas nas discussões.
Aluno	<ul style="list-style-type: none"> • Deve ser capaz de acessar a sala de <i>chat</i> correspondente a cada estudo de caso. • Deve ser capaz de escrever mensagens na discussão. • Deve ser capaz de acessar unicamente a discussão colaborativa na qual ele foi incluído.

Kit Caso

O *Kit Caso* tem como propósito armazenar, organizar e disponibilizar todo material (teses, artigos, textos em geral, roteiros de experimentos, elementos multimídia, *links* da Internet, gráficos, simulações, entre outros) reunido por alunos e professor para auxiliar no processo de resolução do caso. Dessa forma, os requisitos presentes nessa ferramenta são apresentados no Quadro 4.

Quadro 4 - Requisitos projetados para a ferramenta *Kit Caso*.

Ator	Requisito Funcional
Professor e Aluno	<ul style="list-style-type: none"> • Deve ser capaz de acessar o <i>kit</i> de arquivos e <i>links</i> de cada estudo de caso. • Deve ser capaz de acessar o <i>kit</i> de arquivos e <i>links</i> adicionados pelo professor no <i>kit</i> de cada caso.
Professor	<ul style="list-style-type: none"> • Deve ser capaz de acessar o <i>kit</i> de arquivos e <i>links</i> adicionados por todos os estudantes.
Aluno	<ul style="list-style-type: none"> • Deve ser capaz de acessar o <i>kit</i> de arquivos e <i>links</i> adicionados por ele mesmo no <i>kit</i> de arquivos e <i>links</i>. • Deve ser capaz de acessar o <i>kit</i> de arquivos e <i>links</i> adicionados pelos demais membros da dupla ou trio à qual pertence na discussão colaborativa do Fórum. • Deve ser capaz de adicionar arquivos e <i>links</i> em seu próprio <i>kit</i> de arquivos e <i>links</i>. • Deve ser capaz de editar e excluir arquivos e <i>links</i> de seu próprio <i>kit</i> de arquivos e <i>links</i>.

Diário do Caso

A ferramenta consiste em disponibilizar para cada aluno um diário, que deve ser mantido com informações próprias, classificadas pelos assuntos pré-definidos na ferramenta. Esses abordam aspectos do eduqui.info e do processo de resolução do caso. Os requisitos considerados necessários na ferramenta estão apresentados no Quadro 5.

Quadro 5 - Requisitos projetados para a ferramenta Diário do Caso.

Ator	Requisito Funcional
Professor	<ul style="list-style-type: none"> • Deve ser capaz de acessar o diário de cada aluno.
Aluno	<ul style="list-style-type: none"> • Deve ser capaz de acessar seu próprio diário para cada estudo de caso. • Deve ser capaz de acessar cada assunto de seu diário. • Deve ser capaz de incluir novas informações no diário.

Avisos

Ferramenta em que o professor publica mensagens que alertam os estudantes sobre prazos de tarefas, de respostas aos estudos de caso ou qualquer outra informação. Apenas dois requisitos foram projetados para a ferramenta, conforme apresentado no Quadro 6.

Quadro 6 - Requisitos funcionais projetados para a ferramenta Avisos.

Ator	Requisito Funcional
Professor e Aluno	<ul style="list-style-type: none"> • Deve ser capaz de acessar lista de avisos do grupo. • Deve ser capaz de acessar informações dos avisos.

Tarefas

Ferramenta a partir da qual os alunos têm acesso aos roteiros de atividades e tarefas solicitadas pelo professor no contexto do estudo de caso trabalhado. Apenas dois requisitos foram projetados para a ferramenta, conforme apresentado no Quadro 7.

Quadro 7 - Requisitos funcionais projetados para a ferramenta Tarefas.

Ator	Requisito Funcional
Professor e Aluno	<ul style="list-style-type: none"> • Deve ser capaz de acessar lista de tarefas do grupo. • Deve ser capaz de acessar roteiro das tarefas.

Cronograma

A ferramenta Cronograma surgiu da necessidade de permitir que o professor oriente o grupo durante o trabalho sobre datas e prazos para realização das tarefas e das aulas. Para a ferramenta foram projetados dois requisitos, conforme apresentado no Quadro 8.

Quadro 8 - Requisitos funcionais projetados para a ferramenta Cronograma.

Ator	Requisito Funcional
Professor e Aluno	<ul style="list-style-type: none"> • Deve ser capaz de acessar calendário de eventos do grupo. • Deve ser capaz de acessar informações dos eventos.

Gerência do professor

A ferramenta Gerência do Professor tem o propósito de centralizar a maior parte dos requisitos exclusivos do professor. Adotando esta prática, a navegação entre as telas das demais ferramentas do eduqui.info pelo aluno e pelo professor tendem a se tornar semelhantes, o que pode levar a um entendimento mais rápido do sistema pelo professor e facilitar a apresentação do sistema por ele aos alunos. Além disso, tende a facilitar as rotinas de gerenciamento do conteúdo produzido pelos alunos, uma vez que elas não são alocadas de forma difusa pelo sistema. Essa ferramenta é constituída de cinco seções: Gerência de Conteúdo; Biblioteca de Casos; Relatórios; Estatísticas; e Gerência de Alunos.

A seção Gerência de Conteúdo é responsável por permitir ao professor a inclusão, edição e exclusão de todas as informações das demais ferramentas. Por essa razão não aparecem requisitos para o professor relacionados a adicionar avisos, estudos de caso e tarefas, por exemplo, nos quadros de requisitos das ferramentas já apresentadas, uma vez que estão concentrados nessa seção da ferramenta Gerência do Professor. O total de requisitos definidos para essa seção é apresentado no Quadro 9.

Quadro 9 - Requisitos funcionais projetados para a seção Gerência de Conteúdo da ferramenta Gerência do Professor.

Ator	Requisito Funcional
Professor	<ul style="list-style-type: none"> • Deve ser capaz de associar estudo de caso da Biblioteca de Casos ao grupo. • Deve ser capaz de adicionar arquivos e <i>links</i> no <i>kit</i> de arquivos e <i>links</i> do professor. • Deve ser capaz de editar e excluir arquivos e <i>links</i> do <i>kit</i> de arquivos e links do professor. • Deve ser capaz de adicionar aviso na ferramenta Aviso. • Deve ser capaz de editar e excluir aviso. • Deve ser capaz de adicionar atividade na ferramenta Atividades. • Deve ser capaz de editar e excluir atividade. • Deve ser capaz de associar assuntos pré-existentes ao Diário do Caso. • Deve ser capaz de criar novos assuntos no Diário do Caso. • Deve ser capaz de desassociar ou excluir assuntos do Diário do Caso. • Deve ser capaz de adicionar eventos no cronograma. • Deve ser capaz de excluir eventos do cronograma. • Deve ser capaz de editar e excluir arquivos e <i>links</i> do <i>kit</i> de arquivos e <i>links</i> dos alunos.

A ferramenta Gerência do Professor possui a seção Biblioteca de Casos, que armazena todos os estudos de casos para que possam ser reutilizados em vários grupos. Assim, toda vez que um estudo de caso for utilizado, basta ser associado ao novo grupo. Sua concepção é de um repositório de caso. Na seção há dois únicos requisitos: *O professor deve ser capaz de adicionar estudo de caso à Biblioteca de Casos* e *O professor deve ser capaz de editar e excluir estudo de caso da Biblioteca de Casos*.

Outra seção da ferramenta Gerência do Professor é denominada Relatórios. Nela, o professor pode extrair relatórios das discussões ocorridas no Fórum e *Chat* e das soluções dos estudantes aos estudos de caso. Além disso, é possível também obter relatórios das informações depositadas pelos estudantes no Diário do Caso. O total de requisitos definidos para essa seção é apresentado no Quadro 10.

Quadro 10 - Requisitos funcionais projetados para a seção Relatórios da ferramenta Gerência do Professor.

Ator	Requisito Funcional
Professor	<ul style="list-style-type: none"> • Deve ser capaz de obter, salvar e imprimir relatório das discussões colaborativas do Fórum. • Deve ser capaz de obter, salvar e imprimir relatório das respostas dos estudantes às etapas de resolução dos estudos de caso. • Deve ser capaz de obter, salvar e imprimir relatório das discussões colaborativas do <i>Chat</i>. • Deve ser capaz de salvar e imprimir relatório das informações depositadas pelos estudantes no Diário do Caso.

A seção Estatísticas da ferramenta Gerência do Professor é aquela a partir da qual é possível obter diversos dados de acesso dos estudantes e de configuração dos computadores utilizados nos acessos. O total de requisitos definidos para essa seção é apresentado no Quadro 11.

Quadro 11 - Requisitos funcionais projetados para a seção Estatísticas da ferramenta Gerência do Professor.

Ator	Requisito Funcional
Professor	<ul style="list-style-type: none"> • Deve ser capaz de obter resumo das estatísticas de acesso de cada aluno. • Deve ser capaz de obter percentuais de acesso de cada aluno por hora, dia, dia da semana e mês. • Deve ser capaz de obter percentuais sobre o sistema (navegador, sistema operacional, resolução, cores e provedor) utilizado pelo aluno para acessar o sistema. • Deve ser capaz de obter percentuais de acesso de cada aluno a cada tela do sistema.

A última seção da ferramenta Gerência do Professor é a seção Gerência de Alunos. Nela, o professor tem a possibilidade de controlar a inclusão e exclusão de alunos no grupo de estudo e a organização das duplas e dos trios de estudantes para as discussões colaborativas no Fórum e no *Chat*. O total de requisitos definidos para essa seção é apresentado no Quadro 12.

Quadro 12 - Requisitos funcionais projetados para a seção Gerência de Alunos da ferramenta Gerência do Professor.

Ator	Requisito Funcional
Professor	<ul style="list-style-type: none"> • Deve ser capaz de organizar os alunos em duplas ou em trios para acessarem as discussões colaborativas do Fórum. • Deve ser capaz de organizar os alunos em duplas ou em trios para acessarem as discussões colaborativas do <i>Chat</i>. • Deve ser capaz de aplicar permissões para que os alunos acessem o <i>kit</i> de arquivos e <i>links</i> dos demais membros da dupla ou do trio à qual o aluno pertence nas discussões colaborativas. • Deve ser capaz de incluir aluno cadastrado no eduqui.info ao grupo de estudo. • Deve ser capaz de excluir aluno do grupo de estudo.

Funcionalidades Gerais

Além das ferramentas específicas, o sistema possui funcionalidades de caráter geral, que não se relacionam com qualquer ferramenta, por exemplo, a manutenção do perfil do

aluno e do professor e troca de mensagens internas. As funcionalidades gerais do eduqui.info estão representadas pelos requisitos do Quadro 13.

Quadro 13 - Requisitos funcionais projetados para as funcionalidades gerais do eduqui.info.

Ator	Requisito Funcional
Professor e Aluno	<ul style="list-style-type: none"> • Deve ser capaz de efetuar <i>login</i> no sistema com nome de usuário e senha pessoal. • Deve ser capaz de visualizar informações de seu perfil. • Deve ser capaz de editar informações do perfil. • Deve ser capaz de incluir foto no perfil. • Deve ser capaz de comunicar-se com aluno e professor por meio de mensagens privadas mediadas pelo sistema. • Deve ser capaz de acessar a caixa de entrada com as mensagens particulares recebidas. • Deve ser capaz de visualizar todos os aluno e professor que estão <i>on-line</i> no momento de seu acesso. • Deve ser capaz de alterar os padrões de cores da interface do sistema.

3.2.1.2. Requisitos não funcionais

Os requisitos funcionais exprimem as funções que se espera atendidas no eduqui.info e o comportamento que deve apresentar ao fim de seu desenvolvimento. Todavia, é necessário especificar os requisitos não funcionais, pois não estão apenas relacionados com o sistema a ser desenvolvido, são afeitos também às necessidades do usuário, às restrições de orçamentos e prazos, às políticas organizacionais, aos regulamentos de segurança etc. A Figura 6 representa os tipos de requisitos não funcionais mais comuns.

Figura 6 - Tipos de requisitos não funcionais.

Fonte: Sommerville, I. Engenharia de Software. 8. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007, p. 43.

Alguns dos tipos de requisitos não funcionais foram considerados fundamentais no projeto do eduqui.info:

Facilidade de uso: O sistema deve possuir satisfatória facilidade de uso para que ele não se contraponha ao processo de aprendizagem do aluno, impondo barreiras tecnológicas.

Privacidade: O sistema deve manter seguros os usuários que o utilizam, quanto à preservação dos dados cadastrais e dos textos produzidos nas diferentes ferramentas do sistema.

Confiabilidade: O sistema deve transmitir confiança aos estudantes e professores quanto à estabilidade, disponibilidade de acesso e inalterabilidade do material textual produzido, como por exemplo, as respostas das etapas de resolução dos estudos de caso e as respectivas avaliações do professor.

Portabilidade: O sistema deve permitir ser portátil a qualquer sistema operacional servidor sem falhas.

Entrega: um dos requisitos mais importantes, o requisito não funcional de entrega estabelece os prazos para a entrega do sistema. Baseado no cronograma inicial apresentado no projeto de doutorado, o sistema deveria ser entregue, com seus requisitos funcionais necessários ao funcionamento do sistema implementados e testados, decorridos doze meses do início da pesquisa para a primeira utilização em sala de aula, o que corresponde a etapa de execução do ciclo 1.

Implementação: O sistema deveria ser implementado utilizando tecnologias de código livre e de conhecimento dos desenvolvedores ou de rápida aprendizagem, além de possibilitar sua hospedagem nos servidores da instituição, caso necessário. Nesse sentido a linguagem de programação adotada foi o PHP⁹ na sua abordagem orientada a objetos e o banco de dados MySQL¹⁰. O PHP é uma linguagem de relativa facilidade de aprendizagem, é livre, permite desenvolvimento orientado a objetos e grande parte das Instituições Superiores de Ensino possui servidores dedicados à execução de aplicações escritas nessa linguagem. Já a opção pelo banco de dados MySQL ocorreu em virtude de ele ser um dos bancos de dados mais utilizados para sistemas com aplicação na Internet, ser estável e de livre utilização.

3.2.2. Projeto do sistema

Os requisitos do sistema são sentenças que traduzem as necessidades das pessoas que demandam do *software* e que condicionam a qualidade que o *software* deve possuir. No entanto, para avançar às etapas seguintes é necessário romper com a exclusividade de uso da linguagem natural a partir dessa etapa de desenvolvimento. O projeto é a primeira etapa da fase de desenvolvimento de qualquer produto ou sistema de *software*. Segundo Pressman (2007, p. 416), “o projeto de *software* encontra-se no núcleo técnico do processo de engenharia de *software*, iniciando-se tão logo os requisitos de *software* tenham sido analisados e especificados”. Para Sommerville (2007),

Os requisitos de usuário devem ser escritos em linguagem natural. Pois eles devem ser compreendidos por pessoas que não são especialistas técnicos. Contudo, os requisitos mais detalhados do sistema podem ser expressos de maneira mais técnica. Uma técnica amplamente usada é documentar a especificação do sistema como um conjunto de modelos. Esses modelos são representações gráficas que descrevem, de forma geral, o sistema a ser desenvolvido. Devido às representações gráficas usadas, os modelos geralmente são mais compreensíveis do que descrições detalhadas de sistema em linguagem natural (p. 112).

⁹ PHP (Hypertext Preprocessor) é uma linguagem de script *open source* de uso geral, muito utilizada e especialmente guarnecida para o desenvolvimento de aplicações dinâmicas Web embutidas no HTML (www.php.net).

¹⁰ O MySQL tornou-se o *software open source* de banco de dados mais popular do mundo, devido à sua consistência, rapidez, performance, alta confiabilidade e fácil uso. Além disso, é utilizado em todos os continentes por desenvolvedores individuais e por grandes organizações (www.mysql.org).

Os modelos devem proporcionar “melhor compreensão da entidade real a ser construída” (PRESSMAN, 2007, p. 248). Nesse contexto surgem os conceitos de objetos e modelagem de objetos definidos por Silva (2006): “objetos são entidades executáveis, instâncias de classes que definem seus atributos e serviços. Modelos de objetos são utilizados quando se pretende adotar o paradigma de orientação a objetos nas atividades de projeto e codificação” (p. 95).

Desde a década de 1990 vários métodos de representar modelos orientados a objetos foram propostos. Três dos desenvolvedores (Booch, Rumbaugh e Jacobson) integraram suas abordagens sobre este tema e produziram um único método conhecido como linguagem de modelagem unificada (UML – *Unified Modeling Language*). A UML se tornou padrão para a modelagem orientada a objeto, como a utilizada no eduqui.info (BOOCH; RUMBAUGH; JACOBSON, 2006).

Segundo Pressman (2007, p. 418), a modelagem de um sistema a partir dos requisitos funcionais e não funcionais é um processo de múltiplos passos que se concentra em quatro atributos distintos do sistema: i) Projeto Arquitetural, ii) Projeto Procedimental, iii) Projeto de Dados e iv) Projeto de Interfaces. Na sequência é apresentado um resumo de cada um desses quatro componentes do projeto.

3.2.2.1. Projeto arquitetural

Até esta etapa inicial do projeto a questão do *hardware* ainda não foi tratada, já que na fase de levantamento de requisitos pressupõe-se tecnologia perfeita. Este é o momento para resolver como o modelo ideal será executado em uma plataforma restrita, portanto consiste na fase de definir os grandes componentes estruturais do *software* e seus relacionamentos. A partir dos requisitos funcionais e não funcionais definidos anteriormente, segundo Xavier e Portilho (1995) e Sommerville (2007, p. 163), são determinadas as seguintes estruturas:

- Os componentes de *hardware* para as máquinas clientes;
- Os componentes de *hardware* para as máquinas servidoras;
- A localização ou localizações dos processos;
- A localização ou localizações dos dados físicos;
- A distribuição geográfica dos requisitos;
- As estratégias de sincronização para dados distribuídos geograficamente;

- A configuração e o número de camadas cliente-servidor.

3.2.2.2. *Projeto procedimental*

O projeto procedimental tem o objetivo de refinar e detalhar a descrição procedimental dos componentes estruturais da arquitetura, ou seja, visa elucidar a questão da modularidade. Nesta etapa o projeto não é feito para cada requisito funcional separadamente, mas sim para os agrupamentos em módulos, componentes maiores, contendo funcionalidades correlatas.

Pressman (2007) define que “um projeto modular reduz a complexidade, facilita a mudança (um aspecto crítico da capacidade de manutenção do *software*) e resulta numa implementação mais fácil ao estimular o desenvolvimento paralelo de diversas partes de um sistema” (p. 438).

Após a decisão de modular o sistema é necessário formar os módulos (no contexto do eduqui.info são denominados de ferramentas) a partir do agrupamento de requisitos que se comunicam de forma lógica entre si e que não necessitam de requisitos de outras ferramentas, com exceção daquelas já previstas.

Durante a apresentação dos requisitos funcionais, para melhor elucidar a organização das necessidades do sistema, foram apresentados os requisitos já reunidos em cada uma das ferramentas definidas. Portanto, conforme já apresentado, após o levantamento de todos os requisitos que o eduqui.info deveria possuir, estes foram reunidos em 10 distintas ferramentas. Uma dessas é a Gerência do Professor, que tem seu projeto procedimental, em um diagrama de casos de uso da UML, exibido a título de exemplo na Figura 7.

A ferramenta Gerência do Professor é dividida nas seções Gerência de Conteúdo, Biblioteca de Casos, Gerência de Alunos, Estatísticas e Relatórios. Essas cinco seções centralizam todas as ações de obtenção de relatórios e estatísticas para avaliação da condução das aulas e da pesquisa, além das ações relacionadas ao gerenciamento da participação dos alunos e de conteúdo, inclusive o de outras ferramentas, como por exemplo, *gerenciar avisos*. Dessa forma, o trabalho do professor é organizado reunindo as funções editar e excluir de todo material produzido pelos alunos no eduqui.info em uma mesma ferramenta.

Figura 7 - Diagrama de casos de uso da ferramenta Gerência do Professor.

Os relacionamentos nos diagramas de caso de uso podem ocorrer entre ator e caso de uso, entre atores e entre casos de uso. Entre ator e caso de uso é uma associação simples, como empregada na Figura 7, que indica que o ator tem permissão de executar aquela função no sistema. Os relacionamentos entre atores são denominados generalizações e indicam que um ator tem permissão de executar todas as funções de outro ator (que está na ponta da seta usada para estabelecer o relacionamento entre os atores). Por vezes esta representação é chamada herança, por um ator herdar os privilégios do outro. Os relacionamentos entre casos de uso podem ser do tipo *extend* ou *include*. Um relacionamento *extend* de um caso de uso B para um caso de uso A indica que o caso de uso B possui eventos adicionais ao caso de uso A, que podem ou não ser executados pelo usuário enquanto executa o caso de uso A. Já o relacionamento *include* de um caso de uso B para um caso de uso A indica que o caso de uso A deve ser obrigatoriamente executado junto com a execução de B, sendo fundamental para seu funcionamento.

3.2.2.3. Projeto de dados

O projeto de dados diz respeito à abordagem de um dos aspectos fundamentais em um *software*, o armazenamento dos dados e informações geradas pelos usuários e pelo próprio sistema. Durante esta fase do projeto se estabelece de que forma serão armazenados os dados (XAVIER; PORTILHO, 1995). Para isso, três diferentes projetos de dados foram elaborados: projeto conceitual, projeto lógico e projeto físico. No âmbito desta tese é enfatizado apenas o projeto conceitual, pois ele é precursor dos outros dois. Além disso, a passagem do projeto conceitual para o lógico (e, posteriormente, o físico) tende a ser cada vez mais automática com os novos sistemas de gerenciamento de banco de dados.

3.2.2.4. Projeto de interface

Como uma das etapas do projeto, o projeto da interface de um *software*, especialmente os voltados para a Internet como o eduqui.info, requer forte atenção, pois é parte essencial do sistema, é por meio da interface que o usuário manipula informações e dados no sistema.

Na definição da interface do eduqui.info se buscou combinar as habilidades, experiências e expectativas dos usuários previstos, o que impacta sobre o princípio da familiaridade do usuário, que sugere que eles não devem ser forçados a se adaptar a uma interface porque a sua implementação é conveniente. Esta é uma das orientações adotadas durante o projeto da interface. Nesta etapa foi produzido o logo do eduqui.info para exibição no topo das telas, exibido na Figura 8.

Figura 8 - Logo do eduqui.info.

Foram ainda desenvolvidos quatro padrões de cores para a interface sendo que por padrão a cor predominante é azul. Os alunos têm a opção de modificar a interface da cor padrão para outras em que predomina a cor rosa, vermelha e verde. A Figura 9 apresenta a tela inicial de um grupo de estudo nas quatro variações de cores disponíveis com destaque para a tela na cor padrão.

Figura 9 - Tela inicial de um grupo exibida nos quatro diferentes padrões de cores do eduqui.info.

A modificação na Figura 9 diz respeito apenas às variações de cores. Conteúdo textual, figuras e posição dos menus e textos permanecem inalterados durante as mudanças.

3.2.3. Codificação

O processo de codificação do sistema trata das técnicas de desenvolvimento empregadas, a partir dos projetos, para a escrita dos códigos necessários ao funcionamento do sistema. É necessário estabelecer aqui as diferenças entre as três etapas do desenvolvimento já

abordadas: o levantamento de requisitos, o projeto e a codificação. Enquanto na primeira é investigado junto aos responsáveis pelo *software* quais funções devem existir no mesmo (requisitos funcionais), a segunda estabelece como se dará a implementação dos requisitos (diagrama da UML) e a terceira representa a implementação do projeto (codificação).

No contexto do desenvolvimento do eduqui.info, se partiu das contribuições já estabelecidas nessa área do conhecimento pelo sistema EVA, sendo mantido seus códigos como plataforma inicial para o desenvolvimento do eduqui.info. Como já destacado anteriormente, na seção de requisitos funcionais, algumas ferramentas e funções do EVA foram mantidas, modificadas ou eliminadas, assim como outras foram criadas integralmente para atender as especificidades da aplicação do eduqui.info. Nos requisitos ditos como mantidos do EVA não significa que a codificação também foi mantida. Por exemplo, o requisito *O aluno deve ser capaz de acessar as discussões criadas em cada fórum* foi mantido do EVA, entretanto a maneira como este requisito está implementado foi totalmente alterada. Nesse sentido, como também já antecipado, as ferramentas ArgPEC, Diário do Caso e Kit Caso foram desenvolvidas em sua integralidade no âmbito da presente tese; a ferramenta Gerência do Professor foi modificada em quase sua totalidade, sendo a implementação de alguns requisitos reusadas do EVA; e as demais ferramentas (*Chat*, Fórum, Avisos, Atividades e Cronograma) necessitaram de modificações pontuais, especialmente quanto à restrição de permissões de acesso, assumindo o reuso de quase a totalidade daquilo que havia sido desenvolvido para o EVA.

No total, 78 requisitos funcionais estão contidos nas dez ferramentas projetadas. Na sequência são apresentados os dezesseis requisitos funcionais mais utilizados durante a pesquisa e mais significativos no processo de resolução dos estudos de caso. A apresentação é acompanhada da função do requisito na ferramenta e no eduqui.info e de uma ou mais de suas telas.

Acessar grupos de estudo (na ferramenta ArgPEC)

Esse item representa o requisito de acesso à tela inicial de um grupo, a partir da qual o acesso aos estudos de caso e demais ferramentas se dá. Após acessar a tela inicial do sistema, apresentada na Figura 10, por meio de senha, aluno e professor têm acesso ao menu Meus Grupos. Nele, são listados todos os grupos aos quais o usuário tem acesso.

Figura 10 - Tela inicial do eduqui.info.

No exemplo da Figura 10 há apenas um grupo criado, o *Grupo Teste*, criado para testes e demonstração de funcionamento na presente tese. Basta a um professor associado ao grupo clicar sobre o nome do grupo para ter acesso às ferramentas e funções do sistema vinculadas ao grupo de estudo, exibidos em uma tela conforme já apresentado na Figura 9. Caso um aluno clique sobre o *link*, o acesso ao grupo é o mesmo e a tela exibida também, com exceção do ícone *Gerência do Professor*, que é omitido.

Acessar estudo de caso (na ferramenta ArgPEC)

Na tela inicial de um grupo, exibida na Figura 9 em diferentes cores, acima dos ícones das ferramentas, ficam listados todos os estudos de caso associados ao grupo. No exemplo da Figura 9 há apenas um cadastrado para efeito de demonstração. O título do estudo de caso é um *link* que direciona o usuário para a tela da Figura 11, com a apresentação completa do estudo de caso.

Figura 11 - Tela de exibição completa do estudo de caso na visualização de um aluno.

The screenshot displays the 'eduqui.info' web application interface. The browser address bar shows the URL: www.gpeqsc.com.br/eduquiinfo/modules/evax_admin/estudogrupos.php?estudoxgrupo=78&grupo=40. The page title is 'Grupo Teste » Título do estudo de caso usado de exemplo'.

Menu pessoal

- Administração
- Perfil
- Editar perfil
- Caixa de entrada

Meus Grupos

- > CELC 2013.S G1-G3
- > CELC 2013.S G2-G4
- > CELC 2013.Q G1-G3
- > CELC 2013.Q G2-G4
- > CELC 2013.Q G5-G7
- > CELC 2013.Q G6-G8

Grupos Encerrados

Membros Online

Total: 1
Membros: 1
Visitantes: 0

nilcimar
Estudo de Caso
4h-42m-5s
Mais...

Cores

Azul
Rosa
Verde
Vermelho

☒ Sempre usar este tema
Salvar
(4 Temas)

Estudo de Caso: Corrigir Passos

Estudo de Caso

Título	Título do estudo de caso usado de exemplo
Texto	<p>Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Maecenas porttitor congue massa. Fusce posuere, magna sed pulvinar ultricies, purus lectus malesuada libero, sit amet commodo magna eros quis urna. Nunc viverra imperdiet enim.</p> <p>Fusce est. Vivamus a tellus. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Proin pharetra nonummy pede.</p> <p>Mauris et orci. Aenean nec lorem. In porttitor. Donec laoreet nonummy augue.</p> <p>Suspendisse dui purus, scelerisque at, vulputate vitae, pretium mattis, nunc. Mauris eget neque at sem venenatis eleifend. Ut nonummy. Fusce aliquet pede non pede.</p> <p>Quisque aliquam tempor magna. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Nunc ac magna. Maecenas odio dolor, vulputate vel, auctor ac, accumsan id, felis. Pellentesque cursus sagittis felis.</p>

Complemento

Início	01/03/2013 23:40
Término	01/03/2013 23:40
1ª Etapa	Texto argumentativo inicial
2ª Etapa	Representação inicial do texto
3ª Etapa	Texto argumentativo final
4ª Etapa	Representação final do texto

= Etapa não cumprida
= Aguardando confirmação
= Aceito
= Alteração solicitada

A tela da Figura 11, que é exibida na visualização do perfil de aluno, além do título e do texto do estudo de caso, lista também as datas de início e término do trabalho com o estudo de caso e *links* para as quatro etapas de sua resolução. À frente de cada uma das etapas são exibidos ícones que indicam qual o estágio em que o aluno se encontra na resolução daquela etapa. Se cinza, etapa ainda não respondida. Amarelo indica que resposta foi cadastrada e aguarda aceitação do professor. Se verde, a resposta foi aceita, e se vermelho, foi recusada pelo professor e precisa ser refeita. Na visualização com o perfil de professor estes ícones não são exibidos.

Solucionar etapa de forma textual (na ferramenta ArgPEC)

Durante o processo de resolução de um estudo de caso os alunos devem individualmente solucionar duas vezes o caso fornecendo resposta de forma textual. Uma antes da etapa de discussão colaborativa e outra após a discussão colaborativa. Para produzir e submeter as respostas é necessário que o aluno clique no botão *Responder* na tela aberta após ele optar por uma das quatro etapas de resolução do caso apresentadas na Figura 11. Feito isso, é aberto o formulário da Figura 12.

Figura 12 - Tela com o formulário de resolução textual do estudo de caso.

The screenshot shows a web browser window with the URL www.gpeqsc.com.br/eduquiinfo/modules/evax_admin/addsolucao.php?tupaid=279. The page features the 'eduqui.info' logo and navigation links like 'O GPEQSC', 'Contato', and 'Ajuda'. On the left, there's a sidebar with sections: 'Menu pessoal' (Perfil, Editar perfil, Caixa de entrada), 'Meus Grupos' (Grupos Encerrados), 'Membros Online' (Total: 1, Membros: 1, Visitantes: 0, listing 'ALUNO Home 0m-1s'), and 'Cores' (Azul, Rosa, Verde, Vermelho). The main content area is titled 'Resposta da 3ª etapa: Texto argumentativo final' and contains a 'Resposta' section with a rich text editor. The editor has a toolbar with various formatting options (bold, italic, underline, text color, background color, bulleted list, numbered list, link, unlink, image, table, etc.) and a text area with the placeholder text 'Escrevendo minha solução, elaborado após....'.

Na tela da Figura 12, o aluno deve digitar sua resposta e clicar no botão *Enviar*. Acima do formulário o aluno tem opções de abrir novamente os estudos de caso, as orientações para a resolução e as respostas anteriores dadas por ele, sem que precise sair da tela.

Solucionar etapa com diagrama (na ferramenta ArgPEC)

Durante o processo de resolução de um estudo de caso os alunos devem individualmente solucionar duas vezes o caso fornecendo resposta no formato de diagramas, representações do conhecimento das respostas textuais. A primeira vez antes da etapa de

discussão colaborativa e a outra após a discussão colaborativa. Para produzir e submeter as respostas é necessário que o aluno clique no botão *Responder* na tela aberta, após ele optar por uma das quatro etapas de resolução do caso apresentadas na Figura 11. Feito isso, é aberto um formulário responsável pela montagem do diagrama de representação do conhecimento. Diversos componentes podem ser incluídos na construção de um diagrama. Esses componentes advêm do Modelo de Toulmin (2001), que será apresentado no capítulo *Argumentação Colaborativa Mediada por Computador: Quadro Analítico*. Abaixo da parte dedicada à construção do diagrama há um botão para que seja salvo e submetido o diagrama. Mesmo após o aluno ter incluído os primeiros componentes do diagrama, ele pode encerrar a utilização do sistema e reabrir posteriormente para sua conclusão, desde que não se clique no botão de finalizar. A única opção que o aluno tem quando inicia um diagrama é criar novo fundamento.

Finalizada a escrita dos dados e tendo-os salvo, o sistema direciona o aluno novamente à tela de criação de diagrama. Dessa vez, são abertas as opções de criação de garantia e proposição. Os fundamentos já criados contam com opção de edição, caso seja necessário. Após finalizar a criação de uma garantia, outras podem ser incluídas. Para cada garantia criada podem ser incluídos suportes, assim como para cada proposição, pode ser incluídas refutações. Cabe destacar que todo o texto incluído nestes elementos pode ser editado, bem como os componentes podem ser excluídos. Terminada a inserção de fundamentos, garantias, proposições e refutações, o aluno terá um diagrama similar ao exibido na Figura 13.

Figura 13 - Tela de criação de diagrama com opção de criação de conclusões habilitada.

The screenshot shows the 'eduqui.info' web application. The browser address bar displays 'eduqui.info/modules/evax_admin/addsolucao.php?editcodelexuser=1423&grupo=666&tupaid=278'. The page title is 'principal -> Estudo de Caso'. The sidebar on the left contains several sections: 'Menu pessoal' with links for 'Perfil', 'Editar perfil', and 'Caixa de entrada'; 'Meus Grupos' showing 'Grupo Teste' and 'Grupos Encerrados'; 'Membros Online' with a list of users including 'nilcimar' and 'ALUNO'; and 'Cores' with a color selection menu. The main content area is titled 'Elaborar diagrama de representação da resolução do estudo de caso'. It features a flowchart template with boxes for justifications and conclusions, connected by arrows. The flowchart starts with 'Nova Justificativa' and branches into three paths: 'Já que', 'Já que', and 'Já que'. Each path leads to a box for justification, followed by a box for conclusion. The flowchart ends with a 'Salvar' button. At the bottom, there is a 'Finalizar' button and a warning message: 'Finalizar o diagrama. ATENÇÃO: Após clicar aqui não poderá mais modificar seu diagrama'.

Após terminar as edições, não havendo mais nenhuma alteração, o aluno pode finalizar o diagrama e aguardar confirmação de recebimento do professor.

Avaliar soluções dos alunos (na ferramenta ArgPEC)

À medida que os estudantes respondem às etapas de resolução do estudo de caso o professor deve proceder à avaliação, aceitando ou recusando as respostas. Em ambos os casos, opcionalmente, fazendo comentários. Na visualização do professor da tela da Figura 11 há um *link* para a tela de avaliação, apresentada na Figura 14.

Figura 14 - Tela de monitoramento de respostas nas etapas de resolução do estudo de caso.

EDUQUI.INFO - Estudo de C x

eduqui.info/modules/evax_admin/corrigir.php?grupo=40&estudo=42&casoid=78

O GPEQSC
Contato
Ajuda

» Grupo Teste » Título do estudo de caso usado de exemplo » Corrigir passo

Menu pessoal
Perfil
Editar perfil
Caixa de entrada

Meus Grupos
» Grupo Teste

Grupo de Estudo: Grupo Teste				
Estudo de Caso: Título do estudo de caso usado de exemplo				
Aluno	1ª Etapa	2ª Etapa	3ª Etapa	4ª Etapa
Aluno de Teste	Aguardando confirmação	Aguardando confirmação	Etapa não cumprida	Etapa não cumprida
Aluno de Teste 2	Etapa não cumprida	Etapa não cumprida	Etapa não cumprida	Etapa não cumprida

Na tela da Figura 14 ficam listados os alunos e o status de suas respostas às quatro etapas do caso. No exemplo, o *Aluno de Teste*, havia incluído seu texto e diagrama iniciais e aguardava confirmação. Ao clicar sobre um dos links *Aguardando Confirmação* é aberta a tela da Figura 15. Nela, o professor visualiza o texto ou diagrama do aluno e indica sua avaliação.

Figura 15 - Tela de confirmação e avaliação das respostas dos estudantes.

EDUQUI.INFO - Estudo de C x

eduqui.info/modules/evax_admin/addcorrigir.php?tupaid=278&aluno=103&grupo=40&estudo=42&casoid=78

+ Exibir/Esconder suas Respostas Anteriores nesta Etapa

Meus Grupos
» Grupo Teste
Grupos Encerrados

Membros Online
Total: 1
Membros: 1
Visitantes: 0
Professor
Estudo de Caso
17m-37s
Mais...

Cores
Azul
Rosa
Verde
Vermelho
☐ Sempre usar este tema
Salvar
(4 Temas)

Normas
de Conduta

Correção do 2ª Etapa

1ª Resposta
Meu dados estão relacionados na sequência:
Primeiro: XXXXXX
Segundo: YYYYY
Terceiro: ZZZZZZZZ
Quarto: WWWWWWWW

Como seus dados se relacionam com sua conclusão?

Já que
Minha primeira justificativa que sustenta minha solução para o caso é....

Já que
Segunda justificativa....

Já que
Minha terceira justificativa consiste em

... E assim concluo a estruturação dos meus argumentos nesta etapa de resolução do estudo de caso.

Por conta de
Esta justificativa é respaldada pela consideração de que...

A menos que
Esta justificativa é verdadeira a menos que.... quando ela será refutada.

Status Atual
Aguardando confirmação

Data de Envio
02-03-2013

Avaliação
Aceito

Comentário do professor
Ok Aluno
Muito Bom Seu Diagrama.
Confirmado.
Professor

Acessar fórum (na ferramenta Fórum)

Ao clicar no botão Fórum, na tela da Figura 5, é aberta para aluno e professor a tela da Figura 16.

Figura 16 - Tela inicial da ferramenta Fórum.

Na tela inicial do Fórum ficam listados todos os fóruns ativos para o grupo de estudo. No eduqui.info, quando um estudo de caso é associado ao grupo, automaticamente é criado um fórum, que leva como título, por padrão, o próprio título do estudo de caso.

Criar discussão (na ferramenta Fórum)

Cada fórum listado na Figura 16, por sua vez, armazena todas as discussões criadas pelo professor. Em essência, cada discussão é reservada para uma dupla ou um trio. Assim, se professor ou aluno clicar sobre o link de um dos fóruns disponíveis, lhe serão listadas as discussões assíncronas definidas pelo professor. Um dos ícones na tela inicial de discussão permite ao professor a criação de discussões por meio do formulário de abertura de discussões mostrado na Figura 17.

Figura 17 - Formulário de criação de discussão na ferramenta Fórum.

The screenshot shows a web browser window with the URL `eduqui.info/modules/newbb/reply.php?forum=88&topic_id=90&viewmode=flat&order=ASC&start=0&post_id=1699`. The page title is "EDUQUI:INFO - Fórum". The main header features the "eduqui:info" logo and navigation links: "O GPEQSC", "Contato", and "Ajuda". A breadcrumb trail reads: "» Grupo Teste » Fórum » Título do estudo de caso usado de exemplo » Discussão 1 » Responder".

The left sidebar contains several sections:

- Menu pessoal**: Perfil, Editar perfil, Caixa de entrada.
- Meus Grupos**: > Grupo Teste, Grupos Encerrados.
- Membros Online**: Total: 2, Membros: 2, Visitantes: 0. It lists "Professor Fórum 4h-12m-10s" and "ALUNO Fórum 15m-2s" with a "Mais..." link.
- Cores**: A color selection menu with "Azul", "Rosa", "Verde", and "Vermelho". Below it is a checkbox "Sempre usar este tema" and a "Salvar" button.
- Normas de Conduta**.

The main content area is the "Formulário de criação de discussão". It includes:

- Assunto:** A text input field containing "Re: Discussão 1".
- Ícone da mensagem:** A row of icons for selecting a message icon.
- Mensagem:** A large text area for the message content, preceded by a rich text editor toolbar with options like Bold, Italic, Underline, and various alignment and link tools.
- Opções:** A section with checkboxes: "Ativar HTML" (checked), "Ativar emoticons" (checked), "Ativar códigos Xoops" (checked), and "Inserir assinatura" (unchecked).
- Nome:** A text input field.
- Extensões permitidas:** A section with a "Escolher arquivo" button and the text "Nenhum arquivo selecionado".
- Buttons:** "Citar", "Exibir", "Enviar", and "Cancelar" at the bottom.

Após preencher o formulário com um título e uma descrição para a discussão e clicar em Enviar, o professor é direcionado à tela da Figura 18, com a discussão criada cadastrada.

Figura 18 - Tela inicial das discussões.

Além da discussão cadastrada no exemplo da Figura 17, outra foi cadastrada a título de exemplo, conforme exposto na Figura 18. Ao clicar sobre qualquer uma delas é aberta uma tela na qual se estabelece os diálogos entre alunos e professor por meio das mensagens contidas na discussão acessada. Cada aluno só tem permissão à discussão em que participa.

Enviar mensagem (na ferramenta Fórum)

Acessando novamente a tela da Figura 18 e optando-se por clicar sobre o título de uma das discussões cadastradas, é aberta a tela da Figura 19, na qual é possível visualizar todas as mensagens submetidas por alunos e professores àquela discussão.

Figura 19 - Tela de discussão no Fórum listando mensagens de alunos e professor.

Na tela da Figura 19 aparece o professor tendo iniciado a *Discussão 1*. Em seguida o Aluno de Teste submete uma mensagem. De forma assíncrona, o Aluno de Teste 2 pode acessar e contribuir com outra mensagem, desenvolvendo e aprofundando a discussão colaborativa. Para submeter uma mensagem, tanto aluno quanto professor, basta clicar no botão *Responder* para acessar o formulário correspondente. O procedimento mínimo para envio de uma resposta é a escrita de um título e da mensagem de texto com a contribuição para a discussão.

Enviar mensagem (na ferramenta *Chat*)

O *Chat* é uma ferramenta que permite aos alunos e professor planejarem momentos de discussão síncrona que necessitam que os alunos estejam acessando a mesma tela ao mesmo momento, mas não precisam estar reunidos no mesmo local físico. Após acessar a discussão o aluno visualizará a tela mostrada na Figura 20. Cada aluno só tem permissão à discussão em que participa.

Figura 20 - Tela de discussão da ferramenta *Chat*.

Para escrever uma mensagem no *Chat*, basta digitá-la na caixa de diálogo localizada na parte inferior da tela e em seguida clicar sobre o *Ok* ou apertar a tecla *Enter* do teclado. Se for desejado adicionar à mensagem alguma imagem que indique emoção (*emoticon*), basta clicar no botão *;-)*, que aparecerá uma tela com uma lista de *emoticons* disponíveis. Após clicar sobre o *emoticon* desejado, o mesmo é inserido no corpo da mensagem. Outro botão presente na tela de discussão do *Chat* é o *Pop*. Ao ser clicado, o usuário poderá manter a conversa por meio de uma janela alternativa enquanto acessa outras telas do sistema.

Acessar *Kit Caso do estudo de caso* (na ferramenta *Kit Caso*)

Após o aluno ou professor clicar em *Kit Caso* na tela da Figura 9, é aberta a tela da Figura 21. Essa tela mostra como é organizado o *Kit Caso*. Ele possui as seções *Textos* (voltadas ao armazenamento de teses, livros, apostilas e artigos de diversas naturezas), *Mídias* (áudio, vídeo, apresentações, jornais etc.), *Experimentos* (roteiros de laboratório, modelagem e simulações) e *Links de Internet*.

Figura 21 - Tela inicial da ferramenta *Kit Caso* na visualização do aluno.

Para selecionar um *kit* de arquivos e *links* de um estudo de caso basta clicar em *Selecionar um estudo* na caixa acima dos *links* das categorias e clicar em um dos estudos de caso associados ao grupo. Feito isto, o sistema habilita a segunda caixa com os alunos que pertencem ao grupo. Estará habilitado para consulta seu próprio *kit*, o do professor e o(s) do(s) aluno(s) com quem ele mantém discussão colaborativa nas demais ferramentas.

Gerenciar arquivos do próprio *Kit Caso* (na ferramenta *Kit Caso*)

A tela exibida na Figura 21 representa a tela inicial do *Kit Caso* na visualização do aluno. Quando o acesso se dá por um professor o botão *Adicionar novo material ao seu Kit Caso* é omitido, visto que a adição de material ao *kit* pelo professor é dada pela ferramenta Gerência do Professor. Dessa forma, para que o aluno gerencie seu *kit*, que inclui adição, edição e exclusão, é necessário que ele clique no citado botão, quando então é aberto o formulário de cadastro. No formulário é solicitado que o estudante indique a qual estudo de caso se refere o arquivo, a qual categoria ele pertence, o título, a descrição, os autores e o arquivo em anexo. Na ocasião de a categoria selecionada ser *links*, em vez de o formulário requerer um arquivo anexado, requererá um *link*. A gerência de materiais se completa para o aluno com a edição e exclusão dos materiais adicionados. Isto pode ser feito toda vez que ele acessar os materiais já cadastrados em seu próprio *Kit Caso*.

Adicionar informações no diário do caso (na ferramenta Diário do Caso)

Para o aluno acessar seu diário, é necessário clicar na tela da Figura 9 no *link Diário do Caso*, quando a tela inicial será exibida. Essa tela possui na parte de cima o formulário para cadastro de informações e na parte de baixo a lista de informações já cadastradas. No exemplo da Figura 22 a primeira informação do diário está sendo cadastrada.

Figura 22 - Tela de cadastro de informação de uma informação do Diário do Caso

A imagem mostra a interface de usuário do sistema 'eduqui.info'. No topo, há uma barra de navegação com o nome do sistema e links para 'O GPEQSC', 'Contato' e 'Ajuda'. Abaixo, uma barra de breadcrumbs indica 'principal -> Estudo de Caso'. O menu lateral à esquerda contém seções como 'Menu pessoal' (Perfil, Editar perfil, Caixa de entrada), 'Meus Grupos' (Grupo Teste, Grupos Encerrados) e 'Membros Online' (Total: 1, Membros: 1, Visitantes: 0). A área principal, intitulada 'Meu Diário do Caso', contém um formulário com os seguintes campos: 'Estudo de Caso' (menu suspenso com 'Título do estudo de caso usado de exemplo'), 'Assunto' (menu suspenso com 'Considerações sobre o estudo de caso e o processo de resolução') e 'Mensagem' (campo de texto com o conteúdo 'Achei bom.'). Um botão 'Enviar' está localizado abaixo do campo de mensagem. Na base do formulário, uma mensagem de status indica: 'Mensagens submetidas ao diário do caso Título do estudo de caso usado de exemplo até o momento'.

Nessa tela o aluno pode incluir no campo Mensagem informações a respeito do processo de resolução do estudo de caso que está vivenciando e demais impressões e avaliações do sistema, classificadas pelos assuntos pré-definidos. Após algumas mensagens a tela é exibida conforme a Figura 23.

Figura 23 - Tela inicial da ferramenta Diário do Caso na visualização do aluno com informações cadastradas.

Associar estudo de caso ao grupo (na ferramenta Gerência do Professor)

Uma vez cadastrado um estudo de caso, ele pode ser associado a qualquer grupo de estudo. Ao clicar em *Associar*, na aba estudo de caso, é aberta uma tela contendo uma lista de todos os estudos de caso já associados ao grupo. Para associar um dos estudos de caso da Biblioteca de Casos ao grupo é necessário clicar no botão *Associar Novo Estudo de Caso a este Grupo*. Após preencher o título, datas de início e encerramento do estudo de caso, cada uma de suas quatro etapas e, opcionalmente um texto complementar, o professor deve clicar no botão *Salvar* e será redirecionado para a tela anterior, na qual estará listado o estudo de caso associado, conforme o exemplo da Figura 24.

Figura 24 - Tela inicial da associação de estudos de caso a um grupo.

Gerenciar arquivos no *Kit* Caso dos alunos (na ferramenta Gerência do Professor)

Na seção Gerência de Conteúdo uma das abas diz respeito ao *Kit* Caso. Nela há quatro *links*, um para cada grupo de categorias do *Kit* Caso. A forma de gerenciar os arquivos nas quatro opções é a mesma, por esta razão será aqui apresentado apenas para uma delas, a categoria *Textos*. Após acessar a aba correspondente à categoria, é aberta a tela da Figura 25.

Figura 25 - Tela inicial da gerência de materiais no *Kit* Caso.

A tela da Figura 25 mostra para cada estudo de caso associado ao grupo os materiais já adicionados pelo professor e todo material adicionado por cada aluno. A gerência nos materiais é viabilizada pela possibilidade do professor editar ou excluir o material adicionado pelo aluno, além de visualizar as informações completas do material clicando em *+detalhes*.

Extrair relatório por etapa do estudo de caso (na ferramenta Gerência do Professor)

A seção Relatórios da ferramenta Gerência do Professor permite extrair relatórios de diversos textos e discussões dos estudantes. Uma delas, diz respeito às respostas dos estudos de caso. Inicialmente nessa seção são listados todos os estudos de caso vinculados ao grupo. À frente do título de cada estudo de caso são posicionados dois ícones que permitem visualizar o relatório (Figura 26) ou imprimir. A configuração em ambas as visualizações é a mesma, com a diferença que na opção imprimir não há a moldura da interface do eduqui.info.

Figura 26 - Visualização de relatório do estudo de caso por etapa.

The screenshot displays the 'Gerência do Professor' interface on the Eduqui.info platform. The browser address bar shows the URL: `eduqui.info/modules/evax_admin/gerencia/reCasoPasso.php?estudo=78&op=printview&grupo=40`. The interface is divided into a sidebar on the left and a main content area.

Sidebar (Left):

- Menu pessoal:** Perfil, Editar perfil, Caixa de entrada.
- Meus Grupos:** Grupo Teste, Grupos Encerrados.
- Membros Online:** Total: 2, Membros: 2, Visitantes: 0. Lists users like 'nilcimar' and 'Professor Home'.
- Cores:** Theme selection (Azul, Rosa, Verde, Vermelho) with a 'Sempre usar este tema' checkbox and a 'Salvar' button.
- Normas de Conduta:** Link to the code of conduct.

Main Content Area:

At the top, there are tabs for 'Estudos de Caso', 'Fórum', 'Chat', and 'Diário do Caso'. Under 'Estudos de Caso', there are sub-tabs: 'Por Etapa', 'Por Aluno', 'Por Discussão', 'Por Aluno', 'Por Discussão', 'Por Aluno', 'Por Assunto', and 'Por Aluno'.

ETAPA 1:

Aluno de Teste (ALUNO 1)

Solução 1 em 02/03/2013 às 01:17:31

Meu texto argumentativo em resposta a primeira etapa de resolução do estudo de caso.
Palavras: 14 | Carac. com espaços simples: 84 | Carac. sem espaços: 71

Aceito por Nilcimar Souza em 09/07/2013 às 22:35:02

Ok. Perfeito
Recebido.
Professor.
Palavras: 4 | Carac. com espaços simples: 34 | Carac. sem espaços: 30

Aluno de Teste 2 (ALUNO 2)

Solução 1 em 09/07/2013 às 22:34:03

Minha resposta ao caso!!!!
Palavras: 4 | Carac. com espaços simples: 26 | Carac. sem espaços: 23

Ainda não avaliado pelo(s) professor(es) do grupo
Palavras: 0 | Carac. com espaços simples: 0 | Carac. sem espaços: 0

ETAPA 2:

Aluno de Teste (ALUNO 1)

Solução 1 em 02/03/2013 às 01:15:57

Meu dados estão relacionados na sequência:
Primeiro: XXXXXX
Segundo: YYYY
Terceiro: ZZZZZZZZ
Quarto:

Como seus dados se relacionam com sua conclusão?

Já que
↓
Minha primeira justificativa que sustenta minha solução para o caso é....

Já que
↓
Segunda justificativa....

Já que
↓
Minha terceira justificativa consiste em

... E assim concluo a estruturação dos meus argumentos nesta etapa de resolução do estudo de caso.

Na opção de relatório do exemplo da Figura 26 são exibidas as respostas de todos os alunos à etapa 1, depois a de todos à etapa 2 e assim sucessivamente.

Extrair estatísticas de acesso dos alunos (na ferramenta Gerência do Professor)

Parte da seção Estatísticas da ferramenta Gerência do Professor é exibida na Figura 27.

Figura 27 - Tela com informações estatísticas de um aluno na ferramenta Gerência do Professor.

A Tela da Figura 27 é exibida após o professor escolher um aluno e clicar na aba *Tráfego* para visualizar as informações mais detalhadas a respeito dos acessos do aluno. Na tela o professor pode obter informações detalhadas a respeito dos acessos realizados pelo aluno ao eduqui.info. São elas: qual a distribuição de acesso pelos dias do mês, pelos dias da semana, por semana e por hora do dia. Todas essas informações são apresentadas em gráficos de barra.

3.2.4. Considerações sobre o eduqui.info na perspectiva da literatura em educação em ciências

Ao longo deste capítulo foi apresentado o sistema computacional eduqui.info e as etapas que compreenderam seu desenvolvimento. Como em seu desenvolvimento se fez uso de *software* livre, é também o eduqui.info disponibilizado para *download* como condição necessária de *software* livres. O sistema está disponível na página do Grupo de Pesquisa em Ensino de Química do IQSC (GPEQSC)¹¹, no endereço eletrônico http://www.gpeqsc.com.br/sistema_eduqui.info.zip.

Finalizado o eduqui.info, nesta seção são feitos apontamentos e considerações sobre sua pertinência frente ao que diz a literatura a respeito de sistemas dessa natureza, que têm como propósito o fomento da argumentação.

Lund et al. (2007) afirmam que as pesquisas sobre atividades didáticas com uso de sistemas CSCL baseados em argumentação apontam para diferentes formas de ajudar os estudantes na aquisição de tal habilidade. Essas formas incluem escrever textos argumentativos, participar de discussões ou debates e criar diagramas argumentativos. Segundo os autores, existe uma diversidade de tarefas, ferramentas e situações de aprendizagem elaboradas para cada uma dessas atividades, a fim de compreender melhor a relação entre elas e a elaboração do conhecimento através da argumentação. Essas atividades, de fato, foram observadas como o alicerce metodológico das intervenções didáticas presentes nas pesquisas analisadas na revisão bibliográfica do capítulo *Introdução*. Por isso, partem daí as primeiras considerações acerca do eduqui.info.

¹¹ <http://www.gpeqsc.com.br>

Na definição de Bakhtin (1986), a argumentação é uma atividade colaborativa, na qual múltiplas vozes participam do espaço do diálogo. Jamaludin, Chee e Ho (2009) complementam afirmando que para a argumentação ser bem sucedida, a colaboração precisa ser bem sucedida e, para isso, tem que se basear na efetiva interação dos envolvidos, que no presente contexto são alunos. Ademais, é preciso haver um espaço real para a negociação. Jamaludin, Chee e Ho (2009) tratam ainda dos planejamentos de ensino que, na concepção dos autores, precisam fornecer estruturas que facilitem as diferenças de perspectivas, contra-argumentos e que acionem o compartilhamento de conhecimento além do nível superficial de meramente transmitir informações contextuais.

Duas maneiras de compartilhar conhecimentos e de conduzir as discussões, assíncrona e síncrona, são ativamente empregadas em pesquisas acerca da promoção da argumentação. As discussões de maneira assíncrona foram observadas com expressiva inserção entre os artigos da revisão apresentados no capítulo *Introdução*, conforme pode ser verificado em Furberg e Ludvigsen (2008), Clark e Sampson (2007), Tsai et al. (2012), Lin, Hong e Lawrenz (2012) e Hansson, Redfors e Rosberg (2011). Entre esses trabalhos, Furberg e Ludvigsen (2008) assumem a ferramenta de discussão assíncrona do sistema FLE2 como a mais importante, uma vez que possibilita aos estudantes a postagem de mensagens em um espaço de trabalho comum. Embora em menor número, as pesquisas com ferramentas síncronas também foram observadas entre os artigos da revisão, como por exemplo, em Yeh et al. (2010), Lund et al. (2007) e Schwarz et al. (2011).

O eduqui.info vai ao encontro das colocações acima, uma vez que dispõe de ferramentas dessa natureza, desenvolvidas para permitir que uma efetiva colaboração com compartilhamento de ideias e construção de argumentos seja viabilizada. Especificamente, as ferramentas Fórum e *Chat*. Nelas, as discussões podem ser conduzidas seja de maneira síncrona ou assíncrona, a critério do escopo metodológico adotado para cada etapa da atividade didática.

Entre as formas de tratar da argumentação em atividades didáticas com sistemas CSCL apontadas por Lund et al. (2007), estão também, conforme mencionado, a escrita de textos argumentativos e criação de diagramas. Segundo Evagorou e Osborne (2007), essas são inseridas com o propósito de auxiliar os estudantes na construção de bons argumentos a partir da consideração dos componentes estruturais dos mesmos (fundamentos, garantia, proposição etc.). Essas ferramentas são frequentemente definidas como de representação do

conhecimento ou de elementos presentes em uma discussão. No eduqui.info todas essas possibilidades estão reunidas na ferramenta ArgPEC.

Vries, Lund e Baker (2002) investigaram sistemas computacionais, pautados na CSCL, desenvolvidos visando a aprendizagem sobre conceitos científicos por meio da reflexão e discussão em situações presenciais e *on-line* para, então revisarem alguns dos papéis que o computador pode cumprir em virtude de suas características. Concluíram que merecem atenção os seguintes papéis: o computador como o ponto focal do discurso e da ação; o computador como meio de representar elementos em uma discussão; o computador como meio de comunicação; e o computador como uma memória coletiva do que foi construído.

É possível depreender que os três primeiros propósitos estão contemplados pelo eduqui.info por meio das ferramentas mencionadas anteriormente: Fórum, *Chat* e ArgPEC. Além disso, o último item foi também entendido como uma orientação fundamental para a organização do eduqui.info. Tornar o sistema computacional uma memória coletiva de todo material construído consiste na possibilidade de acesso dos alunos a todos os dados por eles inseridos no ambiente a qualquer momento para realização de ações posteriores solicitadas pelo professor ou decorrentes da sua própria necessidade. Ademais, os dados armazenados no sistema se constituem em dados de pesquisa a partir dos quais se faz possível, por exemplo, proceder as análises pertinentes ao objetivo de cada investigação realizada no eduqui.info. Além dos bancos de dados virtuais, foi adicionada na ferramenta Gerência do Professor a seção Relatórios para que toda a memória de todo conteúdo produzido nas ferramentas já citadas possa ser visualizado e/ou impresso de forma organizada.

Outro recurso frequentemente presente nos sistemas analisados consiste em uma ferramenta que providencia suporte para aquisição de informações, teorias e conceitos acerca do tópico em estudo, conforme se observa em Schwarz et al., (2003), Furberg e Ludvigsen (2008), Jamaludin, Chee e Ho (2009) e Iordanou e Constantinou (2015). Recursos com esse intuito se destinam a fornecer aos alunos oportunidades de tornar seus argumentos mais complexos, uma vez que se considera que argumentos mais complexos precisam agregar fontes de evidência (ERDURAN; SIMON; OSBORNE, 2004). Nessas ferramentas são acumulados textos, entrevistas, imagens, vídeos etc. que podem ser alimentados por alunos ou, como no trabalho de Schwarz et al., (2003), pelo professor. Com a preocupação de permitir que os alunos que participarem das atividades didáticas com o eduqui.info possam explorar os conteúdos envolvidos na resolução do estudo de caso, é que a ferramenta de *Kit Caso* foi inserida, com a possibilidade de ser alimentada pelos alunos e professor, no sentido

de manter um repositório representativo da fundamentação que embasa a produção argumentativa de cada aluno.

Por fim, observa-se que é relativamente comum no desenvolvimento dos sistemas computacionais analisados na literatura a adoção de ciclos de implementação, análise, revisão e desenvolvimento. Esses ciclos se fazem necessários para que ajustes metodológicos sejam realizados e testados visando o alcance de uma argumentação de melhor qualidade por parte dos alunos, enquanto se amplia continuamente o entendimento e aperfeiçoamento das funcionalidades. Por exemplo, o sistema WISE corresponde a uma evolução do sistema KIE. Em outros trabalhos como o de Sandoval e Reiser (2004), é apresentado o processo de aprimoramento e refinamento das ferramentas do BGuILE a partir de dois dos múltiplos ciclos de implementação, análise, revisão e desenvolvimento do sistema. Também no trabalho de Jong et al. (2010) são executados dois estudos pilotos com o sistema SCY-Lab antes da intervenção didática descrita definitiva. Nesta pesquisa se adotou tal procedimento de maneira que o eduqui.info foi desenvolvido em dois ciclos de planejamento, execução e análise de ações envolvendo sua utilização, cujos detalhes serão apresentados no capítulo *Desenho e Percurso Metodológico*.

Após as tessituras de considerações acerca do desenvolvimento do eduqui.info na perspectiva da promoção da argumentação, em diálogo com a literatura do correspondente campo de pesquisa, é possível verificar que suas ferramentas articulam os interesses específicos da presente pesquisa, em trabalhar com os estudos de caso de maneira colaborativa, com as considerações já traçadas na literatura correlata. Dessa forma, é plausível definir que o primeiro dos objetivos que direcionam esta tese foi satisfatoriamente alcançado. A saber, o objetivo de construir um sistema computacional no formato de um ambiente virtual de ensino-aprendizagem com características compatíveis com as especificidades da presente pesquisa e com as recomendações existentes na literatura com relação à promoção da argumentação em sistemas computacionais dessa natureza.

4. DESENHO E PERCURSO METODOLÓGICO

A metodologia empregada nesta pesquisa, que analisa a produção escrita de alunos de graduação em química em diversas atividades argumentativas conduzidas em um ambiente virtual de ensino-aprendizagem, é do tipo *quali-quant*. A pesquisa pode ser enquadrada como qualitativa em razão dos aspectos que a caracterizam como tal. De acordo com Bogdan e Biklen (1994), as investigações de natureza qualitativa se fundamentam em cinco principais características: i) a fonte direta de dados é o ambiente natural; ii) a pesquisa é descritiva; iii) os investigadores interessam-se mais pelo processo que pelos resultados ou produtos; iv) os investigadores tendem a analisar os seus dados de forma indutiva; v) o significado é de importância vital em investigações dessa natureza. A pesquisa também é de natureza quantitativa uma vez que para a análise foram reunidos diversos dados, coletados, essencialmente, no formato de relatórios com a organização dos textos produzidos pelos alunos durante as atividades nas diversas ferramentas do eduqui.info, sob os quais foram geradas classificações que resultaram também em cálculo de médias, relações com quantidade de mensagens, métricas de desempenho e parametrização de escala.

De acordo com Ivenicki e Canen (2016), em uma pesquisa do tipo *quant-qual* a abordagem quantitativa fornece, em um primeiro momento, um panorama da situação, como uma fotografia da situação mais ampla do fenômeno estudado, sendo o ponto de partida para os estudos qualitativos. Em um momento seguinte, a abordagem qualitativa fornece uma visão mais particular e descritiva acerca do processo de desenvolvimento da pesquisa. Para esses autores, pesquisas quantitativas e qualitativas têm suas funções e empregos, potenciais e limitações, sendo ambas as metodologias úteis e complementares.

No âmbito dos métodos de pesquisa qualitativa a presente investigação é classificada como um estudo de caso, uma vez que a mais detida análise dos dados se baseia em cinco duplas engajadas nas atividades didáticas argumentativas de resolução de um estudo de caso sociocientífico. Para Yin (2003), o estudo de caso contribui substancialmente para a compreensão de fenômenos individuais, organizacionais, sociais e políticos. Ainda de acordo com o autor, a necessidade pelos estudos de caso surge do desejo de se compreender fenômenos sociais complexos.

Nachmias e Nachmias (1992) afirmam que o estudo de caso é um modelo lógico de prova que permite ao pesquisador tirar conclusões sobre as relações causais entre as variáveis sob investigação. A partir disso se percebe que o método permite que o pesquisador tenha oportunidades para explorar mais aspectos do problema e elaborar considerações sobre os dados encontrados para as variáveis da pesquisa.

De forma sistemática, Yin (2003) define que a investigação de estudo de caso i) enfrenta uma situação tecnicamente única em que haverá muito mais variáveis de interesse do que pontos de dados; ii) baseia-se em várias fontes de evidências, com os dados precisando convergir em um formato de triângulo; e iii) beneficia-se do desenvolvimento prévio de proposições teóricas para conduzir a coleta e a análise de dados.

Em virtude de os dados já estarem armazenados como textos no eduqui.info a partir da produção dos estudantes, não foi necessária a transcrição desses dados, apenas sua organização nos melhores formatos para análise. Entretanto, cuidados próprios de transcrições foram preservados. Dessa forma, o procedimento utilizado está de acordo com as colocações de Carvalho (2006):

As transcrições devem ser totalmente fiéis às falas a que correspondem, sendo a substituição de termos por sinônimos terminantemente proibidos. Sobre a correção de erros de concordância existem dois pontos de vista diferentes entre os pesquisadores dessa área: um grupo acha que não se pode fazer as correções enquanto outro, recorrendo a posições éticas de um profissional estar analisando outro profissional, quase sempre colegas, e ainda a diferença existente entre a linguagem falada e a escrita, acha necessário que pequenas correções gramaticais sejam feitas na apresentação dos dados. (...) sendo assim necessária na transcrição que as palavras sejam escritas corretamente (CARVALHO, 2006).

Sobre a correção de erros de concordância, foi aceito o segundo ponto de vista apresentado pelo autor. Ou seja, conforme dito acima, os dados produzidos pelos alunos na presente pesquisa provêm da linguagem escrita, sendo suprimida a necessidade de transcrição, porém foi adotado o procedimento apontado por Carvalho (2006) de correção dos dados de modo que palavras fossem apresentadas corretamente, eliminando eventuais equívocos gramaticais ou de digitação.

A pesquisa foi desenvolvida ao longo dos anos de 2012 e 2013 com alunos ingressantes no Curso de Bacharelado em Química do Instituto de Química de São Carlos (IQSC), da USP. Em cada ano a pesquisa foi moldada como um ciclo constituído por etapas de planejamento, execução e análise de ações envolvendo a utilização do eduqui.info e de

estudos de caso. O primeiro ciclo, denominado de ciclo 1, foi conduzido em duas turmas como parte integrante do programa da disciplina Comunicação e Expressão em Linguagem Científica II, presente no segundo semestre da matriz curricular do curso. Trata-se de uma disciplina semestral de 3 créditos, oferecida anualmente¹². Já o segundo ciclo, denominado de ciclo 2, foi novamente realizado na referida disciplina, porém, em uma única turma.

O ciclo 1 foi conduzido com o caráter de um estudo piloto para permitir o refinamento das decisões metodológicas concernentes ao projeto de pesquisa. Para Bailer, Tomitch e D'Ely (2011),

a importância de conduzir um estudo piloto está na possibilidade de testar, avaliar, revisar e aprimorar os instrumentos e procedimentos de pesquisa. Administra-se um estudo piloto com o objetivo de descobrir pontos fracos e problemas em potencial, para que sejam resolvidos antes da implementação da pesquisa propriamente dita (2011, p. 130).

Na etapa de planejamento estão contidas as fases de desenvolvimento e adaptação do sistema eduqui.info e a produção dos estudos de caso. Na segunda etapa, de execução, são percorridas as seguintes fases: *fase 1* - distribuição dos casos aos alunos por parte do docente em sala de aula; *fase 2* - realização por parte dos alunos de pesquisas/coleta de artigos sobre o tema tratado no caso e adição ao *Kit Caso*¹³ do eduqui.info; *fase 3* - produção de texto argumentativo no ArgPEC do eduqui.info por parte dos alunos, com base nos documentos adicionados ao *Kit Caso*, indicando a melhor solução para o caso (argumentação escrita individual), e representação do texto produzido na ferramenta ArgPEC; *fase 4* - análise por parte do docente das soluções apresentadas e formação de duplas ou trios compostos por alunos que indicaram distintas soluções para um mesmo caso; *fase 5* - acesso aos alunos do texto e da representação produzida pelo seu parceiro de dupla ou seus parceiros de trio, disponíveis no Fórum do eduqui.info; *fase 6* - estabelecimento de discussão entre os membros da dupla ou do trio, no Fórum com objetivo de alcançar uma resolução comum para o caso (argumentação colaborativa dialógica); *fase 7* - produção de texto argumentativo no Fórum ou *Chat* por parte da dupla ou do trio, indicando a melhor solução para o caso (argumentação escrita colaborativa); *fase 8* - revisão e reelaboração por parte de cada aluno do texto individual produzido inicialmente (argumentação escrita individual) e da representação do

¹² <https://uspdigital.usp.br/jupiterweb/obterDisciplina?sgldis=SQF0321&verdis=2>

¹³ A ferramenta é um repositório de arquivos que pode ser alimentado pelo professor e pelos alunos. Todo material relacionado ao caso adicionado pelo professor fica disponível a todos os alunos, já os materiais adicionados pelos alunos ficam disponíveis apenas para o próprio aluno e para quem o professor compartilhar.

texto no formato de diagrama produzidos na ferramenta ArgPEC do eduqui.info; *fase 9* – produção de textos por parte dos alunos que reflitam, dentre outros aspectos, suas percepções sobre a experiência vivenciada no bimestre na ferramenta Diário do Caso¹⁴ do eduqui.info. Todas as produções dos alunos no eduqui.info e em sala de aula nas atividades relacionadas ao eduqui.info compõem os dados da presente pesquisa.

Na terceira e última etapa, de análise, os dados coletados durante a aplicação dos estudos de caso foram analisados gerando resultados que, no ciclo 1, permitiram aperfeiçoar o planejamento do ciclo 2, e que no ciclo 2 permitiram alcançar respostas para as questões de pesquisa colocadas neste texto. A Figura 28 ilustra o desenho metodológico da pesquisa, organizando as etapas e fases citadas anteriormente.

¹⁴ A ferramenta tem o objetivo de se tornar um diário de registros e anotações sobre as facilidades e dificuldades encontradas para solucionar o estudo de caso, considerações sobre o trabalho colaborativo e avaliação da estrutura e organização das principais ferramentas do eduqui.info utilizadas.

Figura 28 – Desenho metodológico da pesquisa no ciclo 1.

As atividades didáticas de cada uma das etapas e fases, de ambos os ciclos da pesquisa, são descritas na sequência no sentido de detalhar o percurso metodológico empreendido para cumprir tal desenho metodológico.

4.1. Ações desenvolvidas no ciclo 1: o estudo piloto

4.1.1 Etapa de planejamento

A etapa de planejamento foi iniciada com o desenvolvimento da primeira versão do eduqui.info com suas ferramentas e funções consideradas necessárias para permitir que as atividades de produção argumentativa a partir dos estudos de caso pudessem ser mediadas pelo veículo computacional, ampliando os momentos de interação dos estudantes com as fases de resolução de um estudo de caso. Uma descrição mais detalhada do eduqui.info e de suas ferramentas foi apresentada no capítulo *O eduqui.info*.

Complementa o planejamento do ciclo 1 a fase de produção de seis estudos de caso de caráter sociocientífico, três para cada turma, de maneira que em cada turma foram utilizados um estudo de caso do tipo estruturado, um mal-estruturado e outro de múltiplos problemas, conforme classificação proposta por Sá (2010). Este arranjo teve como objetivo averiguar o funcionamento dos diversos tipos de casos no contexto do eduqui.info para procurar indicar qual deles proporcionaria condições para melhor produção argumentativa dos alunos.

Desde 2010, os alunos do Programa de Pós-graduação em Química do IQSC têm como uma das atividades na disciplina *Aspectos Avançados da Docência no Ensino Superior de Química* (SQF5798)¹⁵ a elaboração de um estudo de caso associado a uma proposta didática centrada na utilização do mesmo. Em geral, são utilizados temas recentes publicados em revistas de divulgação científica (Pesquisa FAPESP, Ciência Hoje etc.) como fonte de inspiração para a produção dos casos. Os estudos de caso empregados no ciclo 1 foram adaptados a partir de seis estudos de caso dentre os produzidos pelos alunos nos últimos dois anos.

Os dois estudos de casos estruturados selecionados e adaptados se intitulam: *Dê a Cipreste algo que preste e 2012: O fim do mundo começa no Acre!!!*. Os dois casos são

¹⁵ <https://uspdigital.usp.br/janus/componente/catalogoDisciplinasInicial.jsf?action=3&sgldis=SQF5798>

estruturados, pois apresentam “de forma bem definida no contexto da narrativa o problema a ser resolvido” (SÁ, 2010, p. 115). Os dois estudos de casos mal-estruturados selecionados e adaptados se intitulam: *Gêmeos, genéricos e quirais: são mesmo todos iguais?* e *O silêncio das abelhas*. Cada uma das alternativas de apontamento do problema, em ambos os estudos de caso, abre um leque de soluções possíveis. Isto os caracteriza como mal-estruturados, pois não definem objetivamente o problema principal do caso, “ficando a cargo dos estudantes a tarefa de identificação do problema a ser investigado, a análise das possíveis alternativas de solução para resolvê-lo e a posterior tomada de decisão sobre a alternativa mais adequada” (SÁ, 2010, p. 115). Os dois estudos de caso de múltiplos problemas selecionados e adaptados se intitulam: *Arquivo X* e *Com o pé no fosfogesso*. Os dois estudos de caso se caracterizam como de múltiplos problemas, uma vez que “na análise do caso o estudante percebe a necessidade de solucionar outros problemas inerentes ao problema principal apresentado no contexto do caso” (SÁ, 2010, p. 116).

4.1.2 Etapa de execução

A etapa de execução, posterior ao planejamento, corresponde à utilização do eduqui.info. A execução foi, como mencionado anteriormente, parte constituinte do programa da disciplina Comunicação e Expressão em Linguagem Científica II. Esta contava com o aluno de doutorado, autor do presente texto, e aqui denominado de pesquisador, auxiliando o docente na condução das atividades relacionadas ao eduqui.info.

No semestre de execução do ciclo 1, a disciplina contava com 57 alunos matriculados, divididos em duas turmas com aulas em dias diferentes. Uma delas, aqui referida como Turma A, com 27 alunos e outra, aqui denominada Turma B, com 30. Entretanto, finalizaram todas as atividades 49 alunos nas duas turmas, sendo, respectivamente, 23 e 26 alunos nas Turmas A e B.

A etapa de execução é cumprida após concluir as nove fases definidas na Figura 28. Para isso, foram utilizadas nove semanas letivas, nas quais foram intercaladas atividades vinculadas à produção argumentativa individual e colaborativa em torno dos estudos de caso e demais atividades que compunham o programa da disciplina. A sequência de atividades de cada fase é descrita na sequência.

Fase 1 a Fase 3

A primeira fase da etapa de execução consiste em distribuir os estudos de caso, o que aconteceu desde a primeira semana, quando os estudantes receberam os estudos de caso impressos. Para a distribuição dos estudos de caso foram considerados os três grupos já formados em cada turma para realização de atividades anteriores ao eduqui.info na disciplina. Neste contexto, mantendo-se a formação dos grupos, se trabalhou com três estudos de caso em cada turma. A relação entre os estudos de caso e os totais de alunos que participaram de todas as etapas do processo de sua resolução está apresentada no Quadro 14.

Quadro 14 - Relação entre os estudos de caso do ciclo 1 e os totais de alunos que participaram de todas as etapas do processo de sua resolução.

Turma A	
Estudo de caso	Total de alunos
Dê a Cipreste algo que preste (CIP)	10
Arquivo X (AQX)	7
O silêncio das abelhas (ABE)	6
Turma B	
Estudo de caso	Total de alunos
Com o pé no fosfogesso (FOS)	8
Gêmeos, genéricos, quiraís: são mesmo todos iguais? (GGQ)	9
2012: O fim do mundo começa no Acre! (ACR)	9

Durante a aula da primeira semana os alunos receberam anexo ao estudo de caso um questionário no qual deveriam, após a leitura inicial do caso, registrar o que sabiam a respeito do assunto nele abordado e o que acreditavam que deveriam pesquisar a respeito para resolvê-lo (Apêndice 2).

Nessa aula os alunos também foram orientados sobre como realizar as três tarefas seguintes. Essas tarefas dizem respeito às fases 2 (realização de pesquisas/coleta de artigos sobre o tema tratado no caso e adição ao *Kit* Caso do eduqui.info) e 3 (produção de texto e diagrama argumentativo individual inicial no ArgPEC do eduqui.info indicando a melhor solução para o estudo de caso). As duas primeiras tarefas deveriam ser executadas no prazo de uma semana e enviadas para o *email* do pesquisador. Uma tarefa consistia na pesquisa de informações a respeito do caso que os auxiliassem a solucioná-lo. Eles deveriam enviar no *email* um documento de texto com todas as referências, tanto no formato de *hiperlink* da Internet quanto referências bibliográficas de artigos e livros. A outra tarefa consistia em os alunos, após as pesquisas, responderem um questionário que favorecia a tomada de decisão durante a resolução do caso. Para isso, precisavam identificar o problema, produzir critérios

para caracterizá-lo, gerar alternativas, avaliar as alternativas e escolher a melhor solução (Apêndice 3). O questionário é adaptado da dissertação de Sá (2006), que considerou no questionário as etapas do Modelo Normativo de Tomada de Decisão de Kortland (1996).

A terceira tarefa dizia respeito à produção individual da solução textual argumentativa do caso pelos alunos. O texto deveria ser concluído em duas semanas, ter um mínimo de 750 palavras e ser enviado previamente por *email*, apesar de em fases posteriores da etapa de execução ter sido obrigatório o registro do texto no eduqui.info.

Para auxiliar na produção da solução argumentativa, os alunos receberam uma representação do Modelo de Toulmin (2001), que será apresentado em detalhes no capítulo *Argumentação Colaborativa Mediada por Computador: Quadro Analítico*, com indicação de níveis de complexidade de argumento (Apêndice 4). Também receberam o Modelo de Argumentação Aplicável a Processos de Resolução de Questões Sociocientíficas (Apêndice 5), adaptado do modelo proposto por Sá (2010).

Durante o prazo dado para envio das tarefas foi apenas mantido o monitoramento do recebimento enquanto os alunos desenvolviam outras atividades relacionadas à disciplina em sala de aula. A primeira aula após esse período, tanto para a Turma A quanto para a Turma B, iniciou com a reunião dos alunos com o professor e o pesquisador em sala de aula, na qual o professor fez uma apresentação das atividades que seriam realizadas. Durante esse período da aula os estudantes receberam também os critérios utilizados na avaliação das atividades que seriam realizadas no eduqui.info e assinaram o Termo de Consentimento e Informação a respeito de suas participações na pesquisa (Apêndice 6).

Finalizado esse primeiro momento com todos os alunos em sala de aula, alguns deles tiveram o primeiro contato com o eduqui.info. Na segunda metade da aula os alunos que receberam o estudo de caso dos grupos AQX e ABE, na Turma A, e os casos GGQ e ACR, na Turma B, foram para a sala de informática destinada aos alunos de graduação do IQSC, denominada Pró-aluno, enquanto os demais continuaram na sala de aula realizando outras atividades relacionadas à disciplina, porém não ao eduqui.info.

A sala Pró-aluno contava com vinte computadores e, em razão desse número restrito, as atividades foram distribuídas de forma que sempre houvesse no máximo grupos correspondentes a dois estudos de caso por vez na sala. Os grupos que foram para a sala Pró-aluno nessa semana receberam um roteiro de utilização inicial do sistema (Apêndice 7), que se destinava a levá-los a conhecer o máximo das ferramentas durante o período que teriam para utilizar a sala de informática. Antes do início da aula todos os alunos foram previamente

cadastrados, utilizando como nome de usuário (*login*) o último sobrenome e como senha 123. Assim, o início da utilização do eduqui.info foi reservado para os estudantes atualizarem seus dados cadastrais, acessarem o sistema e editarem o perfil, incluindo, principalmente, outra senha. Em seguida, os alunos foram orientados a trocar mensagens com os colegas por meio da ferramenta de mensagens particulares; conhecer a ferramenta de membros *on-line*, que exibe os usuários com perfil ativo no momento do acesso; e alterar a cor da interface do sistema, caso desejassem, por um dos padrões de cores disponíveis.

Na sequência, foi apresentado o menu mais importante do sistema, o *Meus Grupos*. Nele, ficam listados todos os grupos que o aluno ou professor faz parte. Cada aluno tinha em sua tela listado apenas um grupo. Ao acessá-lo, era exibida a tela inicial correspondente, contendo o estudo de caso associado, o mesmo que havia recebido impresso na primeira semana, e as ferramentas de apoio ao processo de resolução do estudo de caso. Na sequência se cumpriu passo a passo cada item do roteiro de utilização inicial do sistema apresentado no Apêndice 7. Entre os itens estava a inclusão no *Kit* Caso do aluno os dois arquivos que haviam enviado por *e-mail* na semana anterior (os *links* das pesquisas de temas relacionados ao caso e as respostas do questionário do Apêndice 3) e a inclusão da resolução textual argumentativa inicial do caso, conforme solicitado na primeira semana, na ferramenta ArgPEC. Em seguida, ainda individualmente, o aluno deveria iniciar a construção de um diagrama argumentativo na mesma ferramenta a partir do texto produzido. Devido à demanda de tempo necessária para se produzir o diagrama, a ferramenta permite que sua construção seja iniciada, mas finalizada em outro momento.

Os alunos dos grupos que receberam o estudo de caso CIP, na Turma A, e FOS, na Turma B, realizaram essas atividades no eduqui.info na semana seguinte.

Fase 4 e Fase 5

A fase 4 de execução do ciclo 1 consistia em o professor analisar as soluções apresentadas aos estudos de caso e formar duplas ou trios compostos por alunos que indicaram distintas soluções para um mesmo caso. As resoluções dos alunos para cada estudo de caso foram lidas e os estudantes organizados em grupos de dois ou, eventualmente, três membros, buscando reunir as mais opostas soluções para o mesmo estudo de caso dentro de cada grupo. Na ferramenta Fórum do eduqui.info foi aberta uma discussão para cada dupla ou trio no sentido de permitir que cada um de seus integrantes argumentasse em favor de sua solução e contra-argumentasse a(s) solução(ões) proposta(s) pelo(s) colega(s). Ao fim da

discussão, o grupo deveria alcançar uma única solução conjunta. Durante a discussão os alunos só tinham acesso à sua discussão, sendo negada a permissão às demais.

Para auxiliar no fomento de informações aos alunos, o *Kit* Caso de um aluno foi compartilhado com o(s) outro(s) com quem ele discutia no Fórum. Além disso, foram disponibilizadas as soluções argumentativas iniciais dos alunos pertencentes àquela discussão. Com isso, se cumpre também a fase 5 (acesso aos alunos do texto e da representação produzida pelo seu parceiro de dupla ou seus parceiros de trio, disponíveis no Fórum do eduqui.info) da etapa de execução do ciclo 1.

Fase 6

A fase 6 corresponde ao estabelecimento de discussão entre os membros das duplas e do trio, no Fórum, com objetivo de alcançar uma resolução comum para o caso por meio de argumentação colaborativa dialógica. Essa fase foi iniciada na quarta semana com prazo de conclusão para a semana seguinte. As atividades no eduqui.info dessa semana foram combinadas com as previstas para a sala de aula de maneira que ao término da aula os alunos tivessem iniciado essa discussão, aqui denominada de Fórum I.

Durante a semana que tiveram para finalizar essa fase, as discussões eram monitoradas de maneira que quando o professor percebia que se havia alcançado a solução conjunta final, era enviada uma mensagem informando que a discussão estava encerrada, porém os alunos deveriam respeitar um mínimo de cinco mensagens para cada membro da dupla ou do trio.

Para finalizar essa fase, à medida que os alunos iniciavam o Fórum I era apresentada a ferramenta Diário do Caso, que tinha por objetivo se tornar um diário de registros e anotações sobre as facilidades e dificuldades encontradas para solucionar o estudo de caso, considerações a respeito do trabalho colaborativo e avaliação da estrutura e organização das principais ferramentas do eduqui.info utilizadas. O Diário também deveria ser utilizado para indicar as habilidades adquiridas e conhecimentos construídos durante as fases percorridas para solucionar o caso. Cada mensagem adicionada ao Diário deveria ser vinculada a um dos assuntos que eram incluídos à medida que se julgava pertinente ao estágio alcançado de utilização do sistema. No total, sete assuntos foram incluídos durante a execução do ciclo 1:

1. Considerações sobre a realização do trabalho colaborativo (Fórum e *Chat*): facilidades, dificuldades, sugestões para aperfeiçoar o processo;
2. Representatividade das categorias das seções do *Kit* Caso e sugestão de adaptações;

3. Considerações sobre as informações solicitadas no perfil;
4. Considerações sobre as ferramentas atividades, avisos e cronograma;
5. Considerações sobre o estudo de caso e o processo de resolução;
6. Considerações sobre as ferramentas Fórum e/ou *Chat* e as discussões empreendidas nessas ferramentas;
7. Aprendizado/habilidades aperfeiçoado(as) com o trabalho de resolução do caso.

Fase 7

Nas quinta e sexta semanas os alunos tinham que executar atividades relacionadas ao eduqui.info e a outras tarefas pertinentes à disciplina. Logo, os horários continuaram combinando atividades em sala de aula e no eduqui.info, na sala Pró-aluno. Com isso, foram combinadas atividades no sentido de, ao término das duas semanas, se cumprir a fase 7 (produção de texto argumentativo nas ferramentas Fórum ou *Chat* por parte da dupla ou do trio, indicando com argumentação escrita a melhor solução colaborativa para o caso) de execução do ciclo 1. Essa discussão foi denominada de Fórum II. O Fórum II consistiu em cada dupla ou trio, após chegar a uma solução conjunta para o estudo de caso no Fórum I, produzir um texto argumentativo de sua solução com no mínimo quinhentas palavras. Cabe destacar que uma das turmas realizou o Fórum I na própria ferramenta Fórum, enquanto a outra turma executou essa atividade na ferramenta *Chat*. Com isso, durante a análise, seria possível o estabelecimento de critérios que permitissem uma comparação sobre qual ferramenta melhor suportaria a produção colaborativa do texto: o próprio Fórum ou o *Chat*? Na sétima semana ainda foi reservada a sala Pró-aluno para que todos os alunos que necessitassem finalizar alguma das fases até então percorridas o fizessem.

Fase 8

Na semana em que todos os alunos já haviam encerrado o Fórum II foi solicitado que, novamente de maneira individual, produzissem solução argumentativa, porém nesse momento de caráter final, com no mínimo 1500 palavras, e novo diagrama final a partir do novo texto. O prazo para a realização dessa atividade era até a semana seguinte. Com isso, se finalizou a fase 8 (argumentação escrita individual final e construção de diagrama de argumentação) da execução do ciclo 1.

Em razão do número limitado de computadores, os alunos que desejassem poderiam realizar as atividades dessa fase em sua residência ou em outros computadores

disponibilizados pela Instituição, além dos pertencentes à sala Pró-aluno. Cabe ressaltar que todas as etapas realizadas na sala Pró-aluno tiveram apenas como propósito facilitar a exposição das atividades e auxiliar os estudantes para que pudessem dirimir suas dúvidas. Porém, durante todo o período de aplicação dos estudos de caso o sistema era acessível por meio da Internet de qualquer computador, possibilitando que os alunos concluíssem com maior tranquilidade as atividades ao longo da semana, até a aula seguinte.

Fase 9

Na última semana de execução do ciclo 1 foi finalizada a fase 9 dessa etapa com a produção dos últimos textos com as percepções sobre a experiência vivenciada no bimestre na ferramenta Diário do Caso. Com as avaliações dos alunos do sistema e do trabalho com os estudos de caso, esta semana se caracteriza como a data final de inclusão das últimas atividades solicitadas e como o momento de início da organização dos dados produzidos.

4.1.3 Etapa de análise

Finalizada a etapa de execução do ciclo 1, foi restringido o acesso dos alunos ao sistema e foram gerados os relatórios e estatísticas do trabalho. Os seguintes dados coletados compõem o escopo de informações da aplicação dos estudos de caso no ciclo 1:

- Tarefas iniciais enviadas por *email* ou realizadas em sala (Respostas ao questionário *O que sei sobre o caso? E o que ainda preciso saber?*; Referências das pesquisas realizadas sobre o caso; Respostas ao questionário baseado no Modelo Normativo de Tomada de Decisão Kortland (1996));
- Estatísticas de cada aluno (Sumário das informações a respeito de acessos; Percentuais de acessos por dia, semana, mês e horário; Percentuais de informações sobre o sistema utilizado para acessar, como por exemplo, os *web browser*, os sistemas operacionais e as configurações de resolução de tela; Percentuais e totais de visualização de cada tela do eduqui.info);
- O relatório com a resolução individual dos estudantes (texto argumentativo inicial e final; diagrama inicial e final);
- Relatório das discussões dos estudantes em cada grupo no Fórum I;

- Relatório das discussões dos estudantes em cada grupo no Fórum II;
- Relatório das informações depositadas no Diário do Caso;
- Resumo dos materiais incluídos no *Kit* Caso;

De posse dos dados foi iniciada a última etapa do ciclo 1, a etapa de análise. Nela foram utilizadas as definições teóricas e metodológicas de avaliação de produção argumentativa em discussões colaborativas mediadas por computador e a produção argumentativa individual e colaborativa à luz dos referenciais de Baker et al. (2007) e de Clark e Sampson (2008). Os referenciais são brevemente definidos no capítulo *Argumentação Colaborativa Mediada por Computador: Quadro Analítico*. Todavia, uma descrição detalhada a seu respeito, seguida da análise das discussões colaborativas ocorridas no Fórum, é apresentada em Souza, Cabral e Queiroz (2015). Já um relato da análise dos textos decorrentes da argumentação individual e colaborativa é apresentado em Souza e Queiroz (2015).

Ao término do processo de análise se elencou uma série de adaptações de todas as três etapas desse ciclo para o posterior, o ciclo 2, que é aquele empregado para alcançar maior aprofundamento na análise dos resultados, em resposta aos objetivos aqui buscados.

4.2 Ações desenvolvidas no ciclo 2: adaptações ao estudo piloto

Com base nas considerações, anotações e observações realizadas durante as três etapas do ciclo 1, foram indicadas adaptações necessárias para a continuidade da pesquisa. Assim, *tendo concluído o primeiro ciclo de planejamento, execução e análise, quais as conclusões que dele emergem no sentido de aperfeiçoar as atividades didáticas para a realização de um segundo ciclo com expectativas de ocorrência de práticas argumentativas em melhor qualidade?* foi a pergunta respondida nessa etapa contemplando as três etapas do ciclo 1 (Figura 28) e inclui, portanto, modificações nas funcionalidades do eduqui.info e produção dos estudos de caso (fases da etapa de planejamento), nas formas de conduzir o processo argumentativo de resolução dos estudos de caso junto aos alunos (fases da etapa de execução) e nas metodologias de análises dos dados gerados na pesquisa (fases da etapa de análise).

A sequência de etapas e fases do ciclo 2, por outro lado, não apresentou necessidade de modificações em relação ao ciclo 1. As modificações dizem respeito somente à forma

como conduzir cada fase. Assim, a Figura 28 é também representativa da organização das intervenções realizada no período de aplicação do ciclo 2.

Para melhor indicação de todas as modificações atribuídas a este ciclo, elas são apresentadas ao longo das três principais subseções a seguir, traçando correlação entre a natureza da modificação e a etapa correspondente.

4.2.1 Etapa de planejamento

Sobre a fase 1 da etapa de planejamento (desenvolvimento do eduqui.info), partiu-se da versão desenvolvida para o ciclo 1. Essa versão foi, durante toda a etapa de execução, constantemente monitorada no sentido de se identificar falhas, que quando registradas eram imediatamente corrigidas, caso se julgasse a possibilidade de comprometer o andamento da aplicação dos casos. Se, por ventura, não fosse constatada a urgência em atender tal falha, ela era considerada como melhoria a ser efetivada para o ciclo 2 da pesquisa. Além disso, outras possibilidades de melhorias detectadas durante a execução do estudo piloto, no sentido de elevar o desempenho do eduqui.info, foram elencadas. No total, foram reunidas quatorze necessidades de adaptação no eduqui.info que foram acomodadas, conforme listado a seguir. O eduqui.info foi apresentado no capítulo *O eduqui.info* já na versão atualizada e melhorada, desenvolvida na etapa de planejamento do ciclo 2.

1. A seção Estatísticas da ferramenta Gerência do Professor do eduqui.info permite, em uma de suas telas, extrair dados percentuais sobre a configuração do computador utilizado pelo aluno para acessar o sistema. Mais especificamente, alguns dos dados fornecidos dizem respeito ao sistema operacional, navegador e resolução de tela. Tais informações são importantes quando se planeja desenvolver melhor interface para os usuários, sejam alunos ou professor, pois é possível melhor dimensionar e dispor as informações nas páginas de acordo com o perfil da configuração mais utilizada pelos usuários em seus computadores. Entretanto, os bancos de dados dessas três informações estavam desatualizados, tendo sido necessário inserir todas as resoluções dos monitores mais modernos e as novas versões de navegadores e sistemas operacionais lançados nos últimos anos.
2. Outra tela da seção Estatísticas da ferramenta Gerência do Professor permite obter o total de visualizações que cada aluno fez a cada tela do eduqui.info. Essa é uma

informação necessária para se compreender quais informações ou ferramentas são mais acessadas pelos alunos. Contudo, foi notado que a ferramenta não diferenciava a contagem de visualizações efetuadas na ferramenta ArgPEC do eduqui.info para construção do digrama argumentativo inicial e para o final. Da mesma forma não diferenciava as visualizações efetuadas para solucionar o estudo de caso com texto argumentativo inicial e o final. Essas informações foram diferenciadas para melhor tratamento estatístico.

3. A seção Estatísticas da ferramenta Gerência do Professor não diferenciava também as três telas que compõem a ferramenta *Kit Caso*, somando, portanto, todas as visualizações em uma única tela. As três telas são a inicial, a do próprio *Kit Caso* do aluno ou de outro aluno e a de inclusão de novas informações ao *Kit Caso*. Essas informações foram diferenciadas para melhor tratamento estatístico.
4. Por meio da seção Estatísticas da ferramenta Gerência do Professor, que permite o acompanhamento das telas visualizadas pelos alunos, foi identificado o acesso de alguns alunos às caixas de mensagens de outros alunos. Essa é uma falha de segurança, cuja correção foi necessária.
5. A seção Relatórios da ferramenta Gerência do Professor do eduqui.info permite extrair relatórios de diversas produções textuais dos estudantes. Ela foi alterada no sentido de melhor apresentação dos relatórios, com a inserção de títulos identificando o grupo, os alunos e o estudo de caso relacionado com cada relatório.
6. O professor, ao associar um estudo de caso novo ao grupo de estudo deve definir os prazos de cada uma das quatro etapas de resolução do caso, além de definir orientações diversas para a sua resolução. No momento da associação de um novo estudo de caso ao grupo são criados automaticamente para aquele grupo um fórum de discussão na ferramenta Fórum, uma sala de *chat* na ferramenta *Chat* e todas as permissões dessas duas ferramentas e de outras, como Tarefas, Avisos e *Kit Caso*. Entretanto, foi necessário alterar a ferramenta no sentido de automaticamente serem incluídas na ferramenta Cronograma do grupo as datas de todas as atividades previstas pelo professor ao associar o novo estudo de caso.
7. A ferramenta Gerência do Professor é dividida em cinco seções: Gerência de Conteúdo, Biblioteca de Casos, Estatísticas, Relatórios e Gerência de Alunos. Foi necessário incluir na seção Gerência de Alunos a opção de o professor incluir alunos ao grupo de estudo e também excluí-los, atribuições que eram exclusivas do administrador.

8. A parte da ferramenta Gerência do Professor denominada Gerência de Conteúdo centraliza várias ações do professor relacionadas à criação, edição e exclusão de materiais, como por exemplo, os materiais do *Kit* Caso, atividades, avisos, eventos na ferramenta Cronograma e associar estudos de caso. Embora essas ações digam respeito a outras ferramentas, se verificou a necessidade de centralizar todas essas atividades de gerência em uma única ferramenta em vez de distribuir pelas suas respectivas ferramentas. Assim, foi finalizada a padronização, tendo sido criada a opção de abertura de salas de discussão no Fórum e no *Chat*, que eram feitas somente nas próprias ferramentas.
9. Relacionado à abertura de salas de discussão no Fórum e no *Chat* foi necessário incorporar a opção de, ao criar tais salas de discussões, dar a opção de o professor logo atribuir as permissões aos alunos que poderão acessar a discussão, evitando que a atribuição de permissões fosse realizada somente após a criação das salas na Gerência de Alunos.
10. Ainda na seção Gerência de Alunos da ferramenta Gerência do Professor foi incluído um formulário de contato entre o professor e todos os alunos do seu grupo. A comunicação entre alunos e professor se dava pela ferramenta de mensagens particulares, porém essa permite apenas a comunicação entre dois usuários de cada vez, o que exigia para o professor se comunicar com todos os alunos de seu grupo enviar uma mensagem de cada vez.
11. Em todos os relatórios que a ferramenta Gerência do Professor permite extrair é fornecido, no final de cada texto, o número de palavras e caracteres contidos naquele texto, que pode ser uma mensagem do Fórum ou do *Chat*, uma opinião do Diário do Caso ou uma solução argumentativa textual. Como na pesquisa foram estabelecidos limites mínimos de palavras para as soluções argumentativas dos alunos, foi incorporada na ferramenta ArgPEC o mesmo contador de palavras para agilizar a avaliação das respostas pelo professor.
12. Uma função que era exclusiva do administrador no eduqui.info e que assim permaneceu é a criação de grupos de estudo. Entretanto, visando tornar mais dinâmica a criação de novos grupos de estudo, foi criado um formulário de solicitação de abertura de grupo na tela inicial do professor, o qual pode ser preenchido com as informações necessárias e submetido ao administrador.

13. Toda a atividade no eduqui.info que requer a manipulação de cadastros de alunos, como por exemplo, enviar mensagem privada, aplicar permissões, incluir alunos aos grupos de estudos, tem a exibição sempre da lista de todos os alunos cadastrados no sistema. Para facilitar tais manipulações de alunos foi necessário rever os alunos cadastrados e excluir aqueles que não mais participam de nenhuma atividade.
14. Nas estatísticas de horários mais utilizados para acessos ao eduqui.info foi observado que um dia após a mudança do horário de verão o sistema registrava os horários de acesso com uma hora de atraso, o que influenciava em erros na confiabilidade da estatística de acessos por horário e também por dia, já que acessos entre 00:00 e 01:00 estavam sendo registrados para o dia anterior. O horário utilizado pelo sistema para calcular as estatísticas é o horário do computador utilizado para armazenar e publicar o eduqui.info. Assim, foi contatada a empresa que fornece esse serviço para imediata resolução dessa falha. Porém, foi uma observação necessária durante o ciclo 2 a averiguação da conformidade do horário durante a aplicação dos estudos de caso.

As mudanças realizadas, elencadas acima, visaram não somente explorar as potencialidades do eduqui.info para a continuidade da pesquisa, mas também torná-lo mais flexível para utilização em outros contextos, com pesquisadores e professores não envolvidos com a atual fase de desenvolvimento. Um exemplo disso é a modificação número doze, que tornou mais dinâmica a criação de grupos de estudo, projetando um cenário futuro de possível distribuição do eduqui.info para uso em outras instituições.

Sobre a fase 2 da etapa de planejamento (produção de estudos de caso), foi observado na etapa de análise do ciclo 1 que as discussões colaborativas realizadas no fórum alcançaram maior aprofundamento e qualidade de fundamento dos argumentos entre as discussões decorrentes de estudos de caso do tipo estruturado frente às discussões observadas nos grupos que receberam estudos de caso mal-estruturados e de múltiplos problemas. Uma possível interpretação para esse fato decorre da observação que os casos estruturados possuem uma questão clara e explícita a ser investigada. Já os outros tipos requerem outras abordagens. Os de múltiplos problemas ampliam o foco de abordagem necessária para atingir a solução e os mal-estruturados exigem que, antes de definir a solução, seja definido o problema. Dessa forma, esses dois últimos tipos requerem um período de tempo maior para que se alcance o nível de aprofundamento de todo o argumento iniciado. Assim, foi definido que no ciclo 2

fossem utilizados somente estudos de caso estruturados. Além disso, foi decidido não mais utilizar estudos de caso produzidos pelos estudantes da disciplina SQF5798, ficando sob responsabilidade da equipe do projeto de pesquisa a escrita dos estudos de caso. Essa decisão foi pautada no fato de poucos estudos de caso produzidos pelos estudantes dessa disciplina serem do tipo estruturado e na compreensão de que os pesquisadores poderiam construir estudos de caso mais alinhados com o tipo de abordagem que produziu os melhores resultados durante o ciclo 1.

Foram elaborados quatro estudos de caso estruturados, cujos títulos são: *Idade do plástico*, *Cana-de-açúcar pelos ares*, *Socorro, eu não quero alface!* e *De galão em galão, prainha vai para o ralo*. O texto completo de cada caso, bem como os nomes dos autores, estão apresentados no Apêndice 8. Apenas o último teve os materiais suplementares criados no modelo daqueles efetuados pelos alunos da disciplina SQF5798, tendo o material sido disponibilizado na página do GPEQSC após ser encerrada a etapa de execução do ciclo 2. Segue breve apresentação de cada um dos estudos de caso.

O estudo de caso *Idade do plástico* narra uma situação acadêmica dos alunos Poly e Homero, matriculados em um curso de química. Eles, durante um almoço, aventaram a possibilidade de os plásticos não serem os vilões contra o meio ambiente como, às vezes, é dito, mas a solução contra a extração vegetal e mineral. Essa percepção foi criada ao perceberem que a humanidade já passou pelas idades da pedra, da pedra lascada, da pedra polida, do ferro, do cobre, do bronze e, para alguns, está agora vivendo a idade do plástico. No passado praticamente todos os objetos existentes, de carros a roupas, eram feitos de metais, cerâmica vermelha e branca, vidro, madeira e tecidos de origem vegetal e animal (algodão, lã, seda, couro etc). Já nos dias atuais esses materiais são cada vez mais substituídos pelos plásticos por serem, na maior parte das vezes, mais baratos, leves, resistentes, duráveis e fáceis de produzir e moldar. Assim, Poly e Homero viram que a imagem ruim do plástico pode estar ligada ao seu descarte e durabilidade no meio ambiente. Como estavam sem tema para o Trabalho de Conclusão de Curso e já vislumbravam um projeto para o mestrado, os dois resolveram pensar em alternativas às embalagens plásticas, iniciando pelo politereftalato de etileno (PET). Os alunos, então, colocados no papel de amigos de Poly e Homero, se juntariam a eles na busca da melhor alternativa para superar esses dois problemas atribuídos ao plástico.

O estudo de caso *Cana-de-açúcar pelos ares* aborda o trabalho de locação de aeronaves, mais especificamente a frota de Clóvis, um empresário desse ramo da cidade de

Bauru, em São Paulo. Clóvis possui diversas aeronaves que aluga para clientes particulares. Contudo, em meio à crise econômica, ele estava sofrendo perdas consideráveis e, sendo assim, pensava em diferentes formas de diminuir o gasto mensal com a manutenção e circulação dos aviões. Em uma tarde em que os negócios não iam bem, Clóvis sentou-se à mesa de um bar com seu primo Joaquim, químico em uma empresa de embalagens da cidade. Clóvis, profundamente amargurado com os prejuízos, alegava que só o setor de produção de etanol estava lucrando na região e desejou que fosse possível abastecer seus aviões com etanol, pois a gasolina de aviação estava muito caro. Inicialmente os dois consideraram isso uma piada, porém, no dia seguinte, Clóvis ligou para Joaquim dizendo que ficou pensando nessa proposta e que queria investir nela. Joaquim, por sua vez, disse que entraria em contato com o grupo de pesquisa em biocombustível da universidade local para investigar se era possível. Os alunos, colocados no papel de integrantes de tal grupo de pesquisa, deveriam apresentar a solução de utilização do uso de etanol como combustível de aeronave.

O estudo de caso *De galão em galão, a prainha vai para o ralo* narra a história da cidade de Macaé, no Rio de Janeiro, como pequena colônia de pescadores que possuía cerca de quarenta mil habitantes até a década de 1970, e a de um senhor, o Seu João, que morou toda a vida na cidade, onde trabalhou como pescador. Nos dias atuais, em conversa com seu neto, ele lamenta o quanto a cidade mudou desde quando exercia sua profissão. Bastante aborrecido com toda a alteração nos rios e praias da região causada pela forte industrialização que aportou na cidade em virtude das atividades de exploração de petróleo, Seu João apontou vários locais para seu neto, contando como eram na sua época e descrevendo como estão hoje, após a rápida industrialização da cidade, modificados por problemas ambientais e sociais, como a poluição das praias em consequência, dentre outros fatores, de sucessivos derramamentos de petróleo e óleos, em geral, de embarcações no entorno do porto da cidade. O filho de Seu João é funcionário em uma empresa de consultoria ambiental e resolveu insistir com a diretoria da empresa para que investisse em algum produto e/ou técnica para remoção de petróleo em casos de vazamentos. Assim, os alunos, colocados no papel de membros da equipe de consultores contratados pela empresa, deveriam apresentar solução para mitigar os problemas gerados por pequenos vazamentos de petróleo em regiões próximas à costa.

O estudo de caso *Socorro, eu não quero alface!* narra a história de uma doceira de nome Socorro, residente na cidade de Campos dos Jordão, em São Paulo. Uma de suas mais fiéis clientes era Marilda, outra jordanense, que estava pesando 130kg. Mesmo com seu peso, Marilda, toda vez que chegava à loja de Socorro, dizia que não queria viver de alface e pedia

os doces, ignorando as súplicas do marido, para que ela cessasse de comê-los, especialmente depois que viu na televisão que diversos tipos deles contêm gordura *trans*. Após ser consultada por Marilda se seus doces continham gordura *trans*, Socorro recorreu ao seu filho, estudante de química da Unicamp. O interesse por essa informação também se completava com a necessidade de adequar a doceria às normas e legislações, possibilitando a expansão da produção em escala maior que a caseira. Após assumir que, certamente, os doces continham gordura *trans* em razão dos ingredientes, seu filho prometeu que buscaria alternativas na universidade. Os alunos, colocados no papel de amigos do filho de Socorro, deveriam ajudá-lo a propor a melhor solução para eliminar a gordura *trans* dos doces.

4.2.2 Etapa de execução

No semestre de execução do ciclo 2, a disciplina Comunicação e Expressão em Linguagem Científica II novamente foi dividida em duas turmas com aulas em dias diferentes. Dessa vez, contava com 61 alunos matriculados, sendo uma das turmas com 24 alunos e outra com 37. A pesquisa foi realizada apenas com a turma com o maior quantitativo de alunos. A decisão se baseou no fato do total de 37 alunos ser relativamente próximo ao total de alunos que concluiu todas as fases no ciclo 1, 49 alunos. Se baseou também na observação feita no capítulo *Introdução* relativa ao predomínio da faixa 21-40 entre os totais mais frequentes de alunos em pesquisas de natureza correlata a aqui apresentada.

Para a etapa de execução, as nove fases que envolvem todo o processo de solução individual e colaborativa dos estudos de caso no eduqui.info foram mantidas, porém com algumas modificações em relação ao ciclo 1. Essas modificações são oriundas do processo de análise do ciclo anterior e das observações realizadas a seu respeito pelo professor e pelo pesquisador durante toda a aplicação dos estudos de caso. No total, foram reunidas nove alterações da condução da aplicação dos novos estudos de caso que foram incorporadas ao segundo ciclo da pesquisa.

1. Ao final da execução do ciclo 1 se verificou que as informações adicionadas pelos estudantes na ferramenta Diário do Caso, em alguns aspectos, fugiam ao definido pelos assuntos cadastrados. Em virtude da ocorrência de informações fora do escopo desejado pelas categorias pré-definidas, se tornou necessário melhor esclarecimento dos objetivos da ferramenta ao longo do ciclo 2.

2. Ainda sobre o Diário do Caso, no ciclo 1 foram a ele adicionados assuntos à medida que o aluno completava a etapa correspondente da tarefa. No entanto, os últimos assuntos acrescentados tiveram total de informações adicionadas significativamente inferior aos assuntos apresentados no início da aplicação dos casos. Dessa forma, foi considerado mais adequado iniciar o ciclo 2 com todos os assuntos das informações do Diário do Caso cadastrados e visíveis.
3. Ao longo do ciclo 1 ficou evidente a necessidade de dividir cada uma das Turmas A e B, pois não era possível todos utilizarem ao mesmo tempo a sala Pró-aluno. Com a obrigação de dividir, havia, em alguns momentos, dois grupos na sala Pró-aluno sendo que cada um estava em um estágio de execução das tarefas. Em outros momentos, as tarefas executadas por um grupo em uma semana só eram apresentadas para o outro grupo na semana seguinte. Para evitar esse descompasso, durante o ciclo 2 foi utilizado mais um laboratório de informática da instituição para que todos os alunos de uma turma pudessem fazer as atividades ao mesmo tempo.
4. No ciclo 1, em virtude do limitado número de semanas para aplicação da proposta, em cada semana estavam bem definidas as tarefas a serem cumpridas, tanto as relacionadas ao eduqui.info quanto às demais que compunham a disciplina. Entretanto, muitos alunos não finalizavam as tarefas do eduqui.info em sala de aula, ficando com a responsabilidade de terminá-las em outros horários, até a semana seguinte. Alguns não cumpriam os prazos e tentavam terminar as tarefas anteriores durante a execução das novas. Essa foi uma conduta vetada para o ciclo 2. Nessa mesma perspectiva, foi decidido não mais concentrar as tarefas em cerca de dois meses, como realizado no ciclo 1, mas distribuí-las ao longo de todo o semestre letivo para que pudesse haver maior número de dias entre as atividades e visitas à sala de informática.
5. No primeiro acesso de cada aluno ao eduqui.info eles eram orientados a editar o perfil com as informações pessoais solicitadas. No mesmo perfil também é possível incluir uma foto, porém não obrigatório. Ao longo do semestre, muitos alunos adicionaram imagens (de personagens de filmes ou desenhos animados com direitos autorais), mas nem sempre foto própria. Assim, foi necessário esclarecer durante o ciclo 2 que aquele aluno que optasse por adicionar imagem, necessariamente teria de adicionar a sua própria foto.

6. As primeiras atividades realizadas no eduqui.info consistiram na solução do estudo de caso por meio de uma resposta argumentativa textual e no formato de diagrama. Apesar de o professor apresentar a estrutura da construção de textos e diagramas argumentativos no ciclo 1, foi necessária uma atividade prévia, no ciclo 2, na qual os alunos pudessem ter o primeiro contato com os componentes do argumento, segundo o Modelo de Toulmin (2001), antes de solucionar o estudo de caso. Para isso, foi prevista a realização da atividade descrita por Sá, Kasseboehmer e Queiroz (2014). Esta consistiu em solicitar aos alunos que, em grupos, participassem de um jogo argumentativo.
7. Ainda na perspectiva de aperfeiçoar a capacidade argumentativa dos alunos com relação ao ciclo 1, no ciclo 2, após a finalização dos textos e diagramas iniciais, o professor apontou pontos fortes e fracos na produção de cada estudante, tendo em vista o oferecimento de subsídios para a produção do texto e diagrama finais.
8. Durante o ciclo 1 as duas turmas que utilizaram o eduqui.info tinham as duas etapas de discussão colaborativa, denominadas Fórum I e Fórum II. O Fórum I, em ambas as turmas, foi realizado na ferramenta Fórum. Já o Fórum II só foi realizado na ferramenta Fórum em uma das turmas (Turma A). A outra (Turma B) utilizou a ferramenta *Chat*. Finalizada a utilização do eduqui.info e analisadas as discussões, foi verificado que muitas duplas e trios não concluíram o Fórum II na Turma A. Já na Turma B, nenhum trio ou dupla deixou de concluir a discussão. É possível que alguns alunos possam ter tido dificuldade em perceber que, ainda que na mesma ferramenta, iniciava-se outra tarefa. Assim, no ciclo 2 todas as discussões do Fórum I foram mantidas na ferramenta Fórum, mas todas as discussões do Fórum II foram realizadas na ferramenta *Chat*. Por essa razão, no ciclo 2 essas tarefas são denominadas de Discussão I e Discussão II.
9. A respeito das discussões no Fórum e no *Chat*, foi identificada a necessidade de acompanhamento mais contínuo das publicações dos alunos pelo professor e pesquisador para que, em casos necessários, ocorressem intervenções mais frequentes do professor na discussão, evitando o encaminhamento não desejado da discussão.

Definidas as mudanças mais gerais do ciclo 1 para o ciclo 2, são descritas na sequência as ações e fases de execução conduzidas ao longo das semanas letivas, intercalando-se com

demais atividades da disciplina, não associadas à pesquisa. Conforme mencionado anteriormente no item número 4, foi necessário maior número de semanas no ciclo 2 para execução das atividades com os estudos de caso no eduqui.info. No total, as atividades vinculadas ao eduqui.info foram realizadas em onze semanas. Todos os 37 alunos participaram de todas as etapas do ciclo 2.

Previamente ao início da fase 1, na aula da primeira semana, buscou-se alcançar o propósito de atendimento ao item número 6 da lista de modificações de execução para o ciclo 2. Ou seja, ocorreu a inserção da atividade descrita por Sá, Kasseboehmer e Queiroz (2014) para praticar a argumentação. A atividade é modelada como um jogo argumentativo, no qual os alunos podem utilizar as habilidades argumentativas que já possuem. Ao se apresentar como um jogo, a atividade busca estimular a argumentação de uma forma mais interessante e espontânea que outras atividades mais tradicionais. Para a realização do jogo os alunos formaram grupos de quatro ou cinco membros, que juntos, durante cerca de vinte minutos, elaboraram um argumento sobre o porquê do merecimento do grupo receber uma caixa de bombom em detrimento dos demais grupos. Explicou-se que o argumento poderia ser composto de justificativas reais ou fictícias, formal ou informal, relativo a um membro do grupo ou a todos do grupo.

Ao término da tarefa, o professor, que não exerceu nenhuma influência sobre os argumentos dos alunos, realizou uma apresentação com definições e exemplos de componentes argumentativos de acordo com Toulmin (2001). Juntamente com a apresentação, o professor entregou material produzido por Sá (2010) e apresentado em Sá, Kasseboehmer e Queiroz (2014), que consiste em um esquema sem textos, mas contendo a estrutura de componentes de um argumento, segundo Toulmin (2003). Os alunos tinham que identificar a existência de tais componentes nos argumentos por eles escritos para justificar o merecimento do prêmio pelo grupo. Assim, enquanto os alunos tentam localizar em seus próprios textos esses componentes argumentativos, reconhecem a argumentação como algo natural e integrante do seu dia a dia. Após a conclusão das atividades argumentativas relacionadas ao jogo, a aula teve continuidade, ficando o resultado do vencedor do jogo para posterior divulgação.

Fase 1 a Fase 3

Na fase 1 foi considerado que os alunos já haviam iniciado outros trabalhos na disciplina, para os quais haviam se formado grupos de oito a dez alunos. Manteve-se a formação dos grupos e, assim como no ciclo 1, foram distribuídos os estudos de caso

impressos, um para cada grupo. A relação entre os estudos de caso e os totais de alunos que participaram de todas as etapas do processo de sua resolução está apresentada no Quadro 15.

Quadro 15 - Relação entre os estudos de caso do ciclo 2 e os totais de alunos que participaram de todas as etapas do processo de sua resolução.

Estudo de caso	Total de alunos
Idade do plástico (IDA)	9
Cana-de-açúcar pelos ares (CAN)	10
De galão em galão, a prainha vai para o ralo (PRA)	10
Socorro, eu não quero alface (SOC)	8

No ciclo 2 foram repetidas parte das ações do ciclo 1 correspondentes às fases 2 e 3, com exceção da adoção dos seguintes procedimentos: os argumentos produzidos pelos alunos na atividade do jogo argumentativo foram analisados pelo professor, do ponto de vista estrutural, de acordo com o Modelo de Toulmin (2001) e a metodologia proposta por Erduran, Simon e Osborne (2004). A aula teve início com a apresentação e discussão detalhada, pelo professor, do Modelo de Toulmin (2001) no contexto do resultado da avaliação dos textos argumentativos produzidos pelos grupos para justificar o merecimento da caixa de bombom, verificando a associação dos textos com os componentes do argumento do Modelo. Ao término da apresentação, os três grupos que produziram argumentos de melhor qualidade, conforme o Modelo, receberam uma caixa de bombom cada.

O item número 3 da lista de modificações de execução para o ciclo 2 apontou para a necessidade de evitar que dois grupos de estudantes estivessem no laboratório de informática ao mesmo tempo, mas em estágios de execução das tarefas distintos. Para isso, foram buscadas opções de laboratórios com 37 computadores em funcionamento e com acesso à Internet. O mais próximo disponível foi o Laboratório Didático do Centro de Informática de São Carlos (CISC) da USP, com 30 computadores. Assim, foi necessário usar o laboratório do CISC e a sala Pró-aluno do IQSC, já utilizada no ciclo 1. Para isso, uma aluna de mestrado pertencente ao GPEQSC, com bolsa do Programa de Aperfeiçoamento de Ensino¹⁶ na mesma disciplina, auxiliou na orientação das atividades. A aluna aqui é denominada de pesquisadora

¹⁶ O Programa de Aperfeiçoamento de Ensino (PAE) destina-se exclusivamente a alunos de pós-graduação matriculados na Universidade de São Paulo nos cursos de mestrado e doutorado, que mediante o recebimento de auxílio financeiro mensal desenvolvem atividades de estágio supervisionado em docência em disciplinas obrigatórias da graduação, sob a supervisão do professor responsável pelas mesmas. Endereço eletrônico do programa: <http://www2.fm.usp.br/cedem/pae/>

auxiliar. Todas as vezes que os alunos executaram suas tarefas no eduqui.info durante a aula, eles se dividiriam entre os dois laboratórios, ficando um sob a supervisão do pesquisador e o outro da pesquisadora auxiliar. O professor alternava sua presença entre os dois locais para indicar as orientações de cada aula.

Fase 4 e Fase 5

A fases 4 e 5 de execução do ciclo 2 foram realizadas de forma idêntica à do ciclo 1.

Fase 6

A fase 6 do ciclo 2 ocorreu de forma idêntica à do ciclo 1, com exceção da adoção dos seguintes procedimentos: as discussões colaborativas entre os membros das duplas e do trio, no Fórum, com objetivo de alcançar uma resolução comum para o caso, foi denominada Discussão I, conforme definido no item número 8 da lista de modificações de execução para o ciclo 2. Foram concedidas duas semanas para os grupos finalizarem essa discussão. Nesse período cada discussão foi monitorada não apenas com o objetivo de identificar se a dupla ou o trio teria alcançado a solução conjunta final, mas também para, quando necessário, o professor intervir na discussão para evitar encaminhamentos não desejados, aqui entendidos como aqueles em que o aluno desvia-se do foco original da discussão. Essa opção de monitoramento foi definida no item número 9 da lista de modificações de execução para o ciclo 2. Outro item dessa lista, o de número 7, definiu que para aperfeiçoar a argumentação dos estudantes, o professor iria discutir com cada um deles sua produção argumentativa inicial, no sentido de subsidiá-los para a produção do texto e diagrama finais. Esta dinâmica ocorreu durante essa mesma aula. Enquanto os alunos trabalhavam no eduqui.info no laboratório, o professor chamava um aluno por vez e se reunia em uma sala ao lado por alguns minutos para discutir sobre seu texto e diagrama, indicando componentes do argumento ausentes na produção textual e sugerindo maneiras para melhorar a qualidade da argumentação.

Fase 7

Até a semana de encerramento da Discussão I, quando a discussão alcançava uma solução colaborativa para o estudo de caso e era respeitado o mínimo estabelecido de cinco mensagens de cada integrante, o professor escrevia uma mensagem definindo que haviam finalizado a discussão e, por consequência, a fase 6 e encaminhando o início da fase 7 de execução do ciclo 2, envolvendo essencialmente a ferramenta *Chat*.

Os itens número 1 e 2 da lista de modificações de execução para o ciclo 2 dizem respeito à ferramenta Diário do Caso. Para atender tais modificações, parte da aula dedicada ao *Chat* foi reservada para melhor orientar os alunos sobre o objetivo da ferramenta e disponibilizar e explicar todos os sete assuntos das informações do diário de uma única vez. Após as necessárias explicações foi solicitado que os estudantes incluíssem as primeiras informações que já possuíam sobre esses assuntos, mas que deveriam manter atualizado o Diário com novas informações até o término das atividades com o eduqui.info. Com isso, se antecipou o início da fase 9 da etapa de execução do ciclo 2. Também foi incentivada a manutenção permanente da atualização do *Kit* Caso.

Na continuidade da aula os alunos deveriam manter a Discussão II, que efetivamente representa a fase 7. Conforme exposto no item número 8 da lista de modificações de execução para o ciclo 2, todos os grupos realizaram essa atividade na Ferramenta *Chat*. O texto colaborativo, fruto da argumentação colaborativa dialógica, assim como no ciclo 1, tinha de conter o mínimo de quinhentas palavras.

Os alunos tiveram mais duas semanas para desenvolver a Discussão II, período em que realizaram outras atividades relacionadas ao eduqui.info e à outras tarefas pertinentes à disciplina.

Fase 8 e Fase 9

Após todos os grupos terem encerrado a Discussão II, foi solicitado que, novamente de maneira individual, produzissem a solução final do caso, ou seja, texto com no mínimo 1500 palavras de escrita argumentativa individual e o diagrama de argumentação a partir do texto, tarefas correspondentes à fase 8 da etapa de execução do ciclo 2. Além disso, os alunos foram orientados a finalizar totalmente o *Kit* Caso e o Diário do Caso com os últimos documentos e informações ainda pendentes, encerrando a fase 9 da etapa de execução do ciclo 2 e o uso do eduqui.info por completo. Na semana final do estudo os laboratórios de informática foram disponibilizados para os estudantes finalizarem as referidas fases, porém foi dada a oportunidade de trabalharem em suas casas para produzir uma parte ou o total das atividades. Na sequência os dados produzidos foram organizados para análise.

4.2.3 Etapa de análise

Finalizada a etapa de execução do ciclo 2, foi restringido o acesso dos alunos, assim como realizado durante o ciclo 1, e foram gerados os relatórios e estatísticas dos dados obtidos na pesquisa. Os dados coletados ao longo do ciclo 2 equivalem aos mesmos itens já elencados durante a etapa de análise do ciclo 1, acrescidos apenas pelos textos argumentativos dos alunos oriundos da atividade da caixa de bombom.

De posse dos dados, foi iniciada a última etapa do ciclo 2, a etapa de análise. No ciclo 1 essa etapa consistiu em avaliar a produção argumentativa nas discussões colaborativas (SOUZA; CABRAL; QUEIROZ, 2015) e a produção argumentativa individual (SOUZA; QUEIROZ, 2015) à luz dos referenciais de Baker et al. (2007) e de Clark e Sampson (2008). Após essa etapa, foram reunidos elementos suficientes para avaliar os referenciais empregados nas análises, gerando a necessidade de se incorporar uma série de adaptações à etapa de análise do ciclo 2. No total, foram acumuladas seis orientações de mudanças a respeito do processo de análise dos dados, conforme listado abaixo. A descrição detalhada dos procedimentos de análise adotados no ciclo 2 está presente no capítulo *Argumentação Colaborativa Mediada por Computador: Quadro Analítico*.

1. Na análise das discussões colaborativas foram utilizados dois quadros analíticos no ciclo 1. Finalizadas as análises foi evidenciada a necessidade de unificação de algumas das categorias neles existentes. Por exemplo, a classificação das mensagens pelas sete categorias do quadro analítico proposto por Baker et al. (2007) se confunde com a análise dos movimentos discursivos proposto por Clark e Sampson (2008). Esta, por sua vez, se mostrou mais completa, por abarcar oito categorias de mensagens argumentativas, em vez de apenas três da primeira. Assim, foi preciso buscar uma classificação única que relacionasse os dois Quadros e que permitisse a inclusão de possíveis novas categorias geradas a partir das especificidades da pesquisa. Outras análises complementares aos quadros analíticos também apresentaram afinidades passíveis de aproximações.
2. As análises efetuadas no ciclo 1 foram executadas integralmente pelo pesquisador, sob a supervisão da professora orientadora. Porém, para analisar os dados gerados no segundo ciclo foi adotada a dupla avaliação. Ou seja, o pesquisador e a professora orientadora avaliaram a discussão de maneira a encontrar consensos nas classificações e elevar a confiabilidade dos resultados alcançados.

3. Na análise de qualidade conceitual dos argumentos produzidos pelos alunos, de maneira individual ou colaborativa, foram considerados no ciclo 1 somente os argumentos classificados como de natureza científica, pois essa orientação é proveniente do trabalho de Clark e Sampson (2008). Porém, o trabalho desses autores se pauta na discussão de problemas de caráter estritamente científico. Na presente pesquisa foram adotados estudos de caso de caráter sociocientífico. Assim, surgiu a necessidade de incluir na análise de qualidade conceitual os argumentos de natureza ambiental e tecnológica por serem estritamente vinculados à abordagem científica. Por outro lado, não será avaliada a qualidade conceitual de argumentos de outras naturezas, como a política, a social e a econômica.
4. Com relação às mensagens produzidas nas discussões colaborativas, os argumentos nelas contidos, em geral, representam possibilidades de solução para o caso, aventadas por algum aluno, ou contra-argumentos, refutações e respaldos de soluções postas em debate. Muitas vezes uma mesma mensagem enuncia um argumento e fornece respaldo e/ou refutação para ele. Em alguns casos ainda o aluno questiona seu parceiro de dupla ou seus parceiros de trio sobre algum aspecto de sua argumentação. Por essas características, a análise das mensagens das discussões produzidas nas ferramentas Fórum e *Chat* foram divididas em Unidades de Análise.
5. Ainda com relação à análise de movimentos discursivos, são muitas as mensagens nas categorias argumentativas dessa classificação proposta por Clark e Sampson (2008). Inicialmente, sem modificações nos referenciais, são oito. Algumas são mais significativas em uma discussão que outra. Por exemplo, uma mensagem classificada como argumentativa por conter uma contra-argumentação tem um impacto maior na discussão que outra que contém apenas um esclarecimento de significado. Por essa razão, foi preciso criar níveis de complexidade argumentativa das categorias de maneira mais representativa que apenas categoria argumentativa e não argumentativa.

Definidos os itens para modificação da análise, segue-se para o objetivo de produzir um quadro analítico próprio das necessidades e especificades desta pesquisa, incluindo as modificações pontuadas acima. Tal quadro analítico está detalhado no capítulo *Argumentação*

Colaborativa Mediada por Computador: Quadro Analítico desta tese, já a análise dos dados a partir da metodologia é o foco do capítulo *Resultados e Discussão*.

Previamente a tais capítulos é preciso definir sobre quais dados propõem-se a análise e gera-se os resultados. Ao longo do percurso metodológico da pesquisa houve expressiva produção dos alunos no eduqui.info, o que gerou também expressivo volume de dados, conforme já listado anteriormente. Entre os itens mais relevantes desse volume estão tarefas iniciais individuais, estatísticas da interação de cada aluno com eduqui.info, relatórios dos textos e diagramas argumentativos e das discussões colaborativas, e lista de materiais adicionados ao *kit* de cada aluno. A partir desse volume de dados a presente tese se dedica às discussões colaborativas ocorridas na ferramenta Fórum, fase denominada de Discussão I.

4.2.4. Considerações sobre o desenho e percurso metodológico na perspectiva da literatura em educação em ciências

Após apresentar o desenho e percurso metodológico da pesquisa e a sequência de etapas e fases que compreenderam as atividades didáticas, são feitos apontamentos e considerações sobre a pertinência dos mesmos frente ao que diz a literatura a respeito de pesquisas dessa natureza, que têm como propósito o fomento da argumentação.

A primeira importante consideração a ser feita resgata os artigos analisados na revisão apresentada no capítulo *Introdução*. Muitos deles lançam mão da estratégia de se trabalhar com um grupo experimental e um grupo controle, em comparação. Isso pode ser observado, por exemplo, em Iordanou e Constantinou (2015), Tsai et al. (2015), Tsai et al. (2012), Huang et al. (2011), Lin, Hong e Lawrenz (2012) e Yeh e She (2010). Contudo, tal estratégia não foi aqui adotada, concordando com Schwarz et al. (2011), quando justificam não terem incluído qualquer grupo de controle em suas investigações uma vez que estas exigiam que se colocasse em foco o aspecto fenomenológico e não comparativo.

Com o mesmo propósito de estar interessado nos fenômenos e não em comparações, além de entender que nas ciências humanas e sociais as identidades de cada grupo de indivíduos dificultam comparações entre dois grupos submetidos a metodologias distintas, é que se optou por evitar esse tipo de prática.

Parte da pesquisa apresentada em Furberg e Ludvigsen (2008) se dedica a analisar como aspectos institucionais são referenciados nas falas e atividades dos estudantes. Os

autores acreditam que a trajetória de interação entre eles pode ser influenciada por tais aspectos e alertam sobre a importância de se considerar a forma como os alunos se orientam para os valores, demandas e expectativas institucionais em seu processo de dar sentido à tarefa sociocientífica com a qual trabalham. Na pesquisa aqui apresentada, buscou-se eliminar fatores intrínsecos à metodologia que pudessem comprometer negativamente a participação dos alunos no eduqui.info. Em primeiro lugar, todos eles pertenciam à mesma turma, estando no mesmo ano letivo, o que evitou que o aluno se sentisse constrangido em emitir um argumento estando entre alunos em estágios mais avançados do curso. Em segundo lugar, as atividades faziam parte do conjunto de tarefas da disciplina naquele semestre. Logo, naturalmente o aluno que não abandonasse a disciplina e almejasse aprovação teria de participar de um número suficiente de fases para concluí-la com êxito. Assim, não houve qualquer intenção em pressionar os alunos para que se voluntariassem a participar de atividades fora dos momentos de aula.

Em todo o desenho e percurso metodológico da presente pesquisa o professor teve lugar central, para além da intervenção do pesquisador. Para isso, orientações foram buscadas em trabalhos que também valorizam o papel do docente na atividade didática. Lin, Hong e Lawrenz (2012) apontam que em um estágio inicial, seu papel é de um organizador; já na etapa de discussão, o professor deve agir não apenas como um moderador, mas, também, como um facilitador para criação de um ambiente propício, amigável e cooperativo, para que possa ocorrer a promoção de discussões assíncronas e avanço cognitivo. Já Furberg e Ludvigsen (2008) afirmam que o papel do professor não é apenas de alguém que intervém facilitando o processo de trabalho, mas que de fato intervém para construção de argumentos dos alunos. A esse respeito, conforme mencionado anteriormente, ao longo das discussões no eduqui.info o professor fez inserções, quando julgou apropriado, no sentido de corrigir encaminhamentos não desejados, distantes dos objetivos traçados e das orientações da literatura.

De acordo com Evagorou e Osborne (2013), o professor que participa de projetos dessa natureza, mas não possui experiência com argumentação nos sistemas computacionais, precisa se informar com os pesquisadores envolvidos. Tal procedimento foi adotado com a professora participante da pesquisa conduzida pelos autores. Já na pesquisa aqui descrita, o professor também precisou de um momento de familiarização e treinamento do uso do eduqui.info, mesmo tendo acompanhado o processo de desenvolvimento de suas ferramentas. Isso reforça a importância do professor estar envolvido em todas as etapas de uma pesquisa

que articula o emprego de sistemas computacionais para promoção da argumentação no ensino de ciências.

Ainda segundo Lin, Hong e Lawrenz (2012) o professor precisa deixar claro para os alunos os objetivos de aprendizagem, as atividades previstas, as questões a serem discutidas, os conteúdos, os critérios de avaliação e prazos. Na presente pesquisa, assim como detalhado anteriormente, todas essas informações foram fornecidas na primeira semana. Ainda sobre as informações concedidas pelo professor no primeiro encontro com os alunos, diversos trabalhos apontam para a importância da apresentação dos componentes básicos de um argumento e da explicação sobre o funcionamento dos sistemas computacionais para que os alunos se familiarizem com esses aspectos. Isso pode ser observado em Tsai et al. (2015), Evagorou e Osborne (2013), Lin, Hong e Lawrenz (2012), Yeh e She (2010) e Lund et al. (2007).

Tsai et al. (2015) planejaram uma atividade em que os alunos trabalhavam um componente isolado do argumento e depois componentes diversificados *on-line* a fim de familiarizá-los com o sistema computacional voltado à argumentação e com o Modelo de Toulmin (2001). Evagorou e Osborne (2013) reservaram um período de cinquenta minutos para que a professora da disciplina introduzisse a prática argumentativa e os componentes de um argumento aos alunos. Para isso, foi lançada a afirmação: *os meninos são mais inteligentes do que as meninas na ciência*. Em seguida, os alunos foram desafiados a discutí-la.

Lin, Hong e Lawrenz (2012) explicaram aos alunos o Modelo de Toulmin (2001) e solicitaram que praticassem a escrita de garantias para suas proposições acerca de problemas sociocientíficos. Em Yeh e She (2010), todos os 140 alunos receberam uma introdução sobre componentes do argumento e envolveram-se em atividades de argumentação no período de três aulas de ciências, antes de entrarem em contato com os programas computacionais propriamente ditos. Por fim, em Lund et al. (2007), uma fase preliminar do estudo consistiu em os alunos receberem instruções sobre noções elementares de argumentação usando apostilas e o quadro-negro. Além disso, eles foram treinados nas ferramentas de comunicação mediadas por computador que seriam utilizadas nas fases seguintes da intervenção didática.

Em alinhamento com as tendências descritas anteriormente, uma série de ações foram desencadeadas no âmbito desta pesquisa. O reconhecimento da importância de envolver os estudantes na prática argumentativa antes do início, de fato, das atividades no eduqui.info, levou à realização do jogo argumentativo sobre a caixa de bombom, em que todos os alunos produziram argumentos livremente. Em seguida, os argumentos por eles elaborados foram

organizados de acordo com o Modelo de Toulmin (2001) e apresentados para a classe inteira pelo professor. Ao longo da aplicação da atividade, o professor também conversou individualmente com os estudantes sobre os diagramas argumentativos que produziram na ferramenta ArgPEC.

O entendimento sobre a importância de dar ciência aos alunos sobre as ferramentas e propriedades dos sistemas computacionais, antes do início das atividades solicitadas, fez com que a primeira utilização do eduqui.info fosse guiada por roteiro de utilização do sistema. Com isso, acredita-se que foi minimizado o impacto da inserção de atividades didáticas até então inéditas na formação dos alunos participantes.

Com relação ao tempo de duração das pesquisas, Clark e Sampson (2007) relatam um estudo com oito discussões *on-line* envolvendo um total de 84 alunos, escolhidos aleatoriamente de quatro turmas de alunos da educação básica, tendo o projeto sido concluído em um semestre. O período em questão parece apropriado para o desenvolvimento de um estudo dessa natureza, especialmente quando incorporado ao próprio currículo da disciplina, como foi o caso da disciplina Comunicação e Expressão em Linguagem Científica II. Uma das alterações do ciclo 1 para o ciclo 2 constituiu na distribuição ampliada das atividades com o eduqui.info ao longo do semestre.

No que diz respeito às considerações mais fortemente ligadas à etapa de execução do desenho metodológico da pesquisa, é pertinente iniciar pela fase de distribuição dos estudos de caso. Todos os estudos de caso, em ambos os ciclos da pesquisa, apresentavam caráter sociocientífico. A opção por esse tipo de estudo de caso, preterindo o de caráter científico, encontra respaldo nas peculiaridades apontadas na literatura que estes costumam apresentar.

Para Evagorou e Osborne (2013) a decisão de usar um contexto sociocientífico está associada ao fato de que tal contexto pode potencialmente envolver os alunos em argumentos mais complexos, uma vez que os assuntos sociocientíficos se baseiam em conhecimentos e recursos existentes dos quais estes já têm algum conhecimento. Os autores destacam, ainda, que consideram a argumentação sociocientífica diferente da argumentação científica, uma vez que a segunda conecta fundamentos a proposições por garantias e à luz dos suportes, ao passo que a argumentação sociocientífica depende não só dos conhecimentos científicos, mas também da consideração de valores morais e éticos. Nesse mesmo sentido, Amelsvoort, Andriessen e Kanselaar (2007) afirmam que a discussão argumentativa pode levar a uma compreensão mais ampla e profunda do espaço de debate, que representa todas as possíveis posições e argumentos em relação a um determinado tópico.

Lin, Hong e Lawrenz (2012) consideram que os assuntos sociocientíficos fornecem excelentes contextos para a argumentação dos estudantes universitários, tendo em vista as contribuições para a sua formação que podem resultar de tomadas de decisões que se fundamentam não apenas em conceitos científicos. Por fim, Vries, Lund e Baker (2002) enfatizam a dificuldade em empreender essas discussões, que consideram epistemológicas, em sala de aula. Para estimulá-las, os autores defendem que para o desenvolvimento de uma situação de aprendizagem nesse sentido é necessário mobilizar o assunto sociocientífico, o procedimento e o sistema computacional como suporte.

Diante do exposto, os temas selecionados para os estudos de caso articulam satisfatoriamente os conhecimentos científicos inerentes aos currículos de cursos de bacharelado em química, agregam conhecimentos científicos de aplicações em situações possíveis para o cotidiano de um profissional de química, além de problematizarem diversas questões de natureza ambiental, ética, social etc.

A primeira atividade dos estudantes com os estudo de caso no eduqui.info foi elaborar soluções para os problemas a eles relacionados. Essa etapa permite o conhecimento dos posicionamentos iniciais dos alunos frente ao assunto em pauta no caso. Estratégia semelhante foi adotada por Bell e Linn (2000), quando em um dos primeiros trabalhos vinculando argumentação com sistemas computacionais, há quase duas décadas, direcionaram os alunos a apresentarem suas opiniões sobre o quão longe a luz vai, questão central na atividade sobre luz e propagação de onda.

Na atividade desenvolvida no eduqui.info, a construção de um diagrama argumentativo foi a última fase que os alunos executaram individualmente no sistema antes de iniciar a discussão colaborativa. Nessa perspectiva, Amelsvoort, Andriessen e Kanselaar (2007) afirmam que a construção de um diagrama, antes da discussão, ativa os conhecimento prévios e favorece o estabelecimento de relações entre informações sobre o tópico em debate. Os autores acrescentam ainda que a vantagem das representações construídas nesse contexto se relaciona ao pressuposto de que as pessoas discutem com maior propriedade quando visualizam claramente os posicionamentos sobre os quais diferem. Com o mesmo entendimento aqui traçado, Schwarz et al. (2003), dentre outros pesquisadores, como Huang et al. (2011), Lund et al. (2007), Baker et al. (2007), Vries, Lund e Baker (2002) e Lajoie et al. (2001), conduziram pesquisas semelhantes, avaliando como diagramas, gráficos ou mapas argumentativos podem contribuir para a produção argumentativa de estudantes.

Em fase seguinte desta pesquisa os alunos iniciaram, no Fórum, a discussão colaborativa em busca de uma solução única para o caso em estudo. Para isso, foi adotada a

estratégia de confrontar dois alunos, eventualmente três, com posicionamentos iniciais distintos e conflitantes. Reconhece-se essa estratégia em outros trabalhos na literatura. Iordanou e Constantinou (2015), por exemplo, organizaram as duplas de estudantes participantes da pesquisa de modo a gerar posicionamentos distintos com relação às mudanças climáticas: um aluno endossava a visão de que as causas eram naturais e outro aluno defendia a versão de que são produzidas pelo ser humano. Estratégia similar foi criada por Vries, Lund e Baker (2002) com o foco em aumentar as chances de ocorrência do diálogo epistêmico. Em Clark e Sampson (2007) a mesma estratégia de confrontar alunos com múltiplas perspectivas a um dado problema inicial foi empregada.

Um aspecto relevante das discussões colaborativas em duplas é a possibilidade de um aluno ter acesso a todos os dados, evidências, argumentos etc. que seu parceiro de discussão mobiliza para produzir sua solução. Na pesquisa de Choi et al. (2014), um Fórum foi empregado para construir espaços colaborativos de aprendizagem em ciência. Os alunos interagiram no sistema computacional, sendo capazes de ver todos os questionamentos, proposições e fundamentos que os colegas haviam produzido. Nas discussões colaborativas no eduqui.info essa preocupação foi permanente. Além de a troca de mensagens entre os alunos ser preservada, no início da discussão o aluno tinha acesso ao texto inicial, ao diagrama argumentativo e ao *kit* de materiais que o seu parceiro de dupla ou parceiros de trio haviam produzido antes da discussão, de maneira individual. Com isso, buscou-se fornecer elementos para que um aluno pudesse entender e questionar as informações que levaram seu parceiro a ter um posicionamento contrário ao seu.

Toda a discussão colaborativa na ferramenta Fórum foi assíncrona. Lin, Hong e Lawrenz (2012) demonstram várias vantagens a seu respeito. Para os autores, a discussão assíncrona fornece tempo suficiente para os alunos que precisam refletir e escrutinar informações *on-line*; tem o potencial de gerar dimensões críticas da aprendizagem e níveis cognitivos mais elevados de construção do conhecimento; fornece oportunidades para respostas reflexivas e reações perspicazes às opiniões dos outros; e promove a compreensão conceitual dos alunos. Por outro lado, a discussão assíncrona gera como desafio o fato de não haver uma sequência de mensagens em série; haver um grande intervalo de tempo entre cada mensagem; e exige que os alunos acompanhem frequentemente a discussão. Diante das considerações de Lin, Hong e Lawrenz (2012) pontuadas acima, é possível depreender que a discussão colaborativa com propósito de encontrar uma solução conjunta, requer leituras, pesquisa, reflexão e o Fórum, assíncrono, fornece as condições adequadas para tal.

Nesse processo o *Kit* Caso teve a função de favorecer a organização e o acesso a informações, teorias e conceitos acerca do tópico em estudo em moldes semelhantes aos trabalhos de Schwarz et al., (2003), Furberg e Ludvigsen (2008), Jamaludin, Chee e Ho (2009) e Iordanou e Constantinou (2015). Na ferramenta, o estudante pode organizar as fontes que subsidiaram seus argumentos, compilados no formato de *links* da Internet ou em outros formatos. Esses materiais são compartilhando com seu parceiro de dupla ou parceiros de trio. Não foi adotada a estratégia de Schwarz et al. (2003) de o professor fornecer textos sobre o tema. Em oposição, os alunos tinham autonomia de criar seus *kits* caracterizando uma estrutura própria para identificação e aplicação dos conceitos teóricos relacionados com o tópico em discussão, criando um nível de interação epistêmica (JAMALUDIN; CHEE; HO, 2009).

De forma geral, é possível concluir pela observância de aproximações metodológicas entre a pesquisa aqui relatada e aquelas trazidas da literatura para a discussão ora apresentada. Essas conclusões podem ser verificadas também, de forma ampla, em Clark e Sampson (2007). Os autores listam cinco requisitos comumente presentes na literatura para serem incorporados em uma investigação que visa à promoção da argumentação em aulas de ciências. São esses requisitos os seguintes: os alunos devem se engajar na busca por evidências para apoiar seus pontos de vista; o ambiente virtual de ensino-aprendizagem deve fornecer um contexto que promova o discurso dialógico; tarefas e atividades dadas aos grupos devem requerer colaboração para promover o discurso entre estudantes; os alunos devem ter tempo suficiente para compreender os conceitos centrais e os princípios subjacentes ao tema em estudo; e o professor ou ambiente de aprendizagem deve facilitar a conversa de aluno para aluno sem as limitações e rigidez características da maioria das interações professor-aluno. Diante de todas as considerações elaboradas anteriormente, se verifica que as atividades realizadas no eduqui.info cumprem esses requisitos satisfatoriamente.

Dessa forma, finalizadas as tessituras que alinham o desenho e o percurso metodológico da presente pesquisa com demais pesquisas consolidadas em relatos presentes na literatura, é possível afirmar que as características assumidas para executar a prática da argumentação colaborativa dialógica no contexto do eduqui.info estão organizadas de maneira a favorecer a construção de argumentos de forma colaborativa, em tempo adequado e com as condições e ferramentas necessárias de suporte e engajamento nas discussões. Assim, é plausível concluir que o segundo dos objetivos que direcionam esta tese foi satisfatoriamente alcançado. A saber, o objetivo de construir um desenho e percurso metodológico constituído de fases e etapas compatíveis com as especificidades da presente pesquisa e com as

recomendações existentes na literatura com relação à promoção da argumentação em atividades didáticas dessa natureza.

5. ARGUMENTAÇÃO COLABORATIVA MEDIADA POR COMPUTADOR: QUADRO ANALÍTICO

No capítulo *Desenho e Percurso Metodológico* foram indicadas mudanças necessárias para a análise do ciclo 2 resultantes da análise do ciclo 1. Após todas as mudanças serem pontuadas se decidiu que um novo quadro analítico contemplando as especificidades da presente pesquisa era necessário. No ciclo 1 foram adotados dois quadros analíticos para analisar a argumentação colaborativa dialógica e a argumentação escrita individual e colaborativa dos dados. O primeiro, quadro analítico *Rainbow* é proposto por Baker et al. (2007) e aprofundado por Amelsvoort, Andriessen e Kanselaar (2007). O segundo é denominado Quadro Analítico para Codificação de Argumentação Científica Dialógica de Estudantes em Fórum de Discussão Assíncronos, proposto por Clark e Sampson (2008). Ambos foram mencionados no capítulo *Introdução* desta tese e discutidos com maior detalhamento no artigo intitulado *Argumentação de graduandos em química sobre questões sociocientíficas em um ambiente virtual de aprendizagem* (SOUZA; CABRAL; QUEIROZ, 2015) para o contexto da argumentação colaborativa dialógica e no trabalho completo *Uma análise de textos argumentativos de graduandos em química* (SOUZA; QUEIROZ, 2015) para o contexto da argumentação escrita individual e colaborativa.

Uma vez que os dois quadros analíticos se fundamentam nas definições e componentes do argumento do Modelo de Toulmin (2001), se tomou como base tal Modelo para elaboração do novo quadro analítico, conforme descrito na sequência do capítulo.

O britânico Stephen Toulmin iniciou sua carreira acadêmica em 1949 na Universidade de Oxford, onde publicou os primeiros trabalhos sobre filosofia da ciência. Porém, foi trabalhando como professor em Leeds, também na Inglaterra, que publicou o livro *The Uses of Argument*, em 1958 (TOULMIN, 1958). De acordo com Hegenberg e Hegenberg (2009),

especialistas em retórica atribuem a Toulmin – e a Chaim Perelman e sua colaboradora Elsie Olbrechts-Tyteca (autores do livro *Traité de l'argumentation, La nouvelle rhétorique*, também publicado em 1958) – o posto de pioneiros no redirecionamento da epistemologia, afastando-a da lógica formal para encaminhá-la no sentido de “lógicas não-formais, aplicadas e retóricas” (p. 186).

O livro *The Uses of Argument* foi traduzido para o português em 2001 com o título *Os Usos do Argumento* (TOULMIN, 2001). Em 2003 uma segunda edição foi publicada pelo autor em língua inglesa (TOULMIN, 2003), cuja versão em português é datada de 2006 (TOULMIN, 2006). Nesse livro, em todas as suas versões, Toulmin se opõe frontalmente ao positivismo lógico calcado na retórica e oratória mediada por silogismos, predominantes na educação daquela época.

Seu desejo é reformar a lógica, para que seja ampla e flexível, para que deixe de ser ciência formal e se torne ciência prática, deixe de ser *idealised logic* e se transforme em *working logic*. Esse *working logic* aproximar-se-ia das costumeiras tentativas que os seres humanos fazem, a cada instante, quando procuram justificar, fornecer motivos para acolher opiniões, adotar posições, executar ações, tarefas que a *idealised logic* tende a ignorar por completo (HEGENBERG; HEGENBERG, 2009, p. 186).

Esse objetivo de *The Uses of Argument* é revelado pelo próprio autor no prefácio da segunda edição:

meu objetivo era estritamente filosófico: criticar o pressuposto assumido pela maioria dos filósofos acadêmicos anglo-americanos, de que qualquer argumento significativo pode ser colocado em termos formais: não apenas como um 'silogismo' ou 'ligações de afirmações', mas uma dedução rigidamente demonstrativa daquilo que pode ser encontrado na geometria euclidiana (TOULMIN, 2003, p. vii, tradução nossa).

Dentre os vários exemplos contidos em toda a obra de Toulmin para demonstrar as razões que o levam a defender que um argumento não segue uma lógica dedutiva de silogismos, um é destacado por Hegenberg e Hegenberg (2009) para evidenciar como, para Toulmin, os argumentos eram práticos e não admitiam conceitos eternos:

Quando uma senhora pede emprestada uma vasilha, recorrendo à vizinha, espera-se que a devolva logo após utilizá-la. Se, no entanto, peço ao vizinho que me empreste seu revólver e se, estando a arma comigo, fico sabendo que esse vizinho ameaça matar um de nossos conhecidos – fico em situação problemática, pensando na devolução da arma. A rigor não posso recorrer ao “princípio geral” de que objetos emprestados devem ser devolvidos na primeira oportunidade (p. 188).

Os componentes de um argumento no Modelo de Toulmin (2001), no original em inglês, são: *data* ou *ground*, *claim*, *warrant*, *backing*, *qualifier* e *rebuttal*. Cada um desses elementos é abordado no livro *The Uses of Argument* (TOULMIN, 1958; 2003) e está

detalhado e exemplificado em profundidade no livro *An Introduction to Reasoning*, de autoria de Toulmin em parceria com Allan Janik e Richard D. Rieke, em 1979, sem versão para o português (TOULMIN; RIEKE; JANIK, 1979). Uma das primeiras traduções desses componentes do argumento foi feita por Hegenberg (1969). Contudo, uma diversidade de traduções para tais termos pode ser encontrada em trabalhos em língua portuguesa. Na sequência do texto é apresentado cada um desses componentes, as traduções mais frequentes e aquelas que serão assumidas nesta tese.

Claim: traduzido como enunciado, declaração, afirmação, asserção, alegação, proposição e conclusão. Este é o primeiro componente que se pode identificar em qualquer argumento (TOULMIN; RIEKE; JANIK, 1979). De acordo com Toulmin (2003), é como uma reivindicação de um direito ou de um título. Tal como acontece com uma reivindicação de um direito, que embora possa ser concedido sem argumentos, os seus méritos dependem dos méritos do argumento que poderia ser produzido em seu apoio. As diversas naturezas de afirmações ocorrem em função das situações empregadas, como nos seguintes exemplos fornecidos por Toulmin (2003):

um meteorologista fornecendo a previsão de chuva para amanhã, um operário ferido alegando negligência por parte de seu empregador, um historiador defendendo o caráter do imperador Tibério, um médico diagnosticando sarampo, um homem de negócios questionando a honestidade de um cliente, ou um crítico de arte elogiando as pinturas de Piero della Francesca (p. 12-13, tradução nossa).

Contudo, seja qual for a natureza de uma afirmação em particular de cada caso, se pode contestar a afirmação e procurar ter a atenção voltada para os fundamentos de que depende o seu mérito. Um exemplo de uma proposição feita por Toulmin, Rieke e Janik (1979), em livre adaptação do contexto do futebol americano para o brasileiro, é: o flamengo será certamente o campeão brasileiro de futebol deste ano. Hegenberg e Hegenberg (2009) resumem este componente como: “é o enunciado que o escritor (orador) pretende ver aceito pelos leitores (ouvintes)” (p. 190). Diante das definições apresentadas, percebe-se que o *Claim* é elemento que anuncia uma opinião, mas que para ser aceita como um argumento completo necessita que atenda a determinados fundamentos compatíveis com a natureza da proposição e seja validado por tais fundamentos. Assim, dentre todas as possibilidades de tradução desse componente será assumido o termo **Proposição**.

Data ou *Ground*: traduzido como dado, fato, prova, evidência, característica, recurso e fundamento. Este componente representa cada um dos dados e especificações de fatos particulares sobre uma situação. “Esses fatos são aceitos como verdadeiros e podem, portanto, ser invocados para esclarecer e corrigir uma proposição anterior ou - na melhor das hipóteses - para estabelecer a sua verdade, correção, ou solidez” (TOULMIN; RIEKE; JANIK, 1979, p. 37-38, tradução nossa). A multiplicidade de traduções desse componente ocorre também nos textos do próprio autor. No diagrama utilizado por Toulmin em *The Uses of Argument* (1958) o termo *Data* é utilizado em toda a obra. Já nas obras mais recentes, como por exemplo, Toulmin, Rieke e Janik (1979) e Jonsen e Toulmin (1988), o termo utilizado é *Ground*. Um exemplo de fundamentação de uma proposição é feito por Toulmin, Rieke e Janik (1979, p. 37), a partir do exemplo apresentado anteriormente, em diálogo com livre adaptação do contexto americano para o brasileiro, após a afirmativa de que o flamengo será certamente o campeão brasileiro de futebol deste ano, alguém poderia perguntar *o que te faz dizer isto?*. Já a resposta apontada por Toulmin, Rieke e Janik (1979) poderia ser algo como “Basta compará-lo com os oponentes! Nenhum dos outros times faz tão bem a combinação entre força ofensiva e defensiva” (p. 37, tradução nossa). Hegenberg e Hegenberg (2009) resumem este componente como: “enunciados indicativos de razões, as quais o escritor (ou orador) se serve a fim de fazer com que o leitor (ou ouvinte) acolha a proposição” (p. 190). Diante das definições apresentadas, percebe-se que o *Data* ou *Ground* é o que fundamenta e estabelece as razões pelas quais alguém enuncia uma proposição. Assim, dentre todas as possibilidades de tradução desse componente assumimos o termo **Fundamento**.

Warrant: traduzido como justificativa e garantia. Este componente representa a garantia de como os fatos sobre os quais concordamos estão conectados às proposições enunciadas, invocando aquelas afirmações cuja confiabilidade está bem estabelecida (TOULMIN; RIEKE; JANIK, 1979). A partir do exemplo fornecido anteriormente, em que alguém afirma que o flamengo será campeão brasileiro e fundamenta com base na boa relação entre o sistema defensivo e ofensivo, alguém poderia, de acordo com o Toulmin, Rieke e Janik (1979), perguntar: Mas é uma combinação de ataque e defesa realmente a coisa crucial para procurar em um vencedor? e isso exigiria que as garantias fossem apresentadas para validar a passagem do fundamento para a proposição. Hegenberg e Hegenberg (2009) sintetizam esse componente como aquele que “expressa a relação que o escritor ou orador admite existir entre fundamento e proposição” (p. 191). Ou seja, é a tentativa de validar a relação estabelecida entre a proposição e seu(s) fundamento(s). Assim, dentre todas as possibilidades de tradução desse componente será assumido o termo **Garantia**.

Backing: traduzido como conhecimento básico, respaldo, apoio e suporte. Este componente representa o elemento necessário quando o conteúdo da garantia não é suficiente para validar ela mesma, necessitando de considerações de apoio ainda mais substanciais para lhe atribuir força e solidez de maneira a não haver dúvidas na relação entre fundamento e proposição (TOULMIN; RIEKE; JANIK, 1979). A partir dos exemplos fornecidos anteriormente, um modelo de suporte indicado por Toulmin, Rieke e Janik (1979), que poderia ser usado para ajudar a respaldar a garantia é: “Suas hesitações mostram que você ainda não aprendeu as lições da história. De fato, cada vencedor teve uma mistura bem equilibrada de ataque e defesa” (p. 61, tradução nossa). Hegenberg e Hegenberg (2009) resumem este componente como sendo “leis e princípios válidos no âmbito do argumento em tela e dos quais a garantia é derivada” (p. 191). Ou seja, são as razões, fatos, características, evidências embasados e aceitos como princípio ou lei fundamental de uma área do conhecimento que pode se lançar mão para validar uma garantia. Assim, dentre todas as possibilidades de tradução desse componente será assumido o termo **Suporte**.

Qualifier: traduzido como qualificador e qualificador modal. Este componente representa frases que mostram o tipo e grau de confiança para ser colocado sobre as proposições, tendo em conta os argumentos disponíveis para apoiá-los (TOULMIN; RIEKE; JANIK (1979). Alguns exemplos de qualificadores de proposição apresentados por Toulmin, Rieke e Janik (1979) são: certamente, necessariamente, presumivelmente, com toda probabilidade, até onde vão as evidências, por tudo o que podemos dizer, muito provavelmente, muito possivelmente, talvez, aparentemente, plausivelmente e outros similares. O primeiro deles acompanha o exemplo de proposição mostrado anteriormente. Hegenberg e Hegenberg (2009) resumem este componente como sendo “o rigor das conclusões do escritor ou orador” (p. 191). Ou seja, é o grau de confiabilidade que se atribui à proposição feita, ponderando todos os pontos fortes e limitação dos fundamentos, garantias e suportes utilizados, podendo tanto ampliar o rigor de uma proposição, quando expressa termos como *certamente* ou *seguramente*, quanto reduzir o rigor, quando expressa termos como *talvez* ou *presumivelmente*. Assim, dentre todas as possibilidades de tradução desse componente será assumido o termo **Qualificador**.

Rebuttal: traduzido como restrição e refutação. Este componente representa o momento em que “com cautela final e modéstia, as proposições são fornecidas com possíveis contestações, ou seja, as circunstâncias extraordinárias ou excepcionais que possam minar a força dos argumentos de apoio” (Toulmin; Rieke; Janik, 1979, p. 95, tradução nossa). Em

geral, uma exceção inicia com *a menos que* e *exceto quando*, embora expressões equivalentes possam ocorrer. Uma possível exceção para a proposição da sequência de exemplos anteriores poderia ser: a menos que um time desenvolva uma estratégia mais eficiente que combinar ataque com defesa para alcançar a vitória. Hegenberg e Hegenberg (2009) resumem este componente como “aquele que expressa circunstâncias que não são válidas pela proposição” (p. 191). Em tais casos, as restrições também pesam sobre a garantia. Ou seja, é a exceção da aplicabilidade de uma proposição a partir dos elementos argumentativos que a validam. Assim, dentre todas as possibilidades de tradução desse componente será assumido o termo **Refutação**.

Os seis componentes estão reunidos em um diagrama que busca organizar e analisar a estrutura de um argumento. Tal diagrama, conhecido como Modelo de Toulmin (2001), é amplamente conhecido, utilizado e divulgado. Segundo Hegenberg e Hegenberg (2009), “para Toulmin, o diagrama era a maneira de os leitores ou ouvintes decidirem da aceitabilidade das informações de um escritor ou orador” (p. 193). Nos dias atuais, uma expressiva quantidade de trabalhos reporta investigações que utilizam o Modelo de Toulmin (2001) em diversos contextos de pesquisas educacionais, conforme evidencia a revisão efetuada por Sá e Queiroz (2011). O referido Modelo é apresentado na Figura 1.

Figura 29 - Modelo de Toulmin.

Fonte: Toulmin, S. The Uses of Argument. 2.ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2003, p. 97.

Com base nas definições apresentadas anteriormente para o Modelo, é possível entendê-lo como uma maneira de estruturar a argumentação a fim de testar sua solidez. O seu primeiro e principal eixo se estabelece na relação entre os fundamentos e a proposição, juntamente com seu qualificador. Nesta pesquisa é considerado um segundo eixo envolvendo

a garantia e a refutação, uma vez que são os componentes que atribuem, respectivamente, validade à passagem do fundamento para a proposição e condições em que a proposição não é válida. Por fim, é considerado, também nesta tese, um terceiro eixo, mais aprofundado, sendo composto pelo suporte, que se manifesta pelos elementos que conferem validade a uma garantia por meio de conhecimentos estabelecidos no campo científico.

Na presente pesquisa, a proposta de quadro analítico para análise das discussões colaborativas dialógicas ocorrida no eduqui.info, assume o Modelo de Toulmin (2001), o amplia e complementa com o propósito de definir os níveis de produção argumentativa, de complexidade argumentativa e de qualidade conceitual. No conjunto das três análises espera-se reunir elementos suficientes para cumprir parte dos objetivos desta tese e produzir tessituras de respostas às questões de investigação orientadoras da pesquisa.

Previamente à descrição das três análises citadas é necessário definir a organização adotada para os dados produzidos no Fórum. Conforme mencionado no capítulo *Desenho e Percurso Metodológico*, o professor da disciplina orientou que cada aluno produzisse o mínimo de cinco mensagens ao longo da discussão, embora não tenha definido mínimo de palavras. Cada mensagem é definida como um texto inserido na discussão de uma única vez. Um exemplo de troca de mensagens entre dois alunos pode ser visualizado na Figura 30.

Figura 30 - Exemplo de troca de mensagens em uma discussão colaborativa no Fórum do eduqui.info.

Cada mensagem gerada no Fórum pode ter uma extensão bastante variável, é possível o aluno fazer longos textos construindo uma linha de raciocínio ou apenas uma linha concordando com algo dito anteriormente, por exemplo. Nessa perspectiva, ficou clara a necessidade de não focalizar a mensagem inteira, ou seja, classificar e analisar de uma única vez o texto completo publicado pelo aluno. Dessa forma, adotou-se o procedimento de dividir a mensagem em trechos passíveis de classificação. Tais trechos foram denominados de unidades de análise, doravante abreviados apenas por UA.

Para definição das UA foi tomado como base os procedimentos adotados por Scheuer et al. (2014) quando fizeram uso do quadro analítico *Rainbow*. Os autores, buscando “atribuir um peso proporcionalmente maior para mais extensos textos, segmentaram mensagens em unidades de nível de sentença com base em sinais de pontuação (‘.’ ‘;’ ‘!’ ‘?’)” (SCHEUER et al., 2014, p. 143, tradução nossa). Dessa forma, no presente trabalho foi assumido como uma UA cada sentença que se encerra por um ponto final, ponto e vírgula, ponto de exclamação ou ponto de interrogação. No Quadro 16 são apresentadas, como exemplo, quatro mensagens originais retiradas das discussões dos estudos de caso e as UA geradas a partir de cada mensagem. Estão realçadas algumas pontuações para exemplificação e explicações após o Quadro. Todos os nomes de aluno presentes nos exemplos são fictícios.

Quadro 16 - Exemplos de mensagens das discussões colaborativas no eduqui.info e suas respectivas UA.

(continua)

Mensagem original	Unidades de análise da mensagem
<p>Exemplo 1. José, agora que a gente entrou num consenso, vamos ter que definir os aspectos positivos e negativos:</p> <p>positivos:</p> <p>não é prejudicial a saúde já é utilizado em algumas regiões brasileiras</p> <p>negativos:</p> <p>há um pequeno aumento de preço Pode aumentar o desmatamento O que mais podemos acrescentar??</p>	<p>UA 1: José, agora que a gente entrou num consenso, vamos ter que definir os aspectos positivos e negativos:</p> <p>UA 2: positivos: não é prejudicial a saúde, já é utilizado em algumas regiões brasileiras.</p> <p>UA 3: negativos: há um pequeno aumento de preço, pode aumentar o desmatamento.</p> <p>UA 4: O que mais podemos acrescentar??</p>

Quadro 16 - Exemplos de mensagens das discussões colaborativas no eduqui.info e suas respectivas UA.

(conclusão)

Mensagem original	Unidades de análise da mensagem
<p>Exemplo 2. Nossa Maria esse material de Nanotubo realmente é sensacional! Pelo que eu sei também o Brasil vem desde 1991 pesquisando sobre o nanotubo de carbono, as pesquisas estão bem avançadas, e sua produção também. Mas eu pensei: 'será que não fica caro?'</p> <p>Eu achei esse site: <<Link do artigo>> que diz que os nanotubos podem ser produzidos a partir dos gases emitidos na queima da cana de açúcar, na produção do etanol que é a menina dos olhos da economia brasileira, né? então acho que seria uma opção utilizarmos as trincheiras com esse material e utilizarmos a biorremediação para retirar o que não for removido, se ainda sobrar algo com essa esponja de nanotubos, e enquanto isso a técnica do magnetismo vai sendo aprimorada e desenvolvida, para ser aplicada em futuras catástrofes.</p>	<p>UA 1: Nossa Maria esse material de Nanotubo realmente é sensacional!</p> <p>UA 2: Pelo que eu sei também o Brasil vem desde 1991 pesquisando sobre o nanotubo de carbono, as pesquisas estão bem avançadas, e sua produção também.</p> <p>UA 3: Mas eu pensei: 'será que não fica caro?'.</p> <p>UA 4: Eu achei esse site: <<Link do artigo>> que diz que os nanotubos podem ser produzidos a partir dos gases emitidos na queima da cana de açúcar, na produção do etanol que é a menina dos olhos da economia brasileira, né?</p> <p>UA 5: então acho que seria uma opção utilizarmos as trincheiras com esse material e utilizarmos a biorremediação para retirar o que não for removido, se ainda sobrar algo com essa esponja de nanotubos e enquanto isso a técnica do magnetismo vai sendo aprimorada e desenvolvida, para ser aplicada em futuras catástrofes.</p>
<p>Exemplo 3: Eu concordo com você que o óleo de palma já é utilizado na região nordeste, porém eles não são utilizados tanto nas indústrias e essa fábrica tecnicamente será montada na região sul, então acho que a interesterificação é um meio mais confiável, pelo menos no início da micro empresa.</p>	<p>UA 1: Eu concordo com você que o óleo de palma já é utilizado na região nordeste,</p> <p>UA 2: porém eles não são utilizados tanto nas indústrias e essa fábrica tecnicamente será montada na região sul,</p> <p>UA 3: então acho que a interesterificação é um meio mais confiável, pelo menos no início da micro empresa.</p>
<p>Exemplo 4: Quanto ao uso das trincheiras duplas: o que seria feito com a trincheira utilizada para absorver o petróleo? Ela pode ser reaproveitada? Ou vai ser descartada? Não consigo pensar em nenhum meio de descarte que não comprometa o meio ambiente, já que os métodos mais comuns seriam de queima ou aterro.</p>	<p>UA 1: Quanto ao uso das trincheiras duplas: o que seria feito com a trincheira utilizada para absorver o petróleo? Ela pode ser reaproveitada? Ou vai ser descartada?</p> <p>UA 2: Não consigo pensar em nenhum meio de descarte que não comprometa o meio ambiente,</p> <p>UA 3: já que os métodos mais comuns seriam de queima ou aterro.</p>

Observa-se no Quadro 16 que após a primeira formação de sentenças, encerradas pelas pontuações citadas anteriormente (‘.’ ‘;’ ‘!’ ‘?’), segue uma etapa necessária de correções gramaticais atendendo aos critérios definidos no capítulo *Desenho e Percurso Metodológico*. No bojo de tais correções, se incluem fatores determinantes na identificação das UA, como quando o aluno não utiliza pontuação para separar duas linhas de raciocínio independentes (exemplo 1), assim como quando o aluno utiliza pontuação indevidamente no meio de um período (exemplo 2). Essas correções de equívocos gramaticais ou de digitação são indispensáveis para melhor configurar e caracterizar uma UA. Ainda no sentido de melhor definir as UA, é feita a leitura de toda UA a fim de verificar aquelas constituídas de uma

sentença capaz de gerar dois ou mais trechos passíveis de classificação (Exemplo 3 e Exemplo 4). Assim como também são verificadas aquelas sentenças que para melhor compor um trecho passível de análise podem ser reunidas em uma única UA (Exemplo 4).

Ainda sobre os dados produzidos nas discussões, percebe-se que o total de mensagens e o total de UA identificadas se constituem como dois importantes dados para a pesquisa. Sobre as UA são realizadas as classificações necessárias para cada análise prevista, sendo cada uma delas geradora de um novo dado. No total, sete dados substanciam as três análises que compõem o quadro analítico aqui proposto. A maneira como cada dado se relaciona com cada análise está representada no esquema da Figura 31.

Figura 31 - Quadro analítico da argumentação colaborativa mediada por computador.

5.1. Nível de produção argumentativa

Definidas as UA, se avança às análises, cuja primeira é do nível de produção argumentativa. Nela, considera-se somente o total de mensagens produzidas pelos alunos na

discussão e o total de UA decorrentes dessas mensagens. Portanto, ainda não se busca avaliar qualitativamente as mensagens. Apesar de a análise se dar sobre as UA recortadas nas mensagens, o total de mensagens também precisa ser observado para que se avalie favoravelmente uma dupla ou um trio que apresentou maior quantitativo de mensagens para produzir o mesmo número de UA que outra dupla ou outro trio. O entendimento aqui formado é de que em uma discussão colaborativa é desejável, por exemplo, que sejam produzidos trinta UA ao longo de dez mensagens em vez de trinta UA em três mensagens. Essa preferência se explica: quando um aluno escreve trinta UA em três mensagens, média de dez por mensagem, significa que é menor a chance de ter empreendido uma verdadeira discussão com trocas de informações, posicionamentos, mudanças de opiniões etc. Essencialmente se resume ao ato de acessar a discussão e escrever um longo texto, por vezes, desconexo do momento da discussão. Por outro lado, quando se escreve trinta UA em dez mensagens, média de três por mensagem, significa que as trocas de dados entre os alunos são maiores, sendo, por consequência, maiores as oportunidades de aprofundamentos argumentativo da discussão colaborativa. Assim, a análise do nível de produção argumentativa se dá sobre essas duas variáveis: total de mensagens geradas pela discussão e total de UA recortadas das mensagens.

5.2. Nível de complexidade argumentativa

Tendo já definidas as UA, avança-se à classificação de cada uma delas por categorias que expressam ou não algum conteúdo argumentativo. A definição das categorias argumentativas seguiu uma sequência de três etapas. A primeira delas consistiu em gerar categorias a partir dos componentes básicos de um argumento, segundo Toulmin (2003). Dessa forma, as primeiras categorias argumentativas geradas dizem respeito àquelas ligadas a Proposições, Fundamentos, Garantias, Suportes, Qualificadores e Refutações. Considerando que esses elementos advêm de uma proposta de estruturação dos argumentos de um discurso e não de uma discussão, a segunda etapa consistiu em consultar os quadros analíticos utilizados durante o ciclo 1 a fim de reunir categorias específicas do contexto de discussões colaborativas mediadas por computador. O quadro analítico proposto por Baker et al. (2007) inicia com a classificação de mensagens em uma das suas sete categorias. Já o quadro analítico proposto por Clark e Sampson (2008) classifica as mensagens em onze categorias de movimentos discursivos. Algumas das categorias de ambos os quadros analíticos foram

mantidas no presente quadro analítico. Por fim, a terceira e última etapa consistiu em definir categorias que emergiram do contexto específico desta pesquisa.

Ao fim das três etapas foi alcançada uma proposta de classificação das UA por 24 subcategorias que foram reunidas em nove categorias. As categorias foram assim denominadas: Não-argumentativo (NARG), Esclarecimento (ESCL), Questionamento (QUES), Fundamento (FUND), Proposição (PROP), Garantia (GARA), Refutação (REFU), Suporte (SUPO) e Contraproposição (CPRO). Algumas categorias foram reunidas em grupos, que receberam o mesmo coeficiente de complexidade argumentativa (CCA), em uma escala que varia de zero a quatro. O Quadro 17 apresenta os quatro grupos de categorias e seus respectivos CCA. Assim, por exemplo, o grupo que apresenta CCA igual a 3 é formado por duas categorias: GARA e REFU.

Quadro 17 - Quadro analítico com apresentação de grupos de categorias argumentativas e respectivos coeficientes de complexidade argumentativa (CCA).

CCA	Categorias e subcategorias argumentativas	
0	Não argumentativo (NARG) <ul style="list-style-type: none"> • Fora do contexto • Interações de socialização • Gerenciamento da execução da discussão 	
1	Questionamento (QUES) <ul style="list-style-type: none"> • Questionamento de significado • Questionamento de argumento • Questionamento sobre adequação do argumento 	Esclarecimento (ESCL) <ul style="list-style-type: none"> • Esclarecimento de significado • Esclarecimento de argumento • Esclarecimento à contraproposição sem suporte
2	Fundamento (FUND) <ul style="list-style-type: none"> • Fundamento de proposição • Fundamento de contraproposição 	Proposição (PROP) <ul style="list-style-type: none"> • Proposição com qualificador • Proposição sem qualificador • Proposição que remete à mudança de argumento • Aceitação ou aprovação de um argumento
3	Garantia (GARA) <ul style="list-style-type: none"> • Garantia de proposição • Garantia de contraproposição • Suporte sem explicitação de fontes 	Refutação (REFU) <ul style="list-style-type: none"> • Refutação de proposição • Refutação de contraproposição
4	Suporte (SUPO) <ul style="list-style-type: none"> • Suporte com explicitação de fontes • Esclarecimento à contraproposição com suporte 	Contraproposição (CPRO) <ul style="list-style-type: none"> • Contraproposição de tese • Contraproposição de fundamentos

Para produzir a escala de complexidade de categorias apresentada no Quadro 17 partiu-se do Modelo de Toulmin (2001). O próprio autor assim define a posição dos componentes em seu Modelo:

Se quisermos também levar em conta as características do nosso argumento, nosso modelo se tornará mais complexo. Qualificadores e as condições de exceção ou refutação são ambas distintas de fundamentos e de garantias, e precisa ser dado lugares separados em nosso layout. Assim como uma garantia não é, em si, nem um fundamento e nem uma proposição, uma vez que implica, por si só, algo sobre ambos (...). Qualificadores indicam a força conferida pela garantia nesta etapa, condições de refutação indicam circunstâncias em que a autoridade geral da garantia teria de ser anulada. Para marcar essas outras distinções, podemos escrever o qualificador imediatamente ao lado da proposição a que se qualifica, e as condições excepcionais que possam ser capazes de derrotar ou refutar a proposição imediatamente abaixo do qualificador (TOULMIN, 2003, p. 93-94, tradução nossa).

As definições acima transcritas de Toulmin (2003) ficam claras ao observar seu Modelo, já apresentado na Figura 29. Nele se evidencia uma linha base na qual se encontra a premissa do argumento, com os fundamentos, qualificadores e proposições. Abaixo dessa linha, as refutações e garantias que reúnem conteúdos de maior complexidade ao exigir maior aprofundamento dos argumentos utilizados para validar ou restringir a validade de uma premissa básica. Mais abaixo, em um nível de ainda maior complexidade, aparecem os suportes, que demandam conhecimentos básicos aceitos por uma área do conhecimento.

Ainda no que se refere aos níveis de complexidade, Erduran, Simon e Osborne (2004) propõem uma metodologia de análise de textos argumentativos baseada no Modelo de Toulmin (2001). Na metodologia, os componentes argumentativos, tais como proposição, garantia e suporte, são apresentados em termos de ocorrência de duplas, triplas, quádruplas, quádruplas e sêxtuplas combinações. As combinações com maior total de componentes são tomadas pelos autores como mais sofisticadas em contraste às com menor quantidade. Assumindo essas premissas, um argumento que apresenta “proposição-fundamento-garantia” é menos sofisticado do que outro que possui “proposição-fundamento-garantia-refutação”. As combinações possíveis no modelo de Erduran, Simon e Osborne (2004) têm uma ordem crescente de complexidade partindo da combinação tripla para a combinação sêxtupla, como exemplificado a seguir: “proposição-fundamento-garantia”; “proposição-fundamento-garantia-suporte”; “proposição-fundamento-garantia-refutação”; “proposição-fundamento-

garantia-qualificador”; “proposição-fundamento-garantia-suporte-qualificador”; “proposição-fundamento-garantia-suporte-qualificador-refutação”.

Tomando como base as definições do Modelo de Toulmin (2001) e da metodologia proposta por Erduran, Simon e Osborne (2004) foi possível atribuir escores de CCA para os diferentes grupos de categorias argumentativas apresentados no Quadro 17. Assim, primeiramente foi atribuído o CCA igual a zero ao grupo NARG por não apresentar qualquer elemento argumentativo. Em seguida os grupos ESCL e QUES receberam CCA igual a um, pois, apesar de reunirem categorias argumentativas que permitem uma melhor discussão no Fórum, não são elementos intrinsecamente relacionados àqueles do Modelo de Toulmin (2001). Por sua vez, os grupos FUND e PROP receberam CCA igual a dois por participarem da premissa básica de um argumento, apontada por Erduran, Simon e Osborne (2004) como menos sofisticadas quando aparecem apenas isoladamente em comparação com quando são acompanhadas de garantias e refutações. Em seguida, os grupos GARA e REFU receberam CCA igual a três. Esses grupos reúnem as categorias relacionadas às garantias e refutações do argumento, que conforme o Modelo de Toulmin (2001), estão em um nível mais elevado de complexidade argumentativa. Por fim, receberam o CCA igual a quatro os grupos de categorias SUPO e CPRO. O primeiro deles agrupa os suportes utilizados para apoiar as garantias do argumento. Já o segundo grupo é inerente das especificidades da presente pesquisa e congrega as contraproposições utilizadas por um estudante para rebater o outro.

De acordo com Leitão e Almeida (2000),

O manejo de contra-argumentos em situações de diálogo oral manifesta-se quase sempre na forma de uma reação do falante a argumentos levantados por um interlocutor, embora não se ignore naturalmente a possibilidade do próprio falante antecipar objeções que lhe poderiam ser apresentadas por outrem. Nos monólogos escritos, diferentemente, a consideração de contra-argumentos se torna possível apenas pela antecipação, pelo próprio escritor, de restrições e críticas que um leitor poderia levantar em relação às suas posições (p. 353).

Como nas discussões, sejam orais ou escritas, esse é um elemento presente, era necessário caracterizá-lo dentro da proposta de classificação do Quadro 17. Foi considerado que uma contraproposição não possui a mesma complexidade de uma proposição, conforme destacam Leitão e Almeida (2000):

Estudos recentes na área do desenvolvimento de habilidades de argumentação em crianças demonstram que o processo que as leva ao

domínio do discurso argumentativo é marcado por assimetrias em dois importantes aspectos. Primeiramente, se comparada à habilidade de gerar ideias de apoio a um ponto de vista (justificativas), a possibilidade de considerar posições alternativas e antecipar contra-argumentos é vista como uma ocorrência mais tardia no desenvolvimento da criança (p. 352).

No trabalho de Leitão e Almeida (2000) estão reunidas diversas referências que demonstram a tardia capacidade de crianças e adolescentes em adquirirem na escrita argumentativa o mesmo nível de construção de contra-argumentos praticados na oralidade. Considerando, então, que a organização de um contra-argumento, no caso deste trabalho, contraproposição, demanda um grau mais elevado de habilidade argumentativa, foi atribuído o CCA igual a quatro às categorias desse grupo, sendo estas equivalentes em complexidade ao grupo de suportes de garantias.

O estabelecimento de pesos para os diferentes grupos de categorias argumentativas também vai ao encontro do item 5 da seção 4.2.3 do capítulo *Desenho e Percurso Metodológico*, que pontua a necessidade de criar níveis para classificação dos argumentos.

Na sequência é descrito cada uma das nove categorias do Quadro 17 e suas respectivas subcategorias. Para isso, é feita a definição de cada categoria e, em seguida, é apresentado em um Quadro três exemplos de UA classificadas em cada subcategoria pertencente àquela categoria. Os exemplos, salvo algumas exceções, são verídicos, tendo sido retirados das discussões do ciclo 2. Na medida do possível, foram escolhidos exemplos que pudessem gerar inferências acerca do contexto, pois algumas classificações poderiam ser duvidosas em razão de estarem fora do contexto. Por exemplo, uma UA isolada de refutação se assemelha a de uma contraproposição, e vice-versa.

Não-argumentativo (NARG)

A categoria NARG reúne aquelas subcategorias que não possuem qualquer conteúdo argumentativo. Elas representam as UA utilizadas para organizar a execução da discussão, as interações cordiais de socialização entre os alunos e qualquer outro texto fora do contexto da discussão (Quadro 18).

Fora de contexto: representa os textos que não possuem qualquer relação com a atividade e com a discussão em curso.

Interações de socialização: representa os momentos de cumprimentos e interações de socialização.

Gerenciamento de execução da discussão: representa os momentos em que os alunos organizam a maneira como será executada a discussão.

Quadro 18 - Exemplos de enunciados das subcategorias da categoria NARG para classificação das UA.

Subcategorias (NARG)	Exemplos
Fora de contexto	Vi você no corredor hoje, ficou bom seu cabelo.
	Sabe se terá aula de química geral amanhã?
	O bandeirão está fechado hoje.
Interações de socialização	Olá, Maria.
	Obrigado e até mais Maria!
	Bom dia, Maria
Gerenciamento de execução da discussão	Em relação a biorremediação, irei fazer uma pesquisa para ver se é possível otimizar esse tempo
	Acho que a gente deveria escrever mais sobre a ideia do diesel a partir da cana-de-açúcar.
	Vou colar aqui as partes dos textos que estão nos links que te mandei que me interessam mais.

Questionamento (QUES)

A categoria QUES reúne as subcategorias vinculadas aos momentos em que o aluno considera necessário questionar ou consultar seu parceiro de dupla ou seus parceiros de trio acerca de algum aspecto dos argumentos utilizados por ambos na discussão (Quadro 19).

Questionamento de significado: representa os questionamentos ou solicitações de esclarecimento sobre o significado de alguma parte do texto de seu parceiro de dupla ou seus parceiros de trio.

Questionamento de argumento: representa os questionamentos ou solicitações de esclarecimento sobre um argumento apresentado anteriormente pelo seu parceiro de dupla ou seus parceiros de trio.

Questionamento sobre adequação do argumento: representa os questionamentos sobre a adequação ou viabilidade de um argumento utilizado na discussão ou sobre um argumento colocado para sua apreciação.

Quadro 19 - Exemplos de enunciados das subcategorias da categoria QUES para classificação das UA.

Subcategorias (QUES)	Exemplos
Questionamento de significado	Acho que sua comparação com uma esponja não está clara.
	O método deveria ser adotado por uma grande quantidade de empresas logo de cara, certo?
	O que significa o material ser pesado após o uso, mencionado na sua mensagem anterior?
Questionamento de argumento	Sim, para uma solução rápida existe a opção do biodiesel também, o que você acha?
	Você acha que existe alguma maneira de otimizar esse tempo?
	O que me diz de tornar esse meu método como sendo uma opção de prevenção?
Questionamento sobre adequação do argumento	O método corre o risco de não se tornar popular?
	Você tem noção de quanto custa cada cabo e quantos cabos são usados em cada plataforma?
	Não seria conveniente e/ou possível misturar o próprio etanol ao querosene, tornando todo o processo mais simples?

Esclarecimento (ESCL)

A categoria ESCL reúne as subcategorias vinculadas aos momentos em que o aluno acha necessário esclarecer algum ponto do texto, seja pela sua própria percepção que o esclarecimento é necessário, seja pelo questionamento de seu parceiro de dupla ou seus parceiros de trio. O grupo inclui também esclarecimentos à contraproposição, estabelecidos sem qualquer suporte (Quadro 20).

Esclarecimento de significado: representa os esclarecimentos do significado de alguma parte de seu texto por desejo próprio ou em razão de um questionamento sobre o significado.

Esclarecimento de argumento: representa os esclarecimentos de um argumento anterior proferido e não compreendido pelo aluno. O esclarecimento pode partir de seu desejo próprio ou em razão de um questionamento sobre o argumento.

Esclarecimento à contraproposição sem suporte: representa os esclarecimentos sem suporte elencados por um aluno para melhor se fazer compreender, após receber uma contraproposição de seu argumento.

Quadro 20 - Exemplos de enunciados das subcategorias da categoria ESCL para classificação das UA.

(continua)

Subcategorias (ESCL)	Exemplos
Esclarecimento de significado	Essa sigla que usei na mensagem anterior é a abreviação do nome da técnica.
	Interpretando melhor meu argumento, percebi que houve um equívoco: era querosene e não bioquerosene.
	O link do meio é contra o plástico biodegradável.

Quadro 20 - Exemplos de enunciados das subcategorias da categoria ESCL para classificação das UA.
(conclusão)

Subcategorias (ESCL)	Exemplos
Esclarecimento de argumento	Eu nunca fui contra sua solução, apenas pontuei que ela ainda é meio cara.
	Este era o meu ponto de vista inicial.
	O que eu quis dizer sobre ser caro, não é pelo reator, mas sim pelas condições ideais para os microrganismos terem eficácia alta.
Esclarecimento à contraproposição sem suporte	Lógico que seriam necessários investimentos iniciais, mas depois de feitos, a extração seria bem mais barata.
	Em contrapartida, as pesquisas estão sendo realizadas por inúmeras empresas e universidades, tornando o combustível promissor para um futuro próximo.
	Em relação à mão de obra, não necessitaria de grande quantidade de mão de obra visto que o processo de confecção do biorreator é mecanizado.

Fundamento (FUND)

A categoria FUND reúne as subcategorias vinculadas aos enunciados em que o aluno inclui dados, fatos, evidências etc. que fundamentam a construção de uma proposição ou contraproposição (Quadro 21).

Fundamento de proposição: representa os enunciados em que os alunos incluem qualquer elemento que se configure como o componente Fundamento do Modelo de Toulmin (2001) em uma proposição.

Fundamento de contraproposição: representa os enunciados em que os alunos incluem qualquer elemento que se configure como o componente Fundamento do Modelo de Toulmin (2001) em uma contraproposição.

Quadro 21 - Exemplos de enunciados das subcategorias da categoria FUND para classificação das UA.

Subcategorias (FUND)	Exemplos
Fundamento de proposição	As barreiras de contenção servem para conter derramamentos de petróleo e derivados.
	O uso desse combustível em aviões de pequeno porte já mostrou bons resultados.
	A bactéria <i>Burkholderia sacchari</i> , que transforma o que é jogado no lixo em algo que pode ir para as prateleiras, foi descoberta.
Fundamento de contraproposição	Acho muito válido os exemplos que você deu, porém as empresas maiores são as que mais utilizam plástico.
	Como você mesmo disse, esses polímeros irão aglutinar o petróleo.
	Mas esses produtos isentos de gorduras trans são bem mais caros.

Proposição (PROP)

A categoria PROP reúne as subcategorias vinculadas aos enunciados básicos de um argumento. Elas correspondem às declarações de posicionamentos efetuadas pelos alunos no formato de proposições ou por meio da aceitação ou mudança de uma proposição já realizada na discussão (Quadro 22).

Proposição com qualificador: representa os enunciados em que os alunos declaram uma proposição com acompanhamento de qualificador.

Proposição sem qualificador: representa os enunciados em que os alunos declaram uma proposição sem acompanhamento de qualificador.

Proposição que remete à mudança de argumento: representa os enunciados em que um aluno declara uma proposição contrária à já apresentada anteriormente por ele.

Aceitação ou aprovação de argumento: representa os enunciados em que um aluno declara uma proposição favorável à apresentada anteriormente pelo seu parceiro de dupla ou seus parceiros de trio. Nessa categoria é usado argumento em vez de proposição, pois se considera a aceitação ou aprovação de outros componentes argumentativos, como Garantia, Suporte e Contraproposição.

Quadro 22 - Exemplos de enunciados das subcategorias da categoria PROP para classificação das UA.

Subcategorias (PROP)	Exemplos
Proposição com qualificador	Provavelmente o empresário adaptará sua frota para esse novo combustível.
	O uso da tecnologia flex nesta frota de aviões certamente resolverá o problema.
	Devido a todos os argumentos expostos por mim, este método possui grande probabilidade de se tornar popular.
Proposição sem qualificador	Assim, sendo mais viável sua conversão por microrganismos.
	Portanto não pode aguardar até que o bioquerosene seja produzido em larga escala.
	Eu considero que a substituição da gordura trans pelo óleo de palma é o método mais eficaz.
Proposição que remete à mudança de argumento	Então sugiro que busquemos outra proposta.
	Levando em conta as diversas pesquisas que vêm sendo realizadas para que seja viabilizado esse combustível, tenho que concordar com você.
	Porém, pelo que conversamos talvez a biorremediação não seja a melhor ideia para complementar o método das barreiras flutuantes.
Aceitação ou aprovação de argumento	De fato, o bioplástico não resolveria esse tipo de problema, que já existe hoje.
	Concordo com você, o biodiesel é um biocombustível que tem as mesmas vantagens do etanol.
	Acho muito boa essa proposta, estava pensando nisso.

Garantia (GARA)

A categoria GARA reúne as subcategorias vinculadas aos enunciados utilizados para garantir ou validar a passagem dos fundamentos para as proposições ou contraproposições. O grupo também congrega os suportes utilizados com garantias de proposições ou contraproposições. Tal categoria está deslocada da categoria Suporte em virtude dela ser exclusiva das UA que envolvem suporte, mas sem explicitação de fontes, o que resultou em um menor valor de CCA (Quadro 23).

Garantia de proposição: representa os enunciados, cuja confiabilidade está bem estabelecida, introduzidos para validar uma proposição.

Garantia de contraproposição: representa os enunciados, cuja confiabilidade está bem estabelecida, introduzidos para validar uma contraproposição.

Suporte sem explicitação de fontes: representa os enunciados fornecidos pelos alunos sem explicitação de fontes para respaldar a garantia de uma proposição ou contraproposição.

Quadro 23 - Exemplos de enunciados das subcategorias da categoria GARA para classificação das UA.

Subcategorias (GARA)	Exemplos
Garantia de proposição	Isso foge do que é o capitalismo.
	Além de dar um caráter mais “BIO” ao plástico, são espécies de agricultura tradicional aqui no Brasil.
	E é justamente isso que os encarece.
Garantia de contraproposição	Mesmo que os polímeros produzidos sejam provenientes de uma fonte abundante em nosso país, toda a estrutura necessária para a retirada teria que ser de acordo com o tamanho do derramamento.
	Se ela for produzir seus ingredientes, terá o custo de implantação e manutenção dessa linha de produção.
	Torno a dizer, comprar os ingredientes prontos de cada empresa sairá mais caro.
Suporte sem explicitação de fontes	Somos um dos maiores produtores de soja do mundo, estamos caminhando para esse patamar também para com a cana-de-açúcar.
	Este composto é um hidrocarboneto e os testes apontam que sua estrutura é semelhante a do diesel de origem fóssil.
	O etanol pode congelar em elevadas altitudes.

Refutação (REFU)

A categoria REFU reúne as subcategorias que expressam qualquer condição de exceção e restrição a uma proposição ou contraproposição (Quadro 24).

Refutação de proposição: representa os enunciados que caracterizam uma limitação ou restrição de uma proposição enunciada.

Refutação de contraproposição: representa os enunciados que caracterizam uma limitação ou restrição de uma contraproposição enunciada.

Quadro 24 - Exemplos de enunciados das subcategorias da categoria REFU para classificação das UA.

Subcategorias (REFU)	Exemplos
Refutação de proposição	Mas, futuramente, talvez isso não seja mais possível e a substituição pelo bioplástico seja inevitável.
	Ainda que possa ser politicamente delicada.
	O único problema continua sendo a conscientização em massa, para que toda a população colabore. Sem isso, o processo não funciona.
Refutação de contraproposição	A não ser que a tal frota seja inteiramente de pequeno a médio porte.
	Seu único problema é o elevado nível de gorduras saturadas que causam mal tanto quanto a gordura trans,
	A menos que o processo se torne muito caro.

Suporte (SUPO)

A categoria SUPO reúne as subcategorias relacionadas ao fornecimento de conhecimentos básicos amplamente válidos em uma área de conhecimento para suportar garantias de proposições ou contraproposições. Tais suportes de garantia devem aparecer com a explicitação das fontes ou como complemento de um esclarecimento à contraproposição (Quadro 25).

Suporte com explicitação de fontes: representa os enunciados fornecidos pelos alunos com explicitação de fontes para respaldar a garantia de uma proposição ou uma contraproposição.

Esclarecimento à contraproposição com suporte: representa os enunciados contendo esclarecimentos com suporte elencados pelos alunos para melhor se fazerem compreender após recebimento de uma contraproposição de seu argumento.

Quadro 25 - Exemplos de enunciados das subcategorias da categoria SUPO para classificação das UA.

(continua)

Subcategorias (SUPO)	Exemplos
Suporte com explicitação de fontes	Maria, nesse artigo <<Link do artigo>> na parte de técnica de utilização da biorremediação, propõe como diminuir esse tempo na biorremediação.
	Sobre as trincheiras, olha esse site <<Link do site>>! É sobre uma pesquisa na Universidade de Rice e Penn (EUA), que pesquisou sobre uma esponja que é hidrofóbica, oleofílica e permite a reutilização do óleo.
	Como você pode ver na minha dissertação, o método é barato sim, segundo as pesquisas realizadas pela UFRJ.

Quadro 25 - Exemplos de enunciados das subcategorias da categoria SUPO para classificação das UA.
(conclusão)

Subcategorias (SUPO)	Exemplos
Esclarecimento à contraproposição com suporte	Devido à apresentação que o autor faz das técnicas ex-situ e in-situ em <<Título do artigo>>, eu acredito que uma das técnicas in-situ seja mais apropriada.
	A reutilização é também viável, como mostra a pesquisa.
	De acordo com o texto, os derramamentos são decorrentes de "descartes de petroleiros ou plataformas, lavagens de tanques de navios cargueiros e de operações de cabotagem", então esses derramamentos ocorrem em uma determinada área e não em locais aleatórios, assim a construção do biorreator seria viável.

Contraproposição (CPRO)

A categoria CPRO reúne as subcategorias vinculadas aos enunciados básicos de um argumento. Elas correspondem às declarações de posicionamentos efetuadas pelos alunos no formato de proposições contrárias a outra apresentada pelo seu parceiro de dupla ou seus parceiros de trio (Quadro 26).

Contraproposição contra tese: representa os enunciados em que os alunos se declaram contrários a toda uma proposição feita anteriormente, apontando sua total inviabilidade.

Contraproposição contra fundamentos: representa os enunciados em que os alunos se declaram contrários à parte dos fundamentos de uma proposição feita anteriormente, apontando ser inadequada sob algum dos pontos de sustentação do argumento.

Quadro 26 - Exemplos de enunciados das subcategorias da categoria CPRO para classificação das UA.

Subcategorias (CPRO)	Exemplos
Contraproposição de tese	Substituir os ingredientes que ela usa para fazer seus doces por óleo de palma não faz sentido.
	A aplicação imediata do bioplástico não é viável.
	Fora que muito do material não seria utilizado no caso de derramamento, sendo de baixa utilidade.
Contraproposição de fundamentos	Usando esse método, sobrarão sempre resquícios de óleo, que em longo prazo podem se acumular e prejudicar o meio ambiente.
	Entretanto, creio que essa substituição não é viável dentro da escala domiciliar.
	Indiscutível que essa opção traria vantagens econômicas para o dono da frota, mas existe uma maneira que trará mais benefícios e uma maior rentabilidade econômica.

Finalizada a apresentação das categorias inseridas no quadro analítico é necessário deixar claro o foco de observação desses dados na análise da complexidade argumentativa das discussões.

Sá, Kasseboehmer e Queiroz (2014) tecem uma crítica à metodologia proposta por Erduran, Simon e Osborne (2004) em razão dessa não fazer qualquer distinção entre argumentos cujas combinações dos componentes argumentativos apresentem frequências de ocorrência distintas de componentes. Os autores identificam que não há diferença entre dois argumentos que apresentem uma mesma combinação de componentes. Como exemplo, um argumento do tipo “conclusão-dado-garantia-suporte” recebe o mesmo nível de complexidade, seja apresentando três justificativas ou apenas uma. “Fato que consideramos como sendo uma limitação da metodologia” (SÁ; KASSEBOEHMER; QUEIROZ, op. cit., p. 151).

Na proposta de análise do nível de complexidade argumentativa aqui apresentada essa limitação é superada em razão da divisão das mensagens em UA e da possibilidade de uma mesma UA ser classificada em mais de uma categoria. Ou seja, se uma mensagem contiver, por exemplo, cinco garantias de proposição, cada uma delas será considerada nos apropriados recortes de UA, abrangendo, assim, todos os componentes argumentativos presentes na mensagem.

Para análise do nível de complexidade argumentativa foram consideradas quatro variáveis: total de grupos de categorias argumentativas abarcados na discussão, total de categorias argumentativas e não argumentativas contempladas na discussão e o somatório dos coeficientes de complexidade argumentativa atribuídos a cada unidade de análise.

É presumível que seja esperado que uma discussão apresente o mínimo de categorias do grupo NARG e a maior diversidade possível de grupos e categorias argumentativas, mostrando maior complexidade da argumentação contida na discussão. Entretanto, também é desejável um moderado percentual de mensagens nas categorias dos grupos QUES e ESCL que embora sejam considerados grupos de categorias argumentativas, possuem baixo valor de CCA. Por sua vez, o somatório resultante dos valores de CCA atribuídos a cada categoria identificada na discussão deve ser majorado ao máximo valor possível.

5.3. Nível de qualidade conceitual

Para finalizar a análise das discussões colaborativas é realizada uma etapa de análise do nível de qualidade conceitual dos argumentos produzidos. Essa análise deriva de adaptações aos quadros analíticos utilizados no ciclo 1. Uma das análises efetuadas após a avaliação pelo quadro analítico *Rainbow* é a análise da extensão da discussão (AMELSVOORT; ANDRIESSEN; KANSELAAR, 2007). Por outro lado, uma das avaliações decorrentes do quadro analítico proposto por Clark e Sampson (2008) é a análise da qualidade conceitual da discussão. Conforme pontuado no item 1 da seção 4.2.3 do capítulo *Desenho e Percurso Metodológico*, foi verificado do ciclo 1 a possibilidade de complementação entre os referenciais dessas duas análises formando uma única, que aqui está sendo assumida como nível de qualidade conceitual. A proposta de análise é direcionada somente às UA que envolvem algum dos componentes argumentativos do Modelo de Toulmin (2001). Dessa forma, somente UA classificadas nas categorias dos grupos FUND, PROP, GARA, REFU, SUPO e CPRO durante a análise do nível de complexidade argumentativa serão consideradas para a análise do nível de qualidade conceitual.

A análise se inicia com a classificação das UA pela natureza do argumento abordado e também pelo assunto vinculado a cada natureza. Foram reunidas dez possíveis naturezas de argumento com base na análise realizada com as discussões do ciclo 1. São elas: científica, tecnológica, ambiental, econômica, saúde, comercial, social, política, cultural e ética. Cada uma dessas naturezas contempla uma ampla quantidade de assuntos, que algumas vezes podem se repetir em mais de uma natureza, dependendo do tipo de abordagem que recebe. Por exemplo, o assunto reciclagem pode ser abordado sob a ótica das naturezas ambiental, científica, tecnológica, social e econômica, assim como o tema síndrome da imunodeficiência adquirida (AIDS) pode se relacionar com a natureza científica, de saúde, social e política, por exemplo. As dez naturezas de argumento elencadas, seguidas de cinco exemplos de assuntos em cada uma, são apresentadas na Tabela 15.

Tabela 15 - Tipo de naturezas de argumento e exemplos de assuntos.

Natureza do argumento	Exemplos de assunto	Natureza do argumento	Exemplos de assunto
Científica	Propriedades químicas Propriedades físicas Reações químicas Radiação Processos biológicos	Tecnológica	Gestão de qualidade Processos de produção Viabilidade técnica Tratamento de resíduos Subprodutos
Ambiental	Conscientização ambiental Coleta seletiva Poluição Descarte de resíduos Desmatamento	Econômica	Economicamente viável Relação custo-benefício Relação oferta-procura Lucratividade Alteração de custos
Saúde	Intoxicação Toxicidade Dieta alimentar Efeitos colaterais Alimentação saudável	Comercial	Marketing Ampliação comercial Mercado alvo Estratégia comercial Gestão comercial
Social	Favelização Distribuição de Renda Qualidade de vida Capacitação profissional Violência urbana	Política	Legislação Constituição Reforma política Cassação de mandato Fiscalização
Cultural	Tradição e valores culturais Hábitos culturais Identidade cultural Diversidade cultural Patrimônio cultural	Ética	Credibilidade Corrupção Ética profissional Bioética Direitos humanos

Na proposta, cada UA pode ser classificada por mais de uma natureza e de um assunto, desde que pertinentes. Após as classificações, conforme pontuado no item 3 da seção 4.2.3 do capítulo *Desenho e Percurso Metodológico*, toda UA classificada em um dos assuntos das naturezas científica, econômica e tecnológica é submetida à determinação do coeficiente de qualidade conceitual (CQC). Para isso, a UA recebe um valor que varia de 0 a 3 conforme a adequação de seu texto às normas e definições expressas pela maioria dos membros de um coletivo social, neste caso, a comunidade científica. Recebem o CQC igual a 0 as UA totalmente incoerentes com as normas científicas abarcadas pelo texto. Recebem o CQC igual a 1 as UA que tratam de conceitos tanto coerentes quanto incoerentes com relação às normas científicas. Já as UA que abordam apenas um conceito científico de maneira coerente são classificadas como o CQC igual a 2. Por fim, as UA que versam sobre mais de um conceito científico, sendo todos adequados às normas científicas são classificados com o CQC igual a 3.

Para análise do nível de qualidade conceitual foram consideradas quatro variáveis: total de naturezas de argumento abarcadas na discussão, total de assuntos presentes de cada

natureza observada, total de ocorrência de cada assunto identificado e o somatório dos coeficientes de qualidade conceitual atribuídos a cada assunto de natureza científica, ambiental e tecnológico.

É presumível que seja esperado que uma discussão apresente argumentos no máximo de naturezas e assuntos possíveis, tornando os argumentos lançados em discussão cada vez mais diversificados e aprofundados. Além da maior diversidade, é também desejável que os assuntos possam ser utilizados mais de uma vez, aumentando, assim, além da quantidade de assuntos, a quantidade de ocorrências desses assuntos. Por fim, os argumentos de natureza científica, tecnológica e ambiental devem buscar sempre a máxima coerência possível com as leis, normas, teorias e definições já aceitas pela comunidade científica. Dessa forma, o somatório resultante dos valores de CQC atribuídos a cada assunto identificado das citadas naturezas, deve ser majorado ao máximo valor possível.

5.4. Considerações sobre o quadro analítico na perspectiva da literatura em educação em ciências

Encerrada a apresentação do quadro analítico se vislumbra a possibilidade de situá-lo na perspectiva dos demais apresentados na literatura. Inicialmente, salta aos olhos o fato do foco temático que trata do assunto no capítulo Introdução desta tese (*Argumentação Associada a Quadros Analíticos*) abarcar apenas três trabalhos. É, portanto, notória a escassez de ferramentas desse tipo quando lidamos com a argumentação em sistemas computacionais, conforme mencionado anteriormente.

Outro aspecto também evidente é a fundamentação teórica comum que ampara a construção de quadros dessa natureza, assim como o proposto nesta tese: o Modelo de Toulmin (2001). E, sobre isso, cabem alguns apontamentos.

O Modelo de Toulmin (2001) como precursor na construção de um quadro analítico para discussões colaborativas dialógicas encontra justificativas na literatura. Para Baker et al. (2007), embora o Modelo forneça pouca indicação do domínio específico do campo de estudo, evidencia componentes do argumento que são, dessa forma, mais facilmente avaliados. Contudo, o Modelo favorece a análise de argumentos monológicos e não dialógicos, não sendo tão útil para representar uma variedade de pontos de vista e oposições entre eles, próprio de cenários de discussão colaborativa. Apesar disso, os autores ponderam

que, mesmo nesse contexto, qualquer modelo de argumentação deve manter um aspecto fundamental do Modelo de Toulmin (2001), que é a garantia, autorizando a transição entre fundamento e proposição.

Em concordância com as ponderações anteriores, Clark e Sampson (2007) chamam atenção para a dificuldade na análise da qualidade de um argumento dialógico e alertam que pode haver dúvida, por exemplo, na classificação de proposição, garantia e suporte, o que requer a análise do contexto. Diante dessas considerações se percebe a necessidade de pensar em um quadro analítico que se aproxime do contexto da produção dos dados, ao mesmo tempo em que não se distancie das definições dos componentes básicos do Modelo de Toulmin (2001).

Entre as dúvidas que podem ser suscitadas na classificação dos componentes de um argumento, uma bastante característica de discussões dialógicas consiste na distinção entre refutação e contraproposição ou contra-argumentação. Daí a importância de estar bem caracterizado o sentido de cada uma. Sobre refutação, Clark e Sampson (2007) definem que estas incluem ataques direcionados aos fundamentos de uma proposição ou ataques diretamente a uma proposição (por exemplo, destacando uma parte da proposição que é inválida). Assim, a conclusão dos autores, que esta tese acompanha, é de que afirmações feitas pelos alunos são enquadradas como uma refutação se qualquer parte dessa afirmação atacar diretamente os fundamentos de uma proposição ou a própria proposição. O quadro analítico aqui apresentado acrescenta ainda a possibilidade de a refutação ser direcionada a uma parte ou à totalidade de uma contraproposição e não apenas à proposição.

Por sua vez, a contraproposição é definida por Clark e Sampson (2008) como uma afirmação feita pelo aluno sem estar direcionado a qualquer aspecto estruturante da afirmação a qual ele responde. Definição esta que também está alinhada com o exposto no quadro analítico aqui proposto.

Após posicionar o referido quadro analítico em um cenário de poucas propostas similares, se reforça seu papel estratégico de articular três abordagens de análise. A primeira, o nível de produção argumentativa, se preocupa com a produtividade resultante do engajamento dos estudantes com a discussão. É sobre essa produção que as demais análises se sustentarão. A segunda, o nível de complexidade argumentativa, se preocupa com a estrutura do argumento e traz informações para a compreensão sobre a forma como os alunos assimilam as práticas de argumentação. Por fim, a terceira análise, o nível de qualidade conceitual, é um tipo de análise que Clark e Sampson (2008) classificam como desafiadora.

Finalizadas as considerações que reconhecem e valorizam o papel do quadro analítico proposto na presente pesquisa perante o cenários de produção equivalente disponível na literatura, é possível afirmar que as abordagens construídas para analisar os dados produzidos nas discussões colaborativas dialógicas permitirão um entendimento de como a prática argumentativa se estabeleceu no contexto do eduqui.info.

Assim, é possível definir que o terceiro dos objetivos que direciona esta tese foi satisfatoriamente alcançado. Ou seja, aquele que consistia em construir um quadro analítico capaz de contemplar a organização, classificação e análise dos dados coletados.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente capítulo são apresentados os resultados decorrentes das análises de dados coletados durante o ciclo 2. A apresentação dos resultados, bem como sua discussão, está dividida em três seções. Na primeira, a 6.1, é realizada a análise das discussões colaborativas no Fórum de um dos estudos de caso: *De galão em galão, a prainha vai para o ralo*. A opção pela realização da análise dos dados oriundos da resolução desse estudo de caso se deve ao fato dele ter sido redigido pelo autor desta tese e de ter contado com o maior número de alunos empenhados na sua resolução.

Na seção 6.2 parte-se das análises apresentadas na seção anterior para selecionar duas duplas com os melhores e piores resultados frente à avaliação pautada no quadro analítico. A análise de duas duplas em particular, de forma mais detalhada, busca incorporar ao estudo demais informações presentes no eduqui.info, além daquelas disponibilizadas no Fórum. Assim, é possibilitada a tessitura de considerações, em uma perspectiva mais abrangente, sobre aspectos que se mostram relevantes para a qualidade da argumentação.

A opção pela análise de grupos específicos, dentre o universo de participantes da pesquisa, é frequente na literatura da área em que o presente trabalho se insere. Hansson, Redfors e Rosberg (2011), por exemplo, optam por descrever em detalhes um grupo de estudantes, sendo para isso agregados dados adicionais coletados durante a pesquisa. Por sua vez, Zembal-Saul, Munford e Crawford (2002) e Evagorou e Osborne (2013) selecionam os dados de dois pares de estudantes para uma análise mais aprofundada.

Por fim, na seção 6.3 é realizada uma comparação entre as médias das análises das discussões do estudo de caso *De galão em galão, a prainha vai para o ralo* com os resultados alcançados para os demais três estudos de caso trabalhados pelos alunos no ciclo 2.

Antes da apresentação dessas análises são fornecidos, na sequência, mais elementos acerca do estudo de caso aqui em foco. O estudo de caso *De galão em galão, a prainha vai para o ralo* possui três fatores como fontes de inspiração para sua escrita. O primeiro deles advém das experiências do autor com os problemas citados, uma vez que é morador da região abordada. O segundo elemento que contribui para sua escrita decorre dos diversos episódios de acidentes com derramamento de petróleo no Brasil e no mundo a cada ano. Para finalizar, é

também fonte de inspiração o interesse de revistas de divulgação científica pelo tema, como a revista Pesquisa Fapesp. Nela, há diversos artigos abordando todas as fases de exploração e produção do petróleo. Especificamente sobre os procedimentos em casos de vazamentos, em 2010 foi publicado o artigo *Entre esponjas e detergente: novos produtos podem remover petróleo derramado no mar* (SILVEIRA; OLIVEIRA, 2010). Também em 2010 foi publicado o artigo *Bactérias eletrizantes: microrganismos podem explicar a origem da eletricidade encontrada em terrenos contaminados* (LOPES, 2010). Em 2005 foi publicado o artigo *Detergente biológico remove petróleo* (FAPESP, 2005). Em 2003, foi publicado o artigo *Jogo invertido: contaminação de rios por petróleo ameaça, sobretudo, os peixes com respiração aérea, uma antiga vantagem evolutiva* (FAPESP, 2003).

Este estudo de caso, assim como todos os utilizados durante o ciclo 2, é classificado como estruturado (SÁ, 2010). Portanto, os estudantes deveriam apresentar e argumentar a favor de uma clara solução para o problema apontado no texto, neste caso, qual o método mais adequado para que sejam mitigadas as consequências em caso de vazamento de petróleo em uma zona portuária?

Há diversas maneiras de eliminar ou, ao menos, reduzir os impactos gerados por vazamentos de petróleo no mar. Em geral, nenhuma é totalmente suficiente para sozinha resolver o problema, necessitando uma combinação de técnicas. As soluções tradicionalmente empregadas também são influenciadas pelas condições marítimas e climáticas da região em que houve o vazamento.

As técnicas mais empregadas até o momento envolvem estratégias e equipamentos que podem ser reunidos em oito principais formas de controle de vazamento de petróleo no mar (CRAIG et al., 2012): barreiras de contenção, equipamentos de remoção, substâncias dispersantes, materiais absorventes e adsorventes, substâncias coagulantes e floculantes, biorremediação, queima *in-situ* e sabão magnético.

Resolução 1: barreiras de contenção

Como o próprio nome indica, as barreiras de contenção física são itens rapidamente lançados por embarcações específicas “para conter derramamentos de petróleo e derivados, concentrando, bloqueando ou direcionando a mancha do óleo para áreas menos vulneráveis ou mais favoráveis ao seu recolhimento” (CRAIG et al., 2012, p. 79).

As barreiras podem ser instaladas em torno da área acidentada para que não se propague a mancha de óleo ou instaladas de maneira a proteger a entrada de portos, rios e áreas de interesse biológico e socioeconômico (CRAIG et al., 2012).

Há vários tipos e modelos de barreiras, produzidas para as variadas condições de volume de óleo vazado, tipo do óleo, condições oceanográficas etc., por isso, variando quanto ao tipo do material empregado, permeabilidade etc.

A opção de solução pelas barreiras físicas de superfície não é uma solução completa, necessita ser associada a outras. No entanto, é normalmente a primeira a ser empregada para impedir que o óleo derramado se espalhe.

O uso das barreiras, tanto para contenção do local acidentado quanto para proteção de áreas sensíveis e de interesse não soluciona por si só o problema. É preciso que o óleo confinado seja removido. Para isso, empregam-se algumas das demais soluções mencionadas na sequência de maneira combinada com as barreiras de contenção. Portanto, é uma técnica necessária para casos de derramamentos em grandes proporções e não para pequenos vazamentos costeiros como os citados no estudo de caso.

Resolução 2: equipamentos de remoção

Após a mancha de óleo ter sido contida e confinada, muitas vezes se inicia o processo de remoção “utilizando uma série de equipamentos como ‘skimmers’, barcaças recolhedoras, cordas oleofílicas, caminhões vácuo, absorventes granulados, entre outros” (CRAIG et al., 2012, p. 80). Cada técnica mobiliza equipamentos mais adequados a cada “tipo de óleo, extensão do derrame, locais atingidos, acessos e condições meteorológicas e oceanográficas” (CRAIG et al., 2012, p. 80).

Especificamente sobre as bombas de sucção, tecnicamente conhecidas como *skimmers*, são equipamentos projetados para remover o petróleo sobrenadante. Tal equipamento possui flutuadores que permitem colocá-lo no foco do vazamento. Entretanto, é preciso utilizar *skimmers* específicos para cada densidade e viscosidade do petróleo e para cada espessura de óleo na fração óleo-água. Caso contrário, se irá bombear água junto com o óleo. Em locais de água agitada esse problema também ocorre, principalmente quando o óleo é pouco viscoso, tornando quase impraticável a técnica.

Em virtude de o equipamento necessitar de diversas condições favoráveis, como águas calmas e confinamento prévio do petróleo por barreiras de contenção, além de ser destinado às frações leves de petróleo e cada uma dessas frações necessitar de um *skimmer* específico, essa técnica torna-se onerosa e eficiente apenas em condições particulares. Mesmo se forem empregados outros equipamentos para remoção, esses também dependem de um

confinamento do óleo em águas calmas. Assim, em zona de arrebentação, próxima à praia, como no estudo de caso, não é uma estratégia muito eficaz.

Resolução 3: substâncias dispersantes

Substâncias dispersantes são, conforme definido pela Resolução N° 269/2000 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), “formulações químicas de natureza orgânica, destinadas a reduzir a tensão superficial entre o óleo e a água, auxiliando a dispersão do óleo em gotículas no meio aquoso” (BRASIL, 2000, p. 3). Dessa forma, tais substâncias, atuando como tensoativos, não removem o petróleo, mas interagem e/ou combinam-se com ele de forma que a grande mancha seja quebrada em pequenas gotas de óleo que permanecem flutuando, porém com maior possibilidade de se dispersar pelo oceano.

São diversos os dispersantes. Em geral, cada empresa exploradora de petróleo produz suas próprias substâncias dispersantes, que são mantidas como segredo industrial. Entretanto, em virtude da composição química do petróleo (hidrocarbonetos - formado substancialmente por moléculas apolares), os dispersantes consistem de moléculas com grande parte apolar para interagir com o óleo e uma parte polar para interagir com a água do mar. Princípio similar ao do detergente para remoção da gordura. Os dispersantes têm sua eficácia variada em função do “tipo de óleo, condições do tempo, dimensão e localização da mancha e tipo de embarcações e aeronaves disponíveis para a aplicação de dispersantes” (CRAIG et al., 2012, p. 81).

As gotas menores de petróleo, espalhadas no oceano em pequenas micelas, permanecem com seu potencial de contaminação, pois mesmo em pequenas frações o volume total de petróleo é o mesmo. Assim, este método é adequado para acidentes a grande distância da costa, pois as correntes marítimas ajudarão a espalhar as micelas e evitarão que cheguem à praia. Seu uso em ambientes costeiros, como próximo a um porto, exige bastante critério, já que a dispersão pode atingir regiões de manguezais (MIRANDA et al., 2014).

Ao serem formadas as pequenas gotículas de petróleo é facilitada sua degradação por microrganismos no mar, o que agiliza o processo de destruição do óleo. Porém, ao aplicar a substância dispersante, há a possibilidade de contaminação da fauna e flora do entorno. Do mesmo modo, a degradação das micelas por microrganismos pode causar eutrofização com superprodução de algas. Percebe-se, portanto, que devido às suas características é um método não indicado para vazamentos próximos a portos e áreas costeiras, como os citados no estudo de caso.

Resolução 4: materiais absorventes e adsorventes

Materiais absorventes são porosos e os adsorventes possuem grupos químicos superficiais capazes de sorver o óleo. Esses materiais são hidrófobos e olefílicos, quando aplicados no local da mancha de óleo é necessário período de tempo para sua saturação, que quando atingida, requer o recolhimento do material e uma avaliação da situação residual do local acidentado para, caso necessário, ser aplicado novamente. O sorvente saturado pelo óleo recolhido, se de interesse econômico, pode ser tratado no sentido de recuperar o óleo retido (FOLETTTO et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2011).

Conforme classificado por Foletto et al. (2009), esses materiais podem ser classificados como produtos orgânicos vegetais, produtos orgânicos sintéticos e produtos minerais. No primeiro tipo estão os materiais naturais, mais baratos, como por exemplo, cortiça, palha, bagaço de cana-de-açúcar, casca de coco, cabelo etc. e os manufaturados, como por exemplo, turfa, celulose e semente de algodão, que ao serem processadas têm sua capacidade de adsorção ou absorção significativamente ampliada. Os materiais orgânicos sintéticos englobam materiais produzidos industrialmente, em geral, materiais poliméricos, como por exemplo, espuma de poliuretano, fibras de polietileno e polipropileno e alguns copolímeros especiais, todos de custo mais elevado e de mais difícil degradação (FOLETTTO et al., 2009). Por último, os materiais minerais são produtos inorgânicos, tais como a argila, terra diatomácea e sílica.

Dentre os materiais citados, os poliméricos são os melhores absorventes, alcançando até a possibilidade de absorver setenta vezes o seu peso em óleo, em oposição ao máximo de quinze vezes dos materiais orgânicos naturais e manufaturados. Entretanto, do ponto de vista econômico têm um custo mais elevado e do ponto de vista ambiental podem conter elementos tóxicos ao ambiente onde será aplicado, ao contrário dos materiais naturais, que, em geral, são resíduos.

Com a perspectiva de melhorar a eficiência dos produtos naturais, diversas pesquisas têm sido desenvolvidas. Oliveira et al. (2011) pesquisaram as propriedades das fibras naturais do coco em comparação com a turfa importada, obtendo como conclusão que ambos os materiais apresentaram sorção semelhante para diesel e biodiesel. Já Foletto et al. (2009) investigaram o uso de biomassas como absorventes naturais. Eles testaram diversos materiais, tais como plantas aquáticas, casca de amendoim, casca de arroz e suas cinzas, sabugo de milho triturado, borra de café em pó, serragem e carvão ativado frente aos óleos nujol e lubrificante. Concluíram que a salvínia, uma planta aquática, apresentou resultados de sorção

significativamente superior que a capacidade de sorção que o produto comercial testado. Em 2007, empregou-se outro material adsorvente pela primeira vez: meias de seda cheias de cabelo humano. O material foi usado para retirar duzentas toneladas de petróleo na baía de São Francisco (EUA), que vazaram do navio *Cosco Busan*. Em 2010, em acidente nas instalações da *British Petroleum* no Golfo do México, foi novamente utilizado após ampla campanha de recolhimento de cabelo nos Estados Unidos. E, em 2013, foi utilizada em vazamento de petróleo na Tailândia.

A utilização de materiais absorvente e adsorventes é uma alternativa interessante desde que se evite o uso de materiais com constituintes químicos contaminantes. A técnica também é adequada a acidentes de pequenas proporções, como os relatados no estudo de caso.

Resolução 5: substâncias coagulantes e floculantes

As substâncias coagulantes ou floculantes atuam de maneira similar às substâncias dispersantes. O material age como um tensoativo, reduzindo a tensão interfacial entre a água e o óleo. Após a aplicação do material diretamente no local da mancha inicia-se a quebra da grande mancha em pequenas gotículas que, com auxílio do material floculantes, começa a agregar outras gotículas até que se alcance uma densidade suficiente para sua decantação no fundo do mar ou de qualquer corpo aquático (SANTOS et al., 2014).

Após a precipitação no fundo do corpo hídrico das moléculas coagulantes com o petróleo espera-se que, lentamente, microrganismos façam a digestão do óleo. A aplicação dessa técnica visa eliminar o óleo da superfície para não atingir a praia ou áreas sensíveis, ao mesmo tempo em que aumenta a área superficial do petróleo para a oxidação biológica no fundo do mar. Por outro lado, o próprio material floculante pode apresentar riscos de contaminação, além da possibilidade de eutrofização do corpo aquático (MIRANDA et al., 2014).

De acordo com Santos et al. (2014), nas décadas de 1970 e 1980 foram desenvolvidos métodos de preparação de compostos poliméricos de ferro e alumínio, coagulantes amplamente difundidos na Europa, Estados Unidos e Japão, usados com sucesso no tratamento de águas com temperaturas baixas para coagulação de partículas e moléculas responsáveis pela turbidez e cor. Os autores apresentam o policloreto de alumínio com as melhores remoções de óleos e graxas em efluentes provenientes da indústria petroquímica a partir de ensaios com diferentes tipos de coagulante e floculantes.

É uma técnica que pode ser utilizada em casos de acidentes de pequena e grande proporção, desde que observadas as condições do fundo do mar e autorizações de órgãos de fiscalização para precipitação do petróleo nesses locais. Portanto, com as ressalvas pertinentes, pode ser uma técnica possível de implementação no local apresentado no estudo de caso.

Resolução 6: biorremediação

A biorremediação explora o potencial de organismos como bactérias, fungos, algas unicelulares e protozoários (CRAPEZ et al., 2002). Diferentemente de outras técnicas baseadas na recuperação, dispersão ou precipitação do petróleo, esta se baseia na decomposição biológica do mesmo. Para isso, busca-se estimular a produção microbiana local de duas maneiras: estimulando o crescimento com adição de nutrientes e fertilizantes (bioestimulação) e com adição ou semeadura de microrganismos cultivados especificamente para o tipo de petróleo e condições do acidente (bioaugmentação). A tecnologia em questão é empregada tanto para casos de contaminação da água por petróleo quanto para casos de contaminação do solo. Há diversas empresas de remediação ambiental e consultoria dedicadas às pesquisas nessa área.

A eficiência da técnica é variável e depende de vários fatores, como “a temperatura, níveis de micróbios, nutrientes e oxigênio presentes no local” (CRAIG et al., 2012, p. 83). Tudo isso influi na decisão do tipo de microrganismos mais adequado.

Após a produção dos microrganismos, eles iniciam o processo de reprodução aliada à obtenção de energia proveniente da oxidação do petróleo em biomassa, água, dióxido de carbono e outros compostos. A taxa com que essas reações ocorrem depende de diversos fatores e mesmo em condições ideais é um processo relativamente lento, já que depende da taxa de crescimento microbiano. Em virtude das características citadas, essa não é uma técnica indicada a grandes volumes de petróleo. Ela é eficaz na degradação de frações restantes de óleo após o uso de técnicas mecânicas em uma primeira retirada (CRAIG et al., 2012).

A técnica, além de ser um processo relativamente lento, pode interferir na fauna e flora local em razão do expressivo aumento microbiano. Portanto, é mais indicada quando a concentração do óleo for baixa, especialmente como um trabalho de final de limpeza. Pelo exposto, é uma técnica possível de ser utilizada em locais que registram pequenos vazamentos, como no local descrito no estudo de caso.

Resolução 7: queima *in-situ*

A queima *in-situ* é, talvez, a alternativa tecnicamente mais simples de ser empregada, consistindo em atear fogo à mancha de óleo superficial. A técnica é empregada, porém, em circunstâncias singulares, quando grande volume de petróleo é derramado longe da costa e não há interesse econômico em recuperá-lo. Nesse caso, podem ser instaladas barreiras de contenção à prova de chamas em torno da mancha para que não se espalhe o petróleo e, em seguida, é iniciada a combustão. O incêndio irá consumir grande parte do petróleo da superfície. Esta técnica não é regulamentada no Brasil, mas, segundo Craig et al. (2012), “é utilizada há mais de 30 anos em países como Suécia, EUA, Canadá e Inglaterra” (p. 82).

Além de todos os problemas para a manutenção do controle seguro da chama, há os problemas ambientais e a possibilidade de que o resíduo gerado da queima, sendo extramente viscoso, possa afundar causando danos às espécies do fundo do mar (CRAIG et al., 2012).

Por ser uma técnica voltada a grades volumes de óleo derramado e gerar uma grande quantidade de fumaça não é indicada para regiões de porto e de pequenos volumes de óleo, como no cenário descrito no estudo de caso, além do fato de não ser uma técnica permitida no Brasil.

Resolução 8: sabão magnético

Uma das técnicas mais recentes para remover petróleo do mar após vazamentos é denominada sabão magnético, ainda em fase de desenvolvimento (BROWN et al., 2012). Cientistas da Universidade de Bristol, Inglaterra, e do *Institut Laue-Langevin*, França, desenvolveram, em 2012, um sabão com propriedade magnética. Brown et al. (2012) publicaram suas pesquisas com surfactantes ferromagnéticos. Os autores indicam que surfactantes que respondem a pH, dióxido de carbono, luz e temperatura são bem conhecidos, porém a proposição de um que responda a variações magnéticas ocorria pela primeira vez.

Os compostos propostos por Brown et al. (2012) são tensoativos líquidos iônicos-magnéticos. Os líquidos iônicos contêm complexos de metais de transição e já são conhecidos há algum tempo. Esses complexos metálicos eram isolados em centros metálicos sem interação necessária para apresentar atividade magnética. Somente após os primeiros relatos de compostos líquidos moleculares iônicos magneto-ativos, em vez de materiais ferrofluidos a base de nanopartículas, foi possível o avanço com relação à atividade magnética desse tipo de material.

O sabão comum é uma molécula formada por uma longa cadeia carbônica olefílica e um grupo polar hidrofílico em uma das extremidades. O composto produzido pelo grupo britânico lembra esse princípio, no entanto, o grupo polar possui propriedade magnética em virtude da síntese a partir de reações com grupos ferrosos. Apesar de ser descrito em vários sites nacionais e internacionais de divulgação científica como sabão magnético, a designação usada pelos autores é fluido magnético.

No Brasil, um grupo de pesquisa da Universidade Federal do Rio de Janeiro também desenvolve material semelhante, porém a partir do líquido da castanha do caju e do óleo de mamona (LABORATÓRIO DE BIOPOLÍMEROS E SENSORES, 2016).

O potencial desse produto reside na possibilidade de ser adicionado ao petróleo, localizado na área do vazamento, e, em instantes, interagir com o óleo de maneira semelhante à interação do sabão comum com a gordura da louça ou da roupa. Após a formação das micelas de sabão encapsulando gotículas de óleo, nos exemplos domésticos elas são removidas com água, que interage com a extremidade polar do sabão. No caso do líquido iônico-magnético a maneira de remover seria com um ímã ou eletroímã, que interagiria com os núcleos magnéticos do “sabão”.

Apesar de os resultados serem satisfatórios ainda somente em escala laboratorial, é uma técnica promissora, especialmente em vazamentos de pequenas proporções, como os narrados pelo estudo de caso.

6.1. Análise da argumentação colaborativa dialógica: estudo de caso PRA

É apresentada em detalhes nesta seção a análise das discussões efetuadas pelas cinco duplas de estudantes que solucionaram o estudo de caso *De galão em galão, a prainha vai para o ralo*. Para tanto, foi empregada a sequência de análises descrita no capítulo *Argumentação Colaborativa Mediada por Computador: Quadro Analítico*. A seção está dividida conforme os três procedimentos detalhados nesse capítulo. Ou seja, são apresentadas as análises de nível de produção argumentativa, nível de complexidade argumentativa e nível de qualidade conceitual, respectivamente nos itens 6.1.1 a 6.1.3.

Na etapa anterior à discussão no Fórum do eduqui.info, os dez alunos solucionaram o caso individualmente, expondo e defendendo suas soluções com argumentos que giraram em torno da utilização de diferentes soluções, entre aquelas apresentadas anteriormente: sabão

magnético (três alunos), biorremediação (um aluno), bombas de sucção (um aluno), substâncias absorventes (um aluno), barreira de contenção associada à biorremediação (dois alunos) e barreira de contenção associada a bombeamento (um aluno).

Um aluno não apontou solução direta ao problema, defendendo a utilização de métodos preventivos para novos vazamentos. A Tabela 16 apresenta a solução inicial para o caso oferecida por cada aluno e a composição das cinco duplas no fórum (PRA1, PRA2, PRA3, PRA4 e PRA5).

Tabela 16 - Solução inicial para o caso oferecida por cada aluno e a composição das duplas no fórum.

Dupla	Solução do aluno 1	Solução do aluno 2
PRA1	Barreiras de contenção e bombas de sucção	Sabão magnético
PRA2	Barreiras de contenção e biorremediação	Sabão magnético
PRA3	Barreiras de contenção e biorremediação	Sabão magnético
PRA4	Biorremediação	Substâncias adsorventes
PRA5	Bombas de sucção	Método preventivo

Durante as discussões, a dupla PRA1 fez considerações entre a opção bombas de sucção ou sabão magnético. O diálogo girou em torno de aspectos financeiros relacionados à implementação da solução envolvendo magnetismo. O aluno que a propôs defendia que a recuperação e reaproveitamento do petróleo tornava a técnica viável, enquanto seu parceiro acreditava que não. Porém, na sequência da discussão, o aluno contrário a essa solução, mudou sua opinião alegando considerar questões ambientais e propôs o emprego de barreiras de contenção seguida da retirada por magnetismo, sendo esta a proposta final.

As duplas PRA2 e PRA3 reuniram alunos que propuseram o sabão magnético e as barreiras de contenção seguidas de biorremediação. A discussão de PRA2 iniciou com o tratamento da viabilidade técnica, econômica e comercial da técnica do magnetismo, já que o aluno que defendia a barreira flutuante questionou se, sendo uma técnica nova, esta conseguia passar por todos esses crivos. Por outro lado, o aluno que defendia o magnetismo, baseado em algumas fontes consultadas e apontadas na discussão, questionou o tempo necessário para que a biorremediação pudesse ser implementada, em razão da instabilidade de trabalhar com microrganismos e incompatibilidade entre os compostos poluentes e algumas espécies. O aluno que defendia essa técnica mudou sua opinião e a dupla caminhou para a solução final: utilizar barreiras de contenção seguida das técnicas de magnetismo para retirada do petróleo confinado.

A discussão da dupla PRA3 teve encaminhamento semelhante. Ou seja, foi iniciada com as críticas de ambos os lados, com o aluno que defendia a biorremediação criticando a viabilidade técnica e econômica de utilizar o magnetismo, e com este questionando sobre a existência de microrganismos compatíveis com os diversos tipos de petróleo e composições de óleos. Seguiu-se uma série de mensagens de respostas aos argumentos contrários, na busca de reforçar a sua solução em contraposição à contrária, inclusive com considerações sobre a estrutura de navios e geração de resíduos por ambas as técnicas. Contudo, o aluno que propunha o magnetismo incluiu algumas notícias que relatavam pesquisas recentes com material nanométrico para retirada de petróleo em casos de vazamentos, apesar de fazer ponderações sobre o custo financeiro da proposta. Seu parceiro, então, incluiu outros materiais que mostravam que nanotubos de carbono já são produzidos no Brasil, inclusive a partir da fumaça da queima do bagaço de cana-de-açúcar. Dessa forma, a dupla concordou em assumir essa solução, já que o caso tratava de uma empresa que queria propor novo produto, e decidiu utilizar esse material impregnado às barreiras de contenção, ou seja, uma trincheira que contivesse e absorvesse o petróleo. Solução esta distinta das duas propostas inicialmente.

A dupla PRA4 conduziu uma discussão entre biorremediação e substâncias adsorventes. O aluno que defendia a biorremediação questionou se seria mesmo possível reaproveitar o petróleo adsorvido ao material, já que essa era a principal vantagem apontada por seu parceiro. A resposta foi positiva, acompanhada de declaração de que a interação não era tão forte, porém isso foi também questionado, uma vez que essa menor interação poderia reduzir a eficiência da técnica. Por outro lado, o aluno que defendia a adsorção questionou se a biorremediação ao empregar microrganismos modificados geneticamente não iria afetar a vida marinha e causar eutrofização, além de ser muito variável o tempo para alcançar eficiência máxima com a técnica. À medida que os argumentos mencionados eram construídos, ambos fizeram os esclarecimentos que julgaram pertinentes. No fim, concluíram que seria adotada a técnica das substâncias adsorventes, porém, seria também empregada uma análise físico-química do material para que se pudesse decidir entre recuperação do material adsorvido ou o emprego da biorremediação para degradação de todo o material, no caso de misturas complexas.

A discussão da dupla PRA5 se deu entre um aluno que defendia as bombas de sucção e o que defendia métodos preventivos. A discussão iniciou com o questionamento de que o caso pedia uma solução ao problema apresentado e não um método para prevenção. E que prevenir novos problemas não resolveria o atual. Baseado nessa indicação, mas também no

reconhecimento da importância de se prevenir novos derramamentos, ambos modificaram parcialmente suas posições. O aluno que propôs as bombas de sucção acrescentou a necessidade de uma barreira de contenção preventiva em volta das plataformas e navios ancorados no porto. As bombas só seriam utilizadas caso, efetivamente, ocorresse um acidente. Já o aluno que defendia só os métodos preventivos, acrescentou o uso do sabão magnético para remoção do óleo em caso de vazamentos, mesmo após a adoção das formas preventivas. Encerrados os desdobramentos dessa discussão, especialmente no tocante a custos, os alunos definiram que seria adotada como solução a barreira flutuante preventiva em torno das plataformas e navios ancorados, associada à técnica do magnetismo para retirada do petróleo confinado. Ou seja, uma combinação dos elementos acrescentados por cada um à discussão.

Ao finalizar a síntese das cinco discussões empreendidas no fórum do estudo de caso PRA, é possível perceber que três duplas adotaram a solução de um dos membros (sabão magnético em PRA1 e PRA2; substâncias adsorventes em PRA4), mas combinando parcialmente essa solução com a do outro membro (barreiras de contenção em PRA1 e PRA2; biorremediação em caso de não recuperação do material adsorvido em PRA4). As demais duplas (PRA3 e PRA5) finalizaram com soluções diferentes daquelas que seus membros tinham inicialmente, sendo elas decorrentes da pesquisa de ambos os membros. Nessa perspectiva, apesar das discussões trazerem em seu bojo argumentos favoráveis e contrários às soluções propostas por cada um dos lados, o encaminhamento final dificilmente se sustenta apenas nos argumentos de um dos alunos, sendo privilegiada a solução com elementos de ambos os membros da dupla.

6.1.1. Nível de produção argumentativa

Durante a apresentação do quadro analítico aqui proposto, foi estabelecido que a definição do nível de produção argumentativa de uma discussão é extraída do total de mensagens utilizadas na discussão e o total de UA geradas por essas mensagens. Na Tabela 17 são apresentados os valores dessas variáveis, além da relação UA por mensagem, para as cinco duplas que solucionaram o estudo de caso PRA.

Tabela 17 - Total de mensagens, unidades de análise e a relação entre elas para o estudo de caso PRA.

Dupla	Total de mensagens	Total de UA	Relação UA/Mensagem
PRA1	7	25	3,6
PRA2	19	42	2,2
PRA3	15	83	5,5
PRA4	12	54	4,8
PRA5	15	48	3,2
Média	13,6	50,4	3,9

As cinco duplas formadas produziram 68 mensagens, média de 13,6 por discussão. Antes dos alunos iniciarem as discussões colaborativas, o professor indicou que o mínimo de dez mensagens por discussão fosse produzido, o que foi contemplado pela média de mensagens observada. Contudo, é possível verificar na Tabela 17 que esse número não foi alcançado apenas pela dupla PRA1, que encerrou a discussão após a sétima mensagem. Na literatura são citados casos de alunos com produção inferior à média. Na pesquisa de Choi et al. (2014) cerca de 15% dos alunos produziram apenas uma mensagem, enquanto outros quase duzentos participantes alcançaram até 36 mensagens.

Ainda no que se refere à dupla PRA1, além do menor número de mensagens entre as demais, teve também a menor quantidade de UA recortadas, apenas 25. Entretanto, a média de UA recortadas de cada mensagem (3,6) teve valor próximo à média geral de todas as duplas (3,9). Depreende-se, portanto, que essa dupla produziu poucas mensagens, mas essas possuíam similaridade à média das demais em termos de quantidade de UA.

Das demais duplas, todas ultrapassaram as dez mensagens, sendo que nas discussões das duplas PRA3 e PRA5 quinze mensagens foram escritas. Contudo, essas duplas apresentaram valores bastante diferentes de UA. Enquanto na discussão de PRA3 o número de UA extraídas foi de 83, na de PRA5 esse número foi de 48, ou seja, 42% menor. Isso indica que, do ponto de vista quantitativo, a discussão de PRA3 foi pautada por mensagens mais longas e com mais possibilidade de identificação de componentes de um argumento que na discussão de PRA5. Isso se reflete nos números da última coluna de informação da Tabela 17: enquanto a discussão colaborativa da dupla PRA3 gerou 5,5 UA por mensagem, na discussão de PRA5 essa relação foi de 3,2 UA por mensagem. Essa informação reforça a anterior, de que maiores foram as oportunidades de utilização de componentes argumentativos na discussão de PRA3.

Os totais de UA e UA por mensagem da dupla PRA3 superam não apenas a dupla PRA5, comparada anteriormente, como também superam todas as demais duplas que solucionaram o estudo de caso PRA.

As duplas PRA2 e PRA4 apresentaram perfis de produção argumentativa opostos. A primeira teve o maior número de mensagem entre as cinco duplas, dezenove, enquanto a segunda teve o segundo menor, doze. Com relação ao número de UA identificadas, PRA2 teve a segunda menor quantidade, enquanto PRA4 teve a segunda maior. E no que se refere à relação UA por mensagem, PRA2 teve o menor valor, apenas 2,2 UA por mensagem, ao passo que PRA4 teve o segundo maior, 4,8. Os dados revelam que, apesar de um maior número de mensagens de PRA2, essas foram curtas, com possibilidade de retirada de pouco mais de duas UA, em média, por mensagem. Já a dupla PRA4, embora tenha produzido doze mensagens, em cada uma delas produziu quase cinco UA, em média. Assim, constata-se que uma dupla produziu uma discussão mais longa que a outra, porém baseada em mensagens mais curtas e com menor possibilidade de gerar UA.

Avaliando de forma geral os dados, considerando apenas a característica quantitativa das informações, uma vez que as abordagens qualitativas serão apresentadas nas seções seguintes, é possível identificar que a discussão que melhor combinou o total de mensagens com o total de UA foi a referente à dupla PRA3. Ela gerou um total de mensagens pouco superior à média, porém essas mensagens permitiram o recorte de um total de UA aproximadamente 65% superior à média geral de UA. Consequentemente, a média de UA por mensagem também se destacou entre as discussões, sendo esta 41% maior que a média.

A segunda dupla a se destacar na análise foi a dupla PRA4. Ela gerou um número inferior de mensagens em relação à média das demais, porém superior ao mínimo estabelecido pelo professor. O maior destaque dessa dupla está no total de UA recortadas. Isso, conforme mencionado, caracteriza mensagens com mais possibilidades de produzir componentes argumentativos. Nesse aspecto apenas as duplas PRA4 e PRA3 superaram a média geral das cinco duplas, tanto no total de UA quanto na relação UA por mensagem.

Com uma avaliação regular e intermediária é posicionada a discussão da dupla PRA5. Esta, apesar de igualar à dupla PRA3 em número de mensagens, apresentou um total bastante inferior a esta no que diz respeito às UA. Assim, com a compreensão de que tais mensagens foram mais limitadas nas possibilidades de recortes de componentes argumentativos, é que tal discussão foi considerada apenas regular com relação ao nível de produção argumentativa.

Por fim, as duplas PRA1 e PRA2, cada uma com suas características, foram aquelas com piores desempenhos nesta análise. Apesar de suas particularidades, elas se equivalem. Enquanto a primeira tem um baixo número de mensagens, a segunda tem baixo número de UA por mensagem. Na prática, isso sugere que a discussão de PRA1 teve poucos momentos de trocas de mensagens e poucas possibilidades para a contra-argumentação. Já a discussão de

PRA2 foi bastante longa, com diversas possibilidades de gerar aprofundamento argumentativo. Porém, essa condição não foi valorizada, uma vez que as mensagens produziram, em média, cerca de duas UA, pouco para estruturar um argumento que abarque diversos componentes argumentativos. Assim, essas duas discussões foram as mais limitadas no que concerne à produção argumentativa.

Nas discussões produzidas na pesquisa de Hoadley e Linn (2000) foi estabelecido o mínimo de três mensagens, porém os alunos escreveram de uma a 22 mensagens, com média de 5,3 por aluno. De igual forma se observa em Prinsen, Volman e Terwell (2007): chegou-se a observar 38 contribuições por alunos, porém a média ficou em cinco mensagens por aluno. Por sua vez, Weinberger e Fischer (2006) analisam detidamente uma discussão que envolveu três alunos. Na análise os alunos contribuíram com nove, três e cinco mensagens, total de dezessete e média de 5,7 por aluno. Essas pesquisas mostram que a definição por parte do professor de cinco mensagens por aluno (dez por discussão envolvendo dupla de alunos) é coerente com a literatura e foi alcançada plenamente em quatro das cinco discussões. Apenas a dupla PRA1 ficou abaixo do desejado, sete mensagens para a dupla.

Foram quantificadas também, como já apresentadas, as UA recortadas das discussões. Dos trabalhos citados, apenas Weinberger e Fischer (2006) fazem análise semelhante, interessando-se pela quantidade de palavras em cada mensagem. Os autores verificaram que a quantidade média de palavras nas mensagens do aluno que produziu apenas três mensagens foi menor que a metade da média de palavras nas mensagens dos demais. Entre os outros dois alunos, a quantidade de palavras média do aluno que produziu cinco mensagens supera em quase quatorze o aluno com nove mensagens. Esses dados guardam similaridade com os apresentados na Tabela 17, uma vez que foram observadas discussões com grande quantidade de mensagens, mas pequena quantidade de UA (PRA2) ou vice-versa (PRA1). Nessa perspectiva, a análise dos dados permite sugerir que o desejável é um equilíbrio de mensagens, em torno de cinco por aluno, com a quantidade de UA, em torno de cinco por mensagem.

Com base nos números revelados e nos apontamentos efetuados, de forma resumida, a dupla com maior destaque na produção argumentativa foi a PRA3, seguida pela PRA4. A PRA5 foi considerada regular e as discussões de PRA1 e PRA2 foram consideradas abaixo de uma produção satisfatória. Contudo, as análises aqui pontuadas têm cunho estritamente quantitativo, de indicar as discussões com melhores níveis de produção argumentativa. Porém, uma melhor avaliação e compreensão das discussões, na perspectiva de responder as

questões de investigação que orientam esta pesquisa, exige a imersão nas análises qualitativas, apresentadas na sequência com o nível de complexidade argumentativa e qualidade conceitual.

6.1.2. Nível de complexidade argumentativa

Após a classificação de cada uma das UA pelas categorias do Quadro 17, foi produzido o gráfico apresentado na Figura 32, no qual é considerada apenas a quantidade de mensagens classificadas em cada um dos CCA, independente da subcategoria.

Figura 32 - Distribuição da classificação das UA pelos CCA.

A análise da Figura 32 revela distintos perfis de dados entre as duplas que solucionaram o estudo de caso em questão. Inicialmente, é possível destacar a dupla PRA3. Na discussão dessa dupla, conforme observado anteriormente, foi possível recortar uma quantidade de UA expressivamente superior à média das discussões (Tabela 17). Por essa razão, possui quantidades de UA significativamente maiores que as demais duplas em diversos CCA. Em outro perfil, estão as duplas PRA4 e PRA5, com uma distribuição mais equilibrada entre os CCA 1 a 4, com uma diferença máxima de cinco ou seis UA entre eles. Por fim, em outro perfil, estão as duplas PRA1 e PRA2, que apresentam uma forte variação

entre os CCA 1 a 4, chegando a apresentar uma diferença de até catorze UA entre eles. Importante frisar que, independente dos diferentes perfis de distribuição das classificações, todas as duplas produziram UA em todos os CCA. Pesquisas que propõem quadros analíticos pautados em categorias inspiradas pelos componentes argumentativos do Modelo de Toulmin (2001), também verificam a distribuição das análises por todos os níveis de categorias criados tendo em vista a discussão sobre a qualidade da argumentação. Isso pode ser observado em Yeh e She (2010) e em Clark e Sampson (2007), por exemplo.

Olhando especificamente para cada CCA, é possível verificar que a classificação das UA se concentrou, principalmente, nos de número 2 e 3. Sozinhos, eles representam 50% do total de UA. O CCA 2 corresponde àquele em que se localizaram as categorias de PROP e FUND. Esse dado é de certa forma previsível, já que nas discussões mais componentes da premissa básica de um argumento acabam sendo apresentados nos diversos momentos de apontamento de proposições e de seus fundamentos. Essas proposições acabam sendo reafirmadas em outros momentos e poucas garantias e refutações acabam sendo produzidas. Nas discussões, todas as duplas apresentaram pelo menos nove UA nesse CCA, sendo a média igual a 13,6. Dentre as duplas, a que mais se destacou foi, novamente, a PRA3 com 23 UA, acompanhada de PRA4, com quinze. As demais oscilaram entre nove e onze UA.

O CCA 3 representa o grupo em que se encontram as categorias GARA e REFU. Elas somam 53 UA nas cinco discussões, porém sofrem variação de quatro a 23 UA. Essa variação demonstra que nem todas as duplas se preocuparam em avançar além da premissa básica de um argumento, produzindo componentes que validassem as premissas e que apontassem suas condições de exceção. É possível recorrer aos perfis identificados anteriormente para definir o forte destaque sobre PRA3, que gerou o mesmo número de UA no CCA 3 que aquele visto no CCA 2. Em seguida, as duplas PRA4 e PRA5, com dez e nove UA, respectivamente, nesse CCA estão bastante distantes dos números de PRA3, mas ainda assim, superiores aos de PRA1 e PRA2, que foram, respectivamente, sete e quatro. Idealmente é possível esperar que o número de UA no CCA 3 seja próximo do total de componentes da premissa básica. Porém, isso só foi observado nas três últimas duplas (PRA3-PRA5). Assim, é possível gerar algumas inferências a respeito dessas discussões. Por exemplo, uma discussão que não busca as formas de validar um argumento ou apontar as possíveis restrições desse argumento fica limitada à mera sequência de proposições, o que não permite ao aluno se apropriar de habilidades argumentativas em um nível mais elevado de complexidade argumentativa.

Conforme mencionado anteriormente, Lin, Hong e Lawrenz (2012) consideram que não é fácil para os estudantes tomarem decisões socialmente responsáveis e fundamentadas sobre complexas questões sociais. Considerando que além de compreender os conceitos científicos, os estudantes precisam estar atentos às implicações, por exemplo, morais e éticas que os subjazem, os problemas sociocientíficos podem se tornar contextos para a argumentação dos graduandos de diversas áreas. Ainda de acordo com Lin, Hong e Lawrenz (2012), se adequadamente atribuídos papéis aos alunos nas discussões, eles podem ter oportunidades de praticar a aplicação do conhecimento científico que aprenderam; construindo argumentos persuasivos; refletindo sobre as afirmações dos colegas; e refutando os argumentos dos outros através de refutações justificadas. Percebe-se que os autores valorizam construções argumentativas, que no âmbito da presente tese, dizem respeito aos componentes argumentativos reunidos nos grupos de CCA 2 e 3. Nessa perspectiva os dados apontam que, de fato, esses dois CCA foram responsáveis, em média, por 48% das classificações de UA nas discussões, com uma variação de 33,3% a 72,0% por discussão.

O último CCA, o 4, representa o grupo que congrega as categorias SUPO e CPRO. As cinco duplas que solucionaram esse caso produziram a mesma quantidade de UA nesse CCA que aquelas observadas no CCA 3, 53 UA. Inclusive, é possível notar similaridades na distribuição dos percentuais entre as duplas. Novamente, a dupla PRA3 foi a que mais se destacou, com 21 UA, pouco menos que as 23 dos CCA 2 e 3. Isso demonstra que na discussão dessa dupla, além da grande quantidade de UA geradas, consta grande parte nos grupos de maiores complexidade argumentativa. Novamente com uma produção menor que PRA3, mais ainda assim com relevância, estiveram as discussões de PRA4 e PRA5. Dessa vez a diferença entre essas duplas e PRA3 foi menos pronunciada do que o observado para o CCA 3. A maior diferença no total de UA entre essas duplas, que ocorreu entre PRA3 e PRA5 foi reduzida de catorze para dez UA na comparação entre os dois CCA. Seguindo as tendências anteriores, as duplas PRA1 e PRA2 apresentaram desempenho limitado nesse CCA, com apenas duas e seis UA, respectivamente. Com esses últimos dados, se percebe que as duplas PRA1 e PRA2 estiveram, assim como na análise do nível de produção argumentativa, em uma posição inferior também quanto ao nível de complexidade argumentativa em relação a PRA4 e PRA5 e, principalmente, a PRA3. PRA1 e PRA2 apenas alcançaram números similares ou superiores às discussões das três outras duplas quanto ao nível de complexidade argumentativa, nos CCA inferiores, os 0 e 1, conforme comentado a seguir.

O grupo rotulado pelo CCA 1 foi o segundo mais presente nas discussões, com sessenta UA. As subcategorias dessa categoria retratam elementos próprios de um diálogo: questionamentos e esclarecimentos. Apesar de não expressarem qualquer componente argumentativo, as UA com esse teor são fundamentais para ordenar e preparar a condução de uma discussão. Por essa razão, é surpreendente que a discussão de PRA1 tenha apresentado apenas uma UA nessa categoria, o que sugere que a discussão foi mais técnica, com proposição de ambos os alunos, sem indagações para além das contidas nos próprios componentes argumentativos. Talvez, por essa razão, tenha as UA avaliadas com o CCA 2 representado mais de 44% do total de UA dessa dupla. Nas demais duplas a variação foi menor que a observada nos CCA já comentados, oscilando entre doze e dezoito UA por discussão.

Por fim, UA classificáveis com o CCA 0 foram verificadas em todas as discussões, com pequena variação entre as duplas. Foram apenas duas UA nesse CCA na discussão de PRA4 e quatro UA nas demais discussões. Nesse CCA estão as UA não argumentativas, que embora possam representar a subcategorias fora da tarefa, também podem expressar UA em que o aluno direciona e organiza a discussão. Cabe ainda destacar que o pequeno número de classificações nesse CCA sugere o forte foco dos estudantes na tarefa e em construir seus argumentos que, conseqüentemente, contemplam componentes argumentativos. Com exceção da dupla PRA1, em que o CCA 0 representou 16% do total, todas as duplas não ultrapassaram 10% do de suas UA nesse CCA. Esses dados são melhores que os observados por Jamaludin, Chee e Ho (2009). Os autores revelam que entre 17% e 30% das mensagens produzidas pelos alunos nos cenários criados no *software Second Life* não estiveram nos níveis epistêmicos mais elevados. Os autores consideram que a baixa ocorrência de qualidade epistêmica mais elevada nas atividades é similar a estudos equivalentes comparados a partir da literatura consultada por eles. Em oposição, como já mencionado, no presente estudo mais de 90% das UA foram classificadas nos CCA superiores a 0 em quatro das cinco discussões.

Comparando os dados das cinco duplas, pode-se reforçar a constatação anterior sobre a existência de certos perfis de desenvolvimento argumentativo nas discussões. No entanto, para melhor avaliação do nível de complexidade argumentativa alcançada e entendimento dos componentes mais presentes na estrutura dos argumentos produzidos nas discussões é necessário olhar mais atentamente para os dados, a partir das categorias e não somente dos grupos e seus respectivos CCA. A Figura 33 apresenta todas as categorias definidas anteriormente (Quadro 17) e o total de UA de cada discussão classificada nessas categorias.

Figura 33 - Distribuição da classificação das UA pelas categorias e subcategorias argumentativas para o estudo de caso PRA.

Entre as UA do grupo de CCA 2, o de maior ocorrência, foi observado que na categoria PROP prevaleceram as subcategorias proposição sem qualificador e aceitação ou aprovação de um argumento, em quantidades de UA próximas entre as subcategorias. Essas duas subcategorias englobam a maior parte das proposições e momentos da discussão em que o aluno diz concordar com a solução proposta por seu parceiro de dupla. A maneira mais usual de definir alguma uniformidade de posicionamento na discussão é o aluno dizer que concorda com os argumentos apresentados. Porém, o aluno pode também propor uma nova solução, contrária à sua inicial, remetendo à mudança de argumento, seja no sentido de acompanhar a do parceiro de dupla ou iniciando outra possível solução. Essas foram as duas únicas subcategorias dessas categorias a estarem presentes nas discussões das cinco duplas. A outra subcategoria, proposição com qualificador, foi contemplada somente na discussão de PRA2, indicando a inexistência do componente qualificador em quatro discussões. Esta constatação não é surpreendente, pois é rara sua ocorrência nos argumentos, como pode ser observado em Sá, Kasseboehmer e Queiroz (2014). Os autores analisaram os argumentos contidos em seis argumentações orais em resposta a estudos de caso e apenas um grupo fez uso de um único qualificador.

Outras subcategorias presentes no grupo de CCA 2 correspondem aos fundamentos de proposição e contraproposição. Nesse aspecto, em todas as discussões se verificou forte presença dessas subcategorias, sendo, no total, treze UA para os fundamentos de proposições, e onze para os fundamentos de contraproposições. Apesar do total próximo, a distribuição entre as discussões é bastante diversa. Enquanto foram identificados dois ou três fundamentos de proposição em cada discussão, os de contraproposição foram observados seis em PRA3 e cinco em PRA4 e nenhum nas três outras discussões. É esperado que, naturalmente as categorias ligadas à proposição se destaquem, visto que elas estão diretamente relacionadas com a premissa básica do argumento. Porém, nas discussões de PRA3 e PRA4 houve também uma forte busca em fundamentar as contraproposições colocadas em discussão. Essa maior diversidade de componentes sugere um maior nível de complexidade argumentativa.

O grupo identificado pelo CCA 3, o terceiro mais observado na classificação das UA e que congrega as categorias REFU e GARA, foi totalmente composto por UA das subcategorias da categoria GARA. Assim como ocorreu na categoria FUND, as garantias de proposições prevaleceram frente às de contraproposição. Essa subcategoria foi observada nas discussões de todas as duplas, em um total que variou de três a oito UA. No que se refere às garantias de contraproposição, as duplas PRA3 e PRA4, assim como na subcategoria

fundamentos de contraproposição, apresentaram UA nessa subcategoria em um total de oito e quatro UA, respectivamente, embora, dessa vez, tenham sido acompanhadas pelas duas UA da dupla PRA5. Novamente, essas três duplas figuram como aquelas de maior destaque no que tange às discussões colaborativas aqui analisadas. Finaliza a categoria GARA a subcategoria de suportes sem explicitação de fontes, que será abordada juntamente com o CCA 4.

Conforme observado, nenhuma refutação foi identificada. Isso indica uma lacuna generalizada nas discussões, quando se pretende alcançar um nível mais apurado de complexidade argumentativa. Contudo, a escrita de refutação é um componente de rara aparição nos argumentos. Choi et al. (2014) dizem que a literatura tem relatado que os alunos muitas vezes não criticam com refutação. Yeh e She (2010) afirmam que a capacidade de gerar refutação mais consistente precisa de mais tempo para ser aperfeiçoada do que a de gerar proposição, garantia e suporte. Afirmam ainda que seus dados demonstraram uma melhoria bastante positiva nesses aspectos da argumentação dos alunos à medida que as atividades da pesquisa prosseguiam. Uma voz destoante a esse respeito é a de Lin, Hong e Lawrenz (2012). Os autores utilizam três problemas sociocientíficos para um estudo comparativo entre um grupo que dispunha de um Fórum de discussão assíncrono e outro que possuía apenas papel e caneta para resolvê-los. No estudo, um dos objetivos era verificar a diferença no número de refutações empregadas que, para os autores, juntamente com a construção de argumentos persuasivos, são os elementos característicos da resolução de problemas controversos de forma colaborativa. As refutações foram verificadas na resolução de todos os problemas e em quantidade expressiva e superior nos grupos que os solucionaram por meio do Fórum.

Tendo em vista o exposto, se observa que a premissa básica do argumento foi predominante. Ou seja, os alunos fizeram, em sua maioria, suas proposições sem qualificadores e agregaram as respectivas garantias, ao passo que inexistiram refutação e praticamente inexistiram qualificadores. Os momentos de fixação de entendimentos contrários se concentraram na apresentação de contraproposições, com o mostrado a seguir.

Na sequência, o CQC 4, que encerra os grupos de componentes argumentativos com as categorias SUPO e CPRO. No tocante à categoria SUPO, dez UA foram nela classificadas, sendo quatro na subcategoria esclarecimento à contraproposição com suporte, distribuídas uma para cada discussão com exceção de PRA1. As outras seis UA correspondem à subcategoria suporte com explicitação de fontes, sendo a maior parte pertencente à dupla PRA3, com quatro UA. Por consequência, a maior parte dos suportes presentes nas discussões

correspondeu ao CCA 3, na subcategoria que reúne os suportes sem explicitação de fontes. Nessa subcategoria, o total de onze UA foi abarcado, sendo sete em PRA3, praticamente o dobro de suportes com explicitação de fontes.

Para complementar o CCA 4, estão presentes as subcategorias da categoria CPRO, de tese e de fundamentos. Essas subcategorias foram observadas de maneira próxima nas discussões. PRA2 e PRA4 tiveram a mesma quantidade de UA em ambas as subcategorias, respectivamente dois e seis. PRA5 oscilou entre quatro e cinco. Já as duas outras discussões apresentaram forte variação: PRA1 não apresentou qualquer contraproposição de tese, porém teve duas contraproposição de fundamentos. E PRA3, em sentido oposto a PRA1, teve cinco contraproposições de tese e onze de fundamentos. Apesar de, conforme detalhado anteriormente, as contraproposições demandarem a mobilização de uma maior complexidade argumentativa, foi observado que as discussões conseguiram abarcar de uma maneira satisfatória esse componente argumentativo próprio de discussões colaborativas.

O CCA 4 demonstrou a dificuldade de os alunos incluírem suportes fundamentados para seus argumentos e em explicitá-los claramente. Bell e Linn (2000) afirmam que os alunos geralmente preferem basear seus argumentos em garantia em vez de suportes. Choi et al. (2014) envolveram alunos em cursos de formação de professores em ciências em uma pesquisa com argumentação em sistema computacional *on-line* e perceberam que mesmo esses alunos construíam argumentos que não incluíam suportes ou contra-argumentos. Porém, os autores criaram uma categoria de classificação denominada desafio de evidência. Nela, perceberam uma alta porcentagem de mensagens dos estudantes com críticas às evidências apresentadas, incluindo fundamentos, garantias e suportes. Os desafios abarcaram a suficiência, confiabilidade, validade e exatidão de um argumento. Em outras palavras, se percebe o maior interesse dos alunos em criticar, o que no contexto da análise aqui apresentada se reverteu exclusivamente em contraposições e não em refutações, como já mencionado.

No nível 1, que permite melhor articular a condução da discussão, com questionamentos e esclarecimentos sobre assuntos mal compreendidos, já havia sido observado apenas uma UA na discussão da dupla PRA1. Nas demais duplas, houve uma quantidade variável entre doze e dezoito UA. Estas, somadas, alcançaram a segunda maior quantidade de UA em um mesmo nível, contemplando 27 UA na categoria QUES e 33 na categoria ESCL, totalizando sessenta UA.

Observando a distribuição das UA pelas subcategorias se verificou que a única UA de PRA1 se refere a um questionamento de argumento e que todas as demais discussões apresentaram uma equilibrada distribuição pelas categorias. Todas as duplas apresentaram UA em todas as seis subcategorias desse nível, com a única exceção de PRA3, nos questionamentos a fundamentos. Em virtude do número da forte repartição das UA pelas subcategorias, a maior parte delas foi observada apenas uma vez em cada discussão, embora as subcategorias de esclarecimento de argumento e esclarecimento à contraproposição sem suporte alcançaram picos de sete UA nas discussões de PRA3 e PRA4, respectivamente.

Para complementar a análise, há o CCA 0. Em nenhuma das discussões se verificou textos fora do contexto, o que demonstra o compromisso e foco dos estudantes na realização da discussão. Em Choi et al. (2014) houve constatação semelhante à aqui exposta. Os autores classificaram apenas algumas mensagens de desculpa ou de risos como mensagens fora da tarefa. Todas as UA do CCA, categoria NARG, portanto, se concentraram nas subcategorias de gerenciamento de execução da tarefa e interações de socialização, com onze na primeira e sete na segunda. Os totais verificados nessas categorias frente aos totais gerais das discussões se mostram adequados, uma vez que se admite como necessário nas discussões a ocorrências de momento de cumprimentos e socialização entre os alunos, bem como de organização da sequência de etapas para execução da tarefa.

No que se refere aos níveis 1 e 0, nenhum destaque pôde ser atribuído a uma discussão frente às demais. Por outro lado, nos níveis 2, 3 e 4, que contemplam as categorias relacionadas a componentes argumentativos, manteve-se a impressão inicial de desempenho mais favorável para a dupla PRA3, a qual pode ser indicada como aquela que exibiu o melhor nível de complexidade argumentativa. Em seguida, em um patamar inferior, se localizam as duplas PRA4 e PRA5, ambas apresentaram um bom nível de complexidade argumentativa de acordo com as análises efetuadas. Por fim, as discussões das duplas PRA1 e PRA2 geraram classificações significativas inferiores às demais duplas, permitindo uma indicação, no máximo, regular, diante do contexto de complexidade argumentativa das duplas que solucionaram o caso PRA.

A análise do nível de complexidade argumentativa apresentada fornece elementos que indicam a qualidade estrutural dos argumentos construídos pelos alunos. Diversas pesquisas presentes na literatura defendem que argumentos mais complexos são produtos de uma maior quantidade de componentes argumentativos presentes na estrutura do argumento (SÁ; KASSEBOEHMER; QUEIROZ, 2014, EVAGOROU; OSBORNE, 2013, LU; ZHANG,

2013, YEH; SHE, 2010, CLARK; SAMPSON, 2008; 2007; ERDURAN; SIMON; OSBORNE, 2004).

Partindo dessa indicação é possível depreender, com base em todas as análises descritas anteriormente, que a dupla PRA3 teve um destaque fortemente acentuado em comparação com as demais. Apesar da ponderação no total de UA no CCA 1 para a dupla PRA1, se considerando que todas as duplas se equivalem nos CCA inferiores, o 0 e o 1, induzindo que a comparação se concentre nos três CCA mais elevados. Neles, a dupla PRA3 alcançou totais sensivelmente superiores às discussões das demais duplas, quase sempre oscilando em torno do dobro do total de CCA, o que demonstra alto nível de complexidade argumentativa. Apesar de PRA4 e PRA5 possuírem valores próximos, PRA4 supera PRA5 nesses três CCA, além de ter a menor quantidade de CCA 0 entre todas as discussões. Isso indica que essa dupla foi a segunda no alcance de seu nível de complexidade de argumentos. Em posição relativamente equivalente se coloca a dupla PRA5. Na sequência, com discussões de baixa complexidade argumentativa estão as discussões das duplas PRA2 e, principalmente, PRA1. Esta última apresentou apenas duas UA no CCA 4, mais elevado.

A questão de pesquisa *o que se pode afirmar sobre a qualidade estrutural dos argumentos dos alunos?*, que ajuda a orientar esta análise, encontra respostas a partir das discussões realizadas anteriormente. As duplas PRA3, PRA4 e PRA5 apresentaram discussões com satisfatórios níveis de complexidade argumentativa, especialmente a primeira delas. Essa indicação se reforça pela maior variedade e quantidade de subcategorias argumentativas abarcadas nas discussões, especialmente nos CCA mais elevados. Isso indica mais componentes como, por exemplo, proposição e contraproposição, fundamento, garantia e suporte. O fato de alguns desses componentes terem destaque maior que os demais na discussão não invalida o fato dessas duplas possuírem estrutura de argumentos mais completa e complexa. A ocorrência de diversas proposições e garantia com poucos suportes é um padrão que se observa em outros trabalhos na literatura. Em Bell e Linn (2000), é descrito que 70% dos estudantes incluíram garantia em seus argumentos, enquanto os suportes só foram verificados em nove de 86 grupos.

Na proposta de Erduran, Simon e Osborne (2004) a qualidade dos argumentos é avaliada a partir da identificação de combinações dos componentes que constituem o Modelo de Toulmin (2001). A metodologia é limitada por não permitir fazer distinção entre argumentos cujas combinações apresentem a ocorrência de elementos em frequências distintas (SÁ; KASSEBOEHMER; QUEIROZ, 2014). Na análise aqui apresentada foi

possível valorizar e destacar aquelas duplas com uma quantidade maior de componentes de maior nível de complexidade argumentativa. Isso é fundamental uma vez que a mera identificação, sem quantificação, da existência ou não de um componente argumentativo acabaria nivelando as duplas, uma vez que alguns dos principais componentes aparecem ao menos uma vez em cada discussão. Respostas ampliadas ao escopo geral dos quatro estudos de caso acerca dessa questão de investigação serão complementadas na seção 6.3. Contudo, preliminarmente, se observa duas duplas (PRA4 e PRA5) com regular estrutura de argumentos e complexidade argumentativa, duas duplas (PRA1 e PRA2) com deficiente estrutura argumentativa e uma dupla com positivo destaque de sua estrutura argumentativa, com diversidade de componentes de elevada complexidade argumentativa.

6.1.3. Nível de qualidade conceitual

O nível de qualidade conceitual foi investigado a partir da análise de todas as UA relacionadas a componentes argumentativos, ou seja, das categorias FUND, PROP, GARA, REFU, CPRO e SUPO. Estas foram classificadas quanto à natureza do argumento e ao assunto, dentro dessa natureza. Em seguida, aquelas UA de natureza científica, ambiental e tecnológica também foram avaliadas quanto à sua adequação às teorias, leis e princípios inerentes ao assunto em pauta. Na Figura 34 é apresentada a distribuição da classificação das mensagens pela diversidade de naturezas de argumentos.

Observa-se na Figura 34 que seis diferentes naturezas de argumentos são citadas nas discussões dos estudantes. Entretanto, mais de 97% das UA com conteúdo argumentativo classificado nessa análise estiveram nas naturezas científica, tecnológica, ambiental e econômico. Apenas 2,6%, ou cinco de 193 UA, foram classificadas em duas outras naturezas: comercial e de saúde.

Figura 34 – Diversidade de naturezas de argumentos nas discussões do estudo de caso PRA.

Observa-se na Figura 34 que as quatro naturezas mais citadas, científica, tecnológica, ambiental e econômica, aparecem de forma predominante nas cinco discussões. Apenas PRA2 ainda adiciona a natureza comercial e PRA4 a de saúde às suas discussões.

Após a primeira etapa de classificação, observa-se que as discussões privilegiaram a natureza tecnológica. Possivelmente, em razão do estudo de caso buscar uma solução para um derramamento de petróleo os alunos se detiveram na busca da melhor técnica para solucionar o problema, resultando daí a forte presença dessa natureza. Essa natureza é preponderante nas discussões de todas as duplas e, com exceção da discussão de PRA5, ela ocorre de 2,5 a cinco vezes mais que a segunda natureza mais recorrente. As naturezas econômica e ambiental se dividem como segundas mais presentes nas discussões. Apenas na dupla PRA2, essas duas naturezas têm poucas menções, sendo as mais citadas, após a natureza tecnológica, as naturezas científica e comercial. Nas demais duplas a natureza científica é somente a quarta mais presente, com no máximo cinco UA em toda a discussão.

Inicialmente há a percepção de que poucas naturezas de argumento foram contempladas nas discussões, resultando em baixa diversidade. Por exemplo, outras importantes abordagens fortemente relacionadas ao problema, como a política e a social, não foram tratadas pelos alunos. Uma análise mais detalhada desses dados foi realizada a partir dos assuntos abarcados em cada natureza, conforme se observa na Figura 35.

Figura 35 - Distribuição da classificação das UA pelas naturezas e assuntos dos argumentos produzidos nas discussões do estudo de caso PRA.

Uma vez que a natureza tecnológica teve uma presença destacada nas discussões, para manter uma melhor visualização dos totais de UA classificadas em cada natureza, a tecnológica é apresentada (Figura 35B) em uma escala diferente das demais naturezas (Figura 35A).

Nas cinco discussões o total de seis naturezas foi verificado, englobando 27 assuntos. A natureza tecnológica, além de ter reunido a maior quantidade de UA, também apresentou a maior quantidade de assuntos. Nove no total, ante seis da natureza econômica, segunda mais diversa natureza em assuntos.

No caso da natureza tecnológica, o assunto processo industrial foi observado 46 vezes nas discussões, embora quatro assuntos dessa natureza tenham sido observados uma única vez: gestão de qualidade, processo de produção, resíduo industrial e qualificação profissional.

A natureza econômica, segunda mais recorrente, com trinta UA, abarcou vários fatores envolvidos nas técnicas discutidas, que se refletiram nos assuntos mais identificados: viabilidade econômica, relação custo *vs.* benefício e alto custo.

Na sequência, a natureza ambiental se apresenta como a terceira mais presente. O assunto impacto ambiental apareceu três vezes mais que todos os outros assuntos somados. Isso indica que, além de discutirem as opções tecnológicas e tratarem dos fatores econômicos, os alunos também se detiveram em questões relacionadas aos impactos que as soluções propostas provocariam no ambiente.

Tendo em vista o contexto de aplicação da pesquisa, que tomou como sujeitos graduandos de um curso de bacharelado em química, o total de UA na categoria científica foi considerado baixo, apenas catorze. A metade delas se relaciona ao assunto propriedades químicas. Esse assunto esteve atrelado aos momentos da discussão em que foram abordadas as propriedades de substância envolvidas na solução do caso.

A natureza comercial e de saúde, com três e duas UA, respectivamente, não foram amplamente exploradas. Com isso, se observa uma limitada diversidade de naturezas de argumentos nas discussões desse caso. Barab et al. (2007) afirmam que alguns podem acreditar que contaminar a ciência com assuntos político, sociopolítico e econômico seja algo problemático, porém os dados de suas pesquisas sugerem que esses contextos estimulam o rico debate científico. Porém, o tradicional fazer ciência tende a ser separado das implicações sociopolíticas. Isso se torna mais desafiador na medida em que a ênfase das escolas é separar as disciplinas, de modo que fazer ciência é diferente do fazer estudos sociais. Talvez essa tradição de enxergar a ciência como socialmente neutra (GIL-PEREZ et al., 2001) tenha sido

um obstáculo para os alunos perceberem as diversas implicações sociais, para a saúde, ética, política etc., que o problema narrado pelo estudo de caso abarca.

Após tratar das naturezas mais presentes nas discussões, é lançado agora o olhar sobre como cada grupo se comportou no contexto das naturezas dos argumentos descritos. Inicialmente, a dupla PRA3, que se destacou nas análises anteriores, novamente angariou atenção. Dos 25 assuntos pertencentes às quatro naturezas mais presentes, a dupla PRA3 apenas não apresentou argumentos que atendessem cinco delas. Por outro lado, sete assuntos foram verificados exclusivamente na discussão dessa dupla. A distribuição dos assuntos pelas quatro naturezas abarcadas na discussão também se apresenta de forma destacada. Em primeiro lugar, de forma isolada, a natureza tecnológica foi verificada 37 vezes, distribuída por oito assuntos. Em seguida, as naturezas ambiental e econômica foram abordadas em proporções similares, com dez e nove UA, respectivamente. Por fim, cinco UA foram identificadas como de natureza científica. Assim, apesar de a discussão dessa dupla ter apresentado um desempenho superior às demais discussões nas análises efetuadas anteriormente, é verificado que, no que se refere à diversidade de naturezas de argumentos, a dupla discutiu apenas quatro naturezas, embora muitos assuntos tenham sido contemplados nessas naturezas.

Após a dupla PRA3, as duplas PRA4 e PRA5 foram as que mais se destacaram nas análises anteriores. Na análise aqui efetuada as discussões dessas duplas remetem à discussão de PRA3, porém com quantidades menores de UA em cada natureza. Assim, elas também enfatizaram a natureza tecnológica, com 27 UA para PRA4 e dezoito para PRA5, embora essa última dupla tenha abordado cinco assuntos dessa natureza frente a quatro assuntos de PRA4. Novamente, houve equilíbrio entre as naturezas ambiental e econômica. Na natureza ambiental, ambas as discussões contemplaram dois assuntos nessa natureza, sendo PRA4 com seis UA e PRA5 com quatro. Na natureza econômica, por sua vez, a dupla PRA5 supera PRA4 em quantidade de assuntos abarcados, sendo cinco contra quatro, mas principalmente em UA, sendo dez de PRA5 ante seis de PRA4. Cada dupla tratou de apenas um assunto da natureza científica. Entretanto, a dupla PRA4 foi a única a tratar de argumentos de natureza de saúde, mesmo que com apenas duas UA no assunto toxicidade.

Por fim, as duplas PRA1 e PRA2, de desempenho inferior nas análises anteriores, novamente mantiveram esse desempenho quando se olha para suas diversidades de naturezas de argumentos. Entre as naturezas mais presentes nas discussões, a tecnológica foi representada por apenas doze UA em PRA1 e treze em PRA2, menores totais entre as discussões. Além disso, em todas as demais naturezas contempladas o número de ocorrência

não ultrapassou o total de cinco. O único destaque favorável que se acrescenta à dupla PRA2 se deve a esta ter sido a única que apresentou argumentos de natureza comercial, com dois assuntos e três UA.

Finalizada essa apresentação, é possível observar que as discussões mantiveram o padrão já observado antes, com a discussão da dupla PRA1 tendo o pior desempenho, a discussão de PRA3 como a melhor, e as três outras com uma variação pouco acentuada entre elas, porém favorável a PRA4 e PRA5.

Para encerrar a análise da qualidade conceitual são retomadas as UA de natureza científica, ambiental e tecnológica, as quais foram classificadas de acordo com seu coeficiente de qualidade conceitual (CQC), expressando a normatividade e adequação dos argumentos às leis e teorias mais aceitas pela comunidade científica. Assim, o CQC igual a 0 corresponde a UA totalmente incoerentes frente às normas científicas abarcadas pelo argumento. O CQC igual a 1 representa UA que trata tanto de conceitos coerentes quanto incoerentes com relação às normas científicas. O CQC igual a 2 retrata UA que aborda apenas um conceito científico de maneira coerente. O CQC igual a 3 diz respeito a UA que versa sobre mais de um conceito científico, sendo todos adequados às normas científicas. A Figura 36 apresenta o gráfico resultante das classificações das UA das referidas naturezas quanto ao seu CQC.

Figura 36 - Distribuição da classificação das UA de natureza científica, ambiental e tecnológica pelos valores de CQC.

O CQC número 2 foi o mais utilizado para classificar os argumentos de natureza científica, ambiental e tecnológica nas discussões das cinco duplas. Esse dado demonstra que

os argumentos dessas naturezas envolvidos nas discussões, em grande parte, exibiam coerência frente aos princípios, leis e teorias científicas vigentes. Porém, esses argumentos foram predominantemente apresentados isoladamente, ou seja, sem que se verificasse a inter-relação de diversos argumentos em uma única unidade UA. Toda UA que exibisse argumentos classificáveis mais de uma vez pelas naturezas ambiental, científica e tecnológica de forma coerente foi classificada como CQC igual a 3, o qual se observa com pequena presença nas discussões, conforme ilustra a Figura 36. No CQC 3 apenas a dupla PRA4 apresentou um total de UA nesse CQC relativamente expressivo. As demais duplas apresentaram valores variáveis entre um e quatro UA. Isso demonstra, novamente, o predomínio de inserções de argumentos objetivos, focados em uma única direção.

Rivalizando com os totais de UA no CQC 2 está o CQC 1. Esse, que expressa as UA com argumentos não totalmente coerentes com os princípios, leis e teorias científicas vigentes, foi o segundo CQC mais presente nos textos. Cerca de 20% menos que o CQC 2 nas duplas PRA2, PRA3 e PRA4, e em valor igual em PRA5. Apenas a dupla PRA1 que apresentou um valor consideravelmente menor. Essas duas categorias sugerem, novamente, a percepção de que nas discussões predominaram argumentos específicos em torno de um mesmo assunto.

Por fim, no CQC igual a 0, que se refere a argumentos totalmente incoerentes com as teorias científicas vigentes, observa-se que as duplas PRA2 e PRA3 não apresentaram qualquer UA nesse CQC, enquanto as demais duplas variaram de uma a três UA, o que é entendido como um aspecto positivo das discussões.

De maneira geral, é possível verificar que as discussões se equivalem em termos percentuais, com forte presença nos CQC 1 e 2, e pequena nos CQC 0 e 3. No entanto, é possível verificar diferenças quando são analisados em termos absolutos de totais de UA. Novamente, a dupla PRA3 se destaca certamente em razão de já ter sido observado que era a dupla com maiores totais de UA nas naturezas ambiental, científica e tecnológica. O número de UA dessa dupla nos níveis 1 e 2 é superior ao dobro da segunda colocada. Além disso, foi a segunda dupla que mais produziu argumentos classificáveis no CQC 3 e não apresentou nenhum no nível 0. Na sequência, novamente são observadas semelhanças no comportamento da classificação entre as duplas PRA4 e PRA5 e entre as duplas PRA1 e PRA2, o que reforça a tendência de três níveis de desempenho.

A questão de pesquisa *o que se pode afirmar sobre a qualidade conceitual dos argumentos dos alunos?*, que ajuda a orientar esta análise, encontra respostas a partir das discussões realizadas anteriormente. Para alcançar respostas a esta questão há que se

considerar as classificações dos argumentos pelas naturezas de argumentos contemplados na discussão. Sob este aspecto, as duplas PRA2 e PRA4 levam vantagem, já que mobilizaram argumentos de cinco naturezas, em vez de quatro das demais. Apesar dessas duplas contemplarem cinco naturezas, em duas delas PRA2 tem apenas uma UA e em duas delas PRA4 tem apenas duas UA. As discussões de PRA1 e PRA5 também apresentam apenas uma UA em uma das naturezas citadas. Assim, apenas PRA3, com pelo menos cinco UA em cada natureza tem uma posição de destaque. As demais discussões podem ser consideradas de boa abordagem das naturezas do problema somente, uma vez que muitas outras dimensões da discussão poderiam ser tratadas, especialmente a social. Um primeiro indicativo de resposta a questão de investigação é que a qualidade conceitual tende a ser alta, já que tal avaliação se baseia exclusivamente nas UA de natureza científica, tecnológica e ambiental, que estiveram entre as mais citadas nas discussões.

Enquanto a diversidade de UA foi entendida como boa, a diversidade de assuntos dessas naturezas foi mais relevante, contemplando uma diversidade de assunto, que remetem a argumentos mais variados. Nessa diversidade, novamente PRA3 se destaca com expressiva quantidade de assuntos.

Contudo, no que tange a classificação pelos CQC se obteve os indicativos mais precisos de respostas acerca da qualidade conceitual. Foi observada a forte concentração das UA nos CQC que expressam total ou parcial coerência com os preceitos científicos. Nessa relação, pendendo mais para o lado do totalmente coerente que para o parcialmente, se destacaram as duplas com maiores quantidades de UA. Assim, PRA3 e PRA4 tiveram as discussões com maiores qualidades conceituais, tanto pela maior quantidade de UA no CQC 2, quanto pelo total de UA no CQC 3, que indica articulação de vários conceitos coerentes em uma mesma UA.

Em termos quantitativos, as discussões de PRA3 e PRA4 permitem julgar que as discussões alcançaram um ótimo nível de qualidade conceitual dos argumentos produzidos. Porém, outras discussões podem ser assim consideradas quando se observa os dados de forma proporcional ao total de UA de cada discussão. Além de PRA3 e PRA4, PRA2 teve aproximadamente 58% das UA classificadas como CQC 2 e 3. Esse valor supera os 80% para PRA1 em razão de treze de suas apenas dezesseis UA de natureza científica, tecnológica e ambiental estarem nesses CQC. PRA5 ficou pouco abaixo de 50%.

Com o olhar para a quantidade de UA e a proporcionalidade de textos coerentes ao universo de UA recortadas, é possível definir que as duplas PRA2, PRA3 e PRA4 alcançaram

ótimas qualidades conceituais, ao passo que PRA1 e PRA5 podem ser consideradas apenas boas, uma vez que embora tenham uma boa proporção de UA coerentes, a quantidade total de UA são as duas menores entre as duplas.

Cabe ressaltar certa limitação na diversidade de naturezas. De acordo com Hansson, Redfors e Rosberg (2011), é raro uma discussão contemplar todas as naturezas possíveis do problema. Em uma análise com dez grupos, com uma discussão sobre exploração de Marte, a média de diferentes tipos de suportes empregados foi de 3,9, em um total esperado de seis. A natureza econômica, centrada no custo foi a única a aparecer em todos os grupos. A natureza tecnológica foi observada em apenas metade dos grupos, mesmo número da natureza ética.

A discussão presente na seção 6.3 traça um paralelo da diversidade e qualidade conceitual das discussões desse estudo de caso com as discussões das demais duplas, ampliando a escrita de respostas a essa questão.

6.2. Análise das duplas PRA1 e PRA3

Ao longo da seção anterior as análises dos níveis de produção argumentativa, complexidade argumentativa e qualidade conceitual demonstraram que a discussão colaborativa dialógica da dupla PRA1 recebeu as piores avaliações nas análises, ao passo que a discussão da dupla PRA3 recebeu as melhores. Espera-se que um olhar focado na trajetória dos estudantes envolvidos nessas duplas no eduqui.info permita traçar aspectos que se mostrem relevantes e influentes para a qualidade da argumentação. Essa análise de casos particulares encontra respaldo em trabalhos como os de Evagorou e Osborne (2013), Schwarz et al. (2011) e Kelly e Takao (2002).

Para essa análise são observadas todas as produções dos alunos no eduqui.info. Após a observação das mesmas, os seguintes fatores foram considerados relevantes: produção na ferramenta ArgPEC dos textos e diagramas argumentativos individualmente, composição dos materiais adicionados ao *Kit* Caso e a condução das próprias discussões colaborativas no Fórum. Esses fatores são discutidos nas subseções a seguir.

Importante destacar que, conforme mencionado anteriormente, diferenças entre as duplas a partir de fatores externos a atividades didáticas foram minimizados. Por exemplo, todos eram da mesma turma, período e curso. Todos tiveram oportunidade de acessar os

computadores da instituição por igual período. Ambas as duplas eram formadas por um homem e uma mulher.

Fatores estatísticos de acesso ao eduqui.info e suas ferramentas não foram considerados em virtude da similaridade dos dados entre as duas discussões. Por exemplo, a média de acesso ao eduqui.info pelos dois alunos da dupla PRA1 foi de 22,5 vezes, enquanto a da dupla PRA3 foi de 23 vezes.

Os dados, oriundos das produções dos alunos, analisados a seguir, encontram-se na íntegra no CD anexado a esta tese.

6.2.1. Produção na ferramenta ArgPEC

Antes da ocorrência da discussão colaborativa dialógica no Fórum, os estudantes produziram um texto e um diagrama argumentativo inicial com suas propostas de solução ao estudo de caso. O professor definiu um mínimo de 750 palavras para as respostas textuais. Estas apresentaram o total de palavras exposto na Tabela 18.

Tabela 18 - Total de palavras nas respostas textuais iniciais de cada aluno.

Aluno	Total de palavras nas respostas textuais discursivas iniciais
PRA1 – Aluno A	282
PRA1 – Aluno B	889
PRA3 – Aluno A	864
PRA3 – Aluno B	967

Percebe-se na Tabela 18 que na discussão de PRA3 os alunos superaram em mais de 15% o mínimo de palavras estipulado. Na dupla PRA1 um dos alunos também superou em quase 20% o mínimo de palavras, porém o outro aluno alcançou apenas 37,6% do mínimo estipulado. A quantidade de palavras por si não permite muitas inferências, é preciso olhar para o conteúdo desses textos. O texto do aluno A da dupla PRA1 apresenta de maneira breve o problema colocado pelo estudo de caso, define sua proposta de solução e a explica rapidamente. Assim, fica claro que não há busca por aprofundamento no texto, com indicação de garantias, suportes e refutações. Diferente de seu parceiro de discussão, o aluno B dessa dupla teve um texto com expressiva quantidade de palavras, próximo a novecentas. Porém, o longo texto consiste, basicamente, na definição do petróleo e suas propriedades, listagem das

principais técnicas de descontaminação de uma área afetada por derramamento de petróleo e descrição de forma extensa de algumas dessas técnicas. A proposta de solução envolve barreira de contenção e bomba de sucção, além de retirada manual de resíduos na praia. Ambos os textos foram submetidos à ferramenta Plagium^{TM17}. Como resultado da verificação do texto do aluno A não foi identificado qualquer documento similar na Internet. Porém, a verificação do texto do aluno B encontrou seis documentos semelhantes, sendo três deles com cópia 100% idêntica. Após uma análise mais detida, ficou evidente o plágio, uma vez que nenhuma citação foi feita. Assim, a resposta textual inicial dessa dupla se pautou em breves descrições ou reprodução de textos da Internet, sem adequado aprofundamento argumentativo nas soluções propostas.

Por outro lado, uma mesma descrição dos textos iniciais da dupla PRA3 expõe uma perspectiva um pouco diferente. O aluno A traça um panorama da cidade afetada, inclui dados sobre problemas com vazamentos, apresenta algumas soluções, suas vantagens e desvantagens, porém não indica claramente qual solução defende. O aluno ainda cita quatro referências, que inclui ao fim do texto. O aluno B, não inclui referências, mas elabora uma estrutura textual semelhante à do aluno A, igualmente sem uma definição precisa de qual das técnicas comentadas considera como solução. Nenhum dos dois textos foi identificado com elementos de plágio. Os textos dessas duplas amecham uma quantidade de dados, informações, teorias etc., porém são pouco estruturados como um texto argumentativo. Por outro lado, oferecem mais possibilidades de identificação dos componentes de um argumento em comparação aos textos dos alunos de PRA1.

Submeter os alunos a um percurso metodológico como o desenhado para essa pesquisa gera a expectativa de serem verificadas algumas dificuldades iniciais para a produção e escrita de argumentos. Argumentar de maneira a contemplar componentes aumentativos, como proposição, garantia e suporte, não é considerado simples (LIN; HONG; LAWRENZ, 2012).

Com essa perspectiva, atrelado ao texto inicial estava prevista a construção de um diagrama argumentativo. Tal diagrama tinha como um de seus propósitos permitir que os alunos reconhecessem em seus textos os componentes argumentativos. Novamente, é preciso explorar os conteúdos contidos nos diagramas elaborados pelos quatro alunos envolvidos nesta análise. Com relação à dupla PRA1, o aluno A produziu o diagrama com duas garantias, sendo uma delas com suporte. Havia uma proposição preenchida no espaço destinado a tal componente, bem como uma refutação para tal. Porém, a proposição não era coerente com as

¹⁷ <http://www.plagium.com/>

correspondentes garantias e refutação. Enquanto a proposição defendia a contenção de vazamentos, as garantias e a refutação apontavam para questões relacionadas à técnica de biorremediação, que não havia sido mencionada em seu texto inicial. O diagrama do aluno é exibido na Figura 37.

Figura 37 - Diagrama argumentativo inicial do aluno A da dupla PRA1.

O aluno B dessa dupla produziu seu diagrama com a proposição preenchida no campo pertinente não condizente totalmente com sua definição, embora finalizasse, após longo texto para uma proposição, com a mesma proposta de solução do texto inicial. No mesmo diagrama constava apenas uma garantia com seu suporte, sendo que ambos não atribuíam respaldos à proposição. Assim, os diagramas desses alunos traduziram aquilo que se havia observado no texto, a dificuldade de construírem argumentos que coordenassem uma proposta de solução ao problema apresentado.

Sobre os diagramas produzidos pelos alunos da dupla PRA3, o do aluno A possuía quatro garantias, sendo a metade com suporte. A proposição, que não estava clara no texto, dessa vez está definida, embora nenhuma refutação tenha sido incluída. Por sua vez, o aluno B elaborou um diagrama com cinco garantias, sendo todas elas com suporte e refutação. Além disso, a proposição é coerente. Diferentemente dos alunos de PRA1, estes alunos construíram diagramas com nível de complexidade de argumentos superior aos demais, inclusive superior

aos seus próprios textos iniciais. Isso sugere uma evolução desta dupla na elaboração argumentativa ao longo do estudo.

Contudo, finalizada a etapa de discussão, os alunos partiram para novo texto e diagrama individual. Novamente é necessário explorá-los para compreender o nível de avanço alcançado em suas produções argumentativas mediante a participação nas fases de discussão colaborativa.

Para os textos individuais finais o professor estabeleceu o mínimo de 1500 palavras. Porém, os textos produzidos pelos membros da dupla PRA1 ficaram, pelo menos, 39% aquém desse número. Importante destacar que o texto do aluno B teve um número de palavras menor (693 palavras) que seu texto individual inicial. Quanto às suas soluções propostas, ambos reproduzem a solução definida na discussão colaborativa, uma mescla entre as propostas iniciais, empregar barreiras de contenção, seguida de retirada por técnicas magnéticas. O texto do aluno A (922 palavras) descreve o cenário do problema do estudo de caso, aponta a solução e discute cada uma das técnicas envolvidas. Em seguida, o aluno afirma que as técnicas descritas precisam ser combinadas e encerra seu texto. Não há componentes argumentativos que respaldam ou mostrem restrições à proposição efetuada. No texto do aluno B também não se observa semelhanças com o texto inicial. Similarmente ao texto do aluno A, traça o cenário do problema, descreve a técnica e a propõe como solução sem componentes que garantam ou suportem o que é proposto. Ambos talvez acreditem que descrever a técnica já represente evidências suficientes para defender seu emprego.

Os textos dos dois alunos diferem dos textos submetidos como solução inicial, demonstrando terem sido produzidos especificamente para essa fase da sequência de atividades. Após submeter os textos ao sistema verificador de plágio, se observou que o aluno A se manteve livre dessa prática, porém o aluno B, mesmo reduzindo o tamanho de seu texto em relação ao inicial, aumentou o teor de plágio no que diz respeito aos materiais que subsidiaram essa prática, sendo ampliado a cinco o número desses materiais reproduzidos em sua totalidade no texto.

Depreende-se das informações anteriores que os alunos apresentaram grande dificuldade em organizar um texto que articulasse suas soluções. Mesmo ambos propondo como solução a mesma que definiram colaborativamente na discussão, foram escassos os componentes que pudessem tornar mais completo o argumento associado a tal proposição.

Com relação aos alunos da dupla PRA3, eles alcançaram em seus textos um total de palavras próximo ao mínimo solicitado (aluno A, 1496 palavras; aluno B, 1543 palavras). Diferentemente do observado na dupla PRA1, eles fizeram substancial uso de seus textos

iniciais, gerando textos finais como versões ampliadas dos textos iniciais. Nenhum dos dois textos teve indicação de plágio de trabalhos da Internet.

O aluno A dessa dupla faz uma breve descrição do cenário do problema apresentado pelo estudo de caso com relação às características da cidade e de seus problemas. Em seguida abordou as principais técnicas para remoção do petróleo em casos de derramamento, mas deu amplo tratamento às vantagens e limitações da utilização de nanotubos de carbono como material absorvente. Essa é a mesma solução alcançada na discussão colaborativa, no Fórum. Porém, em momento algum o aluno propõe essa ou qualquer outra técnica como sua solução.

O aluno B, por outro lado, apesar de extensa abordagem do problema, de descrição das técnicas mais empregadas na atualidade, com ênfase naquelas que fazem parte de sua solução, utiliza o último parágrafo do texto para propor claramente sua solução, que também condiz com aquela que a dupla havia alcançado no Fórum. No mesmo parágrafo inclui algumas evidências que podem ser consideradas como garantias à proposição, conforme ilustrado no Quadro 27.

Quadro 27 - Último parágrafo do texto final do aluno B da dupla PRA3.

Com bases nas técnicas vistas, entre as mais viáveis economicamente e ambientalmente, a que melhor seria indicada para que o problema do derramamento de petróleo na Bacia de Campos fosse erradicado é a da utilização dos nanotubos de carbono, por suas vantagens econômicas, ambientais e por sua praticidade. Esses nanotubos, como explicado, serão produzidos através dos gases emitidos na queima do bagaço de cana, e a eles seria adicionado Boro para conferir resistência ao material. Essas esponjas nano-tecnológicas serão acopladas as Trincheiras Duplas e o processo de remoção do petróleo seria muito mais eficiente e podendo ser reaproveitado o óleo e as esponjas utilizadas várias e várias vezes. A técnica do magnetismo está sendo desenvolvida, mas promete ser uma ideia muito inovadora em um futuro próximo. Quando as pesquisas estiverem bem desenvolvidas e aprofundadas sobre a viabilidade de se utilizar esse método, certamente ele será uma nova opção que poderá ser responsável por acabar com os desastres do derramamento de óleo. Além de se preocupar em conter e evitar imensamente os estragos causados por esse derramamento, as empresas exploradoras deveriam se preocupar na recuperação e na limpeza das praias da região de Macaé de na recuperação imediata dos manguezais. Essas empresas deveriam iniciar um projeto de limpeza das areias, retirando todo o óleo depositado nas costas que impossibilitam o desfrute desse ambiente. A descontaminação e a recuperação dos manguezais devem ser feitas, inicialmente com a retirada da camada grossa de poluentes e iniciar projetos para trazer de volta a fauna e a flora que ali havia, criando melhoras ambientais e economicamente também, devido aos motivos citados anteriormente. Com essas novas técnicas escolhidas e depois de melhores analisadas será possível minimizar e também talvez solucionar o problema que a Bacia de Macaé enfrenta hoje com a indústria petroleira que está crescendo, dia após dia, visando somente lucros e não dando uma mínima atenção as graves e perigosas consequências que sua economia gera.

Os textos dos quatro alunos envolvidos remetem, direta ou indiretamente, à manutenção, como solução individual final, daquela solução que definiram colaborativamente, em dupla, no Fórum. Nenhum deles sustentou sua proposta inicial. Isso

indica que a etapa de discussão teve papel fundamental na maneira como os alunos abordaram o problema sociocientífico colocado em pauta. Outra observação geral nas respostas diz respeito à dificuldade manifestada pelos alunos em construir textos argumentativos melhor estruturados, contemplando os diversos componentes de um bom argumento. Em decorrência do entendimento de que o alcance de tal habilidade requer a prática da argumentação, estava previsto novo diagrama argumentativo.

Os diagramas argumentativos finais dos alunos de PRA1 mostraram as mesmas fragilidades argumentativas de seus textos finais. O aluno A da dupla PRA1 apresentou uma discussão com cinco garantias, sendo três delas com suporte. A proposição também agregava uma refutação. Porém, o texto inserido em praticamente todos os componentes argumentativos não representava, de fato, o que pretendia. Por exemplo, a proposição era de que deveria ser buscada uma solução para o problema. O diagrama final do aluno B dessa dupla, assim como em seu diagrama inicial, possuía apenas uma garantia com suporte e uma longa proposição. A única garantia inserida na realidade é um fundamento. Porém, a proposição, apesar de longa, era corente, mas sem qualquer refutação ou qualificador. Isso demonstra que além dos textos desses alunos terem apresentado baixa complexidade estrutural da argumentação, o mesmo se repetiu nos diagramas.

Os diagramas argumentativos finais dos alunos da dupla PRA3, por outro lado, se mostraram melhor estruturados que os diagramas iniciais e seus próprios textos. O diagrama do aluno A apresentou nove garantias, todas com suportes e todas coerentes com o conceito de garantia. A proposição também era coerente e clara na indicação da solução. Apenas percebeu-se a falta de refutações. O aluno B elaborou cinco garantias em seu diagrama, também todos com suporte e coerentes com o conceito de garantia, de igual forma, a proposição é clara e coerente em apresentar a solução e não apresenta refutação. A inexistência de refutações já era algo observado nas discussões desses alunos, demonstrando a dificuldade que possuem em trabalhar esse componente argumentativo (CHOI et al., 2014; YEH; SHE, 2010).

A análise dos textos e diagramas dos quatro alunos envolvidos nas duas duplas mostra que todos iniciaram as atividades com dificuldade de organizar um argumento, seja no formato de texto, seja no de diagrama, embora com pequena vantagem para os alunos da dupla PRA3. Após as discussões colaborativas, os textos dos alunos ainda careciam de melhor elaboração, mas na última fase das atividades, no diagrama, os alunos de PRA3 evoluíram de forma significativa, e apresentaram diagramas bem elaborados.

A discussão colaborativa da dupla PRA1 recebeu as piores avaliações, ao passo que PRA3 recebeu as melhores. Diante da análise da produção individual dos alunos que constituem essas duplas antes e depois da discussão, é possível sugerir que a discussão colaborativa tenha sofrido influência das atividades prévias individuais que os alunos realizaram.

Os alunos da dupla PRA1 produziram textos muito aquém do solicitado pelo professor no que se refere à quantidade de palavras e a autenticidade na autoria. Em diagramas iniciais os componentes argumentativos adicionados, muitas vezes, não significavam aquilo que realmente eram. Assim, mesmo que esses alunos tenham feito alguma evolução em suas discussões e textos e diagramas finais, ainda se posicionam em nível de argumentação inferior que as demais duplas e, em especial, a PRA3, com quem está aqui comparada.

Por outro lado, embora os alunos da dupla PRA3 apresentassem alguns naturais equívocos na estrutura inicial do argumento escrito e o diagrama, foi observado que cumpriram as solicitações mínimas do professor, consultaram referências e as articularam na escrita de textos autorais. A discussão dessa dupla também resultou em melhores classificações em todas as análises efetuadas. Por fim, seus últimos diagramas expressaram relevante qualidade estrutural e pertinência aos propósitos de cada componente argumentativo.

A palavra que emerge dessa análise comparativa é engajamento. A dupla que principiou o estudo com baixo engajamento nas tarefas iniciais, que justamente visavam à familiarização e entendimento do que é a argumentação e sua prática, acabou experimentando as maiores dificuldades e menores evoluções ao longo do estudo. Já a dupla que iniciou as atividades assumindo maior engajamento acabou sendo levada a uma maior evolução no final.

No que se refere à questão de investigação sobre *quais os aspectos se mostram mais relevantes e influentes para a qualidade da argumentação?*, é razoável apontar que o engajamento individual nas atividades iniciais influenciam no desenvolvimento da qualidade da argumentação. Engle e Conant (2002) sugerem características que indicam engajamento dos alunos nas atividades, algumas aplicáveis ao contexto do presente estudo. Estas estiveram claramente presentes no que diz respeito à dupla PRA3 e não foram observadas com a mesma consistência para a dupla PRA1. A saber: amplo número de estudantes fornece aportes substantivos ao conteúdo em discussão. No caso específico das duplas, o “amplo” número é caracterizado apenas pelos dois alunos, únicos participantes da atividade, e na dupla PRA3 os aportes de natureza citada foram mais significativos; as contribuições dos estudantes estão em

sintonia com aquelas apresentadas pelos colegas em turnos anteriores, sem consistirem, portanto em comentários isolados. No caso específico da dupla PRA1, o encadeamento das mensagens trocadas não se mostrou tão consistente, diferentemente da dupla PRA3; os estudantes frequentemente expressam envolvimento apaixonado com os temas. Especialmente para o caso da dupla PRA3 o envolvimento foi considerável, enquanto para a dupla PRA1 não se obteve tal constatação; os estudantes continuam engajados nos tópicos por um longo período de tempo. Este último indício de engajamento foi bastante evidenciado para a dupla PRA3, que postergou o final da discussão por um período bem mais longo que a dupla PRA1. Em suma, as atividades fortaleceram os alunos nelas engajados desde o início, aprimorando a qualidade de sua argumentação.

6.2.2. Composição do *Kit* Caso

Na ferramenta *Kit* Caso os estudantes tinham a oportunidade de incluir diversos materiais consultados durante as atividades, seja para a escrita dos textos, seja para a discussão colaborativa. Os materiais envolviam *links* das páginas na Internet ou o anexo de artigos, teses, apresentações, imagens, vídeos etc. A composição de um *kit* com materiais diversificados indica que o aluno consultou diferentes fontes para angariar informações visando à construção de melhores argumentos.

Baseado nisso, é presumível que a dupla classificada com a melhor discussão colaborativa, sob os diversos aspectos analisados, tenha mantido um *kit* de materiais mais diversificado. Bem como se espera que a dupla com as piores classificações em sua discussão, apresente um *kit* de materiais mais limitado. Com essa premissa, os *kits* de materiais dos quatro alunos que compõem as duplas PRA1 e PRA3 foram analisados.

Inicialmente se observa que um aluno de cada dupla não incluiu qualquer material ao *Kit* Caso. Na dupla PRA1, o outro membro da dupla incluiu apenas dois *links* de páginas de Internet. Na dupla PRA3 o outro membro incluiu treze *links*. Cabe destacar que o aluno da dupla PRA3 que não incluiu materiais no *Kit* Caso listou quatro *links* consultados no rodapé de seus textos argumentativos. Apesar de considerar que o local de escrita dos *links* não era o correto, indicado a todos, estes serão somados na análise, elevando-se, assim, a dezessete.

A quantificação desses dados já torna expressiva a diferença entre as duplas. Esta é também significativa ao se analisar o conteúdo das páginas citadas. Na dupla PRA1, o

primeiro *link* corresponde a uma matéria sobre as pesquisas com a técnica do magnetismo aplicada a vazamentos de petróleo e o segundo *link* diz respeito a pesquisas atuais destinadas a minimizar acidentes com vazamento de petróleo no mar, trata-se de uma esponja superabsorvente. Ambas as técnicas são citadas em seu texto inicial e na discussão colaborativa, sendo a técnica do magnetismo parte da solução proposta pela dupla. O outro aluno dessa dupla, que não acrescentou qualquer material ao *Kit* Caso, corresponde àquele que praticou plágio nos dois textos individuais escritos. Apesar de apenas dois *links* claramente revelados dessa dupla, percebe-se que suas informações acrescentaram importante contribuições à discussão, fomentando a argumentação nas possibilidades criadas de propor, contrapor, suportar e refutar cada técnica.

Na discussão de PRA3, conforme mencionado, um aluno indicou quatro *links* e outro treze. Desses, um *link* se repete nas indicações dos alunos. Assim, do total de dezesseis *links* diferentes, seis tratavam de soluções para situações de derramamento de petróleo, seis outros *links* apontavam para páginas com dados sobre a bacia de Campos, a cidade de Macaé ou sobre a produção de petróleo no local. Dois *links* abordavam notícias sobre derramamento de petróleo na região de Macaé. Mais um *link* remetia a métodos de tratamento de esgoto e um último *link* aborda a poluição por petróleo nos ambientes marinhos e costeiros. Este último *link* corresponde a um Trabalho de Conclusão de Curso em Tecnologia em Gestão Ambiental. Os demais *links* correspondem a páginas da prefeitura de Macaé, do Instituto de Energia e Ambiente da USP, do Laboratório de Estudos Avançados em Jornalismo da Universidade de Campinas, da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), da Wikipédia e do portal Brasil Escola. Além de diversos portais de notícias, como por exemplo, o UOL.

A diversidade de materiais observada para a dupla PRA3 sugere o maior interesse desses alunos em buscar evidências que permitissem melhor compreender o cenário e o problema descrito no estudo de caso, além de fundamentar seus argumentos. Na análise das discussões colaborativas, a dupla PRA1 esteve entre as que abordaram menos assuntos, apenas cinco. Já PRA3, foi aquela que tratou de mais assuntos na discussão, onze no total. É natural relacionar as duas informações, depreendendo que uma discussão mediada por alunos que investigam o assunto em pauta, se aprofundando em aspectos a ele relacionados, e que buscam diferentes abordagens, tende a trazer contribuições mais ricas em termos da estrutura argumentativa e da qualidade conceitual.

Furberg e Ludvigsen (2008) destacam a importância que atividades dessa natureza proporcionam à aprendizagem dos alunos, superando as fronteiras dos livros didáticos. De fato, a atividade descrita nesta tese permitiu aos alunos o acesso e a construção de conhecimentos para além daqueles previstos nos livros didáticos e currículos. Ainda segundo Furberg e Ludvigsen (2008), é preciso melhorar a compreensão existente sobre as tarefas de caráter “aberto”, realizadas tanto em salas de aula como em ambientes onde o suporte de computador é fornecido. Em muitos países tais atividades fazem parte do que se chama de educação moderna.

Diante do exposto é possível constatar que o teor do *Kit Caso*, no que diz respeito à sua qualidade e diversidade, é relevante e influente para a qualidade da argumentação. Amplia-se, assim, a resposta à questão de pesquisa sobre *quais aspectos que se mostraram mais relevantes e influentes para a qualidade da argumentação?*

6.2.3. Discussão colaborativa no Fórum

Após indicar o engajamento nas atividades individuais iniciais e a constituição do *Kit Caso* como aspectos relevantes para a qualidade argumentativa ao longo da discussão de uma dupla, aqui é analisada a própria discussão, com seus encaminhamentos e tendências, observados.

Inicialmente são retomadas as seguintes informações: a dupla PRA1 teve apenas sete mensagens, enquanto PRA3 teve mais que o dobro, quinze. Novamente, os alunos da dupla PRA1 não cumpriram com a tarefa prescrita, já que foram solicitadas pelos menos cinco mensagens por cada aluno na discussão. PRA3, por outro lado, superou esse mínimo em 50%. Porém, é fundamental se observar o conteúdo dessas mensagens além da visão quantitativa que faz sobressair PRA3.

A primeira mensagem de cada discussão foi submetida pelo pesquisador. Ela faz um breve resumo das soluções apontadas individualmente e orienta as atividades. No caso, manter uma discussão, na qual cada um argumente em defesa de sua solução e no sentido de contrapor a solução do parceiro de dupla até alcançarem uma solução unificada. Na mesma mensagem o pesquisador acrescenta o texto e diagrama individual dos dois alunos envolvidos. A partir dessa mensagem é desencadeada a discussão. Em ambos os grupos as

duas mensagens iniciais correspondem ao primeiro posicionamento de cada aluno. Estas estão apresentadas no Quadro 28 para a dupla PRA1.

Quadro 28 - Mensagens iniciais da discussão da dupla PRA1.

Aluno A PRA1 Mensagem #1	Olá Aluno B, Creio que a técnica por você sugerida não seria completamente eficiente quanto a técnica do magnetismo. A contenção da mancha é necessária, mas o bombeamento por você sugerido não eliminaria a mesma quantidade de óleo que a técnica do magnetismo, pois as partes que já estariam diluídas, mas não decompostas, poderiam ainda ser separadas através de uma atração eletromagnética.
Aluno B PRA1 Mensagem #2	Olá Aluno A, Eu escolhi a técnica de contenção e retirada mecânica, e também a limpeza de ambientes costeiros manualmente, utilizando materiais absorventes somente para limpeza no estágio final. As barreiras de contenção servem para conter derramamentos de petróleo e derivados, concentrando, bloqueando ou direcionando a mancha do óleo para áreas menos vulneráveis ou mais favoráveis ao seu recolhimento. A contenção trabalha juntamente com a remoção da mancha, utilizando uma série de equipamentos como “skimmers”, barcas recolhedoras, cordas oleofílicas, caminhões vácuo, absorventes granulados, entre outros. Essa técnica afeta menos o ambiente, pois não ocorrem mudanças às características de habitat, alteração ao crescimento de microrganismos, fisiologia e comportamento de indivíduos ou populações. O que você acha das suas técnicas escolhidas?

Na discussão de PRA1 a mensagem de abertura é do aluno A. Ele identifica que o aluno B se referiu à contenção da mancha de óleo, seguido de bombeamento e discorda dele. O aluno A alega que a contenção é necessária, mas que a retirada por técnicas de magnetismo é mais eficiente. Essa contraposição não é acompanhada de outros componentes argumentativos que melhor estructure tal posicionamento. Por exemplo, não há dados que fundamentem ou garantam como se dá essa alegada maior eficiência. Em seguida, o aluno B, em sua primeira mensagem, esclarece sobre seu argumento, acrescenta justificativa e garantia a respeito das consequências ambientais, e finaliza questionando sobre o argumento de seu parceiro. Importante observar que em momento algum o aluno B tece qualquer comentário sobre a solução do aluno A.

O Quadro 29 apresenta as duas primeiras trocas de mensagens da discussão da dupla PRA3, envolvendo três mensagens.

Quadro 29 - Mensagens iniciais da discussão da dupla PRA3.

Aluno A PRA3 Mensagem #1	<p>Oi Aluno B!</p> <p>Li a sua dissertação, e não concordo com o uso das bactérias para degradar o petróleo derramado. O uso de magnetismo se mostra muito mais eficiente por permitir que o petróleo seja reaproveitado, dando uma vantagem econômica.</p> <p>Além disso, a busca por uma espécie de bactéria que degrade totalmente o petróleo ainda está se desenvolvendo. O uso de magnetismo não deixa nada de resquícios no mar.</p>
Aluno B PRA3 Mensagem #2 e #3	<p>Oi Aluno A,</p> <p>Eu também li sua dissertação e não acho que o método escolhido por você seja muito prático, pois, primeiramente, há todo um processo para a produção dos polímeros magnéticos que deve ser realizado, e isso requer tempo e estudos e como você mesmo disse. Esses polímeros irão aglutinar o petróleo, sendo assim, a sua reutilização é questionável. O método também aparenta não ser barato, mesmo que os polímeros produzidos sejam provenientes de uma fonte abundante em nosso país, toda a estrutura necessária para a retirada, a magnetização do petróleo, teria que ser de acordo com o tamanho do derreamento, e a estrutura com o ímã, o equipamento para suspender o mesmo e para poder retirar o petróleo aparentemente deve ser algo enorme e caro.</p> <p>Uma vez que esse método proposto por você não está 100% em prática, ainda está sendo desenvolvido e melhorado, a sua utilização seria feita como testes experimentais e como o Caso de Macaé é bem grave, precisamos de algo imediato, simples e barato.</p> <p>A respeito do minha escolha: As bactérias que eu pensei em utilizar são aquelas já utilizadas em técnicas de degradação microbiológica do petróleo, bactérias que existem já na natureza e que são responsáveis pela decomposição natural do mesmo. O uso delas seria após a retirada mecânica do petróleo com a técnica da trincheira dupla, elas seriam jogadas nos resquícios de petróleo que não foram recolhidos e assim degradariam o petróleo, sem danos ambientais, pois apenas estariam acelerando um processo natural do ecossistema.</p>

Na discussão de PRA3 a mensagem que abre a discussão é a do aluno A. Ele contra-argumenta o aluno B alegando ser a técnica por ele proposta menos eficiente tecnológica e economicamente que o uso do magnetismo. Acrescenta uma justificativa à sua contraproposição no sentido de apontar que a técnica que envolve microrganismos ainda está em desenvolvimento. O aluno B, por sua vez, contra-argumenta o aluno A amparado em diversas justificativas e garantias. Ele alega que o reaproveitamento do petróleo, apontado como um benefício da técnica, é questionável, assim como a viabilidade econômica da solução. Ele defende que estudos continuem sendo feitos sobre a técnica do magnetismo, mas que não seria a mais adequada. O aluno B divide sua resposta em duas mensagens, as de número dois e três na discussão. Na segunda, ele faz um esclarecimento sobre seu argumento, explicando as situações em que sua proposta é válida. Cabe ressaltar que essa posição é, em parte, diferente da que o aluno havia apresentada no texto individual inicial, o qual foi lido

para formação das duplas. Por essa razão há diferenças entre o texto dessa mensagem e a informação contida na Tabela 16.

A primeira troca de mensagens entre os alunos, nas duas duplas, dá o tom das discussões. Enquanto PRA1 fez uma rodada de contraproposições isolados, PRA3 buscou articular contraproposições a outros componentes argumentativos que pudessem aumentar o grau de confiança. A segunda rodada de troca de mensagens deixa isso ainda mais em evidência. O Quadro 30 exibe as duas mensagens intermediárias da discussão de PRA1.

Quadro 30 - Mensagens da discussão da dupla PRA1.

Aluno A PRA1 Mensagem #3	Sobre as técnicas que sugeri, creio que a técnica relacionada à esponja superabsorvente, apesar de ter um custo extremamente alto, é válida para que a remoção seja rápida e eficaz, pois em um derramamento de petróleo o principal objetivo, independente dos custos, é a remoção do resíduo sem que o ambiente seja prejudicado. Quanto à técnica do magnetismo, é preciso utilizar o detergente para a dispersão do óleo, porém, como a retirada seria feita através de uma atração eletromagnética, a retirada do resíduo seria de praticamente 100%, não restando detergente e nem óleo.
Aluno B PRA1 Mensagem #4	Apesar de concordar que a remoção do resíduo deve ser realizada sem prejudicar o ambiente, o custo deve ser levado em consideração para que os governos tenham acesso à técnica de retirada, por isso, outros métodos que são lentos, mas tão eficientes quanto este, deve ser escolhido. Não adianta criarmos soluções para o derramamento de petróleo, que não poderá ser aplicado devido à falta de verbas para sua realização. A técnica do magnetismo é uma boa opção, complementa o meu plano de contenção e retirada mecânica, e também a limpeza de ambientes costeiros manualmente quando necessário. A escolha da técnica da retirada mecânica pode ser pelo método do magnetismo.

Na dupla PRA1 a discussão iniciada pelas duas mensagens apresentadas anteriormente continua com visões pessoais do aluno A, dizendo que crê que apesar dos altos custos, a técnica deve ser empregada, pois em um derramamento de petróleo não se deve priorizar os custos. Além disso, esclarece alguns pontos sobre a técnica proposta, sem apontar fontes ou justificativas que permitam dar maior sustentação ao argumento. O aluno B, na sequência, reapresenta sua proposição inicial indicando a possibilidade de as soluções serem complementadas e rebate a informação sobre o custo não ser relevante para o processo. Mas uma vez, os argumentos se filiam às opiniões dos alunos somente.

A segunda rodada de discussão da dupla PRA3 compreende cinco mensagens, conforme apresentado no Quadro 31.

Quadro 31 - Mensagens da discussão da dupla PRA3.

<p>Aluno A PRA3</p> <p>Mensagem #4, #5 e #6</p>	<p>Como você pode ver na minha dissertação, o método é barato sim, segundo as pesquisas realizadas pela UFRJ. Lógico que seriam necessários investimentos iniciais, mas depois de feitos, a extração seria bem mais barata.</p> <p>A reutilização é também viável, como mostra a pesquisa. Vale lembrar que a pesquisa tem sido realizada por diversas faculdades renomadas, inclusive pela faculdade de Bristol, que testou o método inclusive de reaproveitamento, tanto do petróleo QUANTO dos polímeros. A produção de polímeros, portanto, não seria um problema depois dos investimentos iniciais.</p> <p>A estrutura com o ímã seria de mesma dimensão do barco necessário para se despejar as bactérias sobre a mancha. Ou como você iria colocar elas lá? Fora que o cultivo, manuseio e estoque de microrganismos exigem profissionais específicos, é caro e pode trazer riscos ambientais.</p> <p>Volto a afirmar que o uso do magnetismo seria a implantação de uma nova tecnologia, mas que já vem sendo testada faz tempo.</p> <p>O uso da biorremediação vem sendo utilizado em vários desastres ambientais, de fato. Mas é um método arcaico, e pouco eficiente, como mostram os estudos. Ainda não se desenvolveu uma espécie de bactéria que consiga degradar todo o petróleo, então sempre vai haver resquícios prejudiciais ao meio ambiente.</p> <p>O uso do magnetismo não deixa resquícios, sendo esse uma vantagem do método. Outras vantagens seriam a sustentabilidade e viabilidade da produção dos polímeros. Fora que é um método barato, após os investimentos iniciais.</p> <p>Quanto ao uso das trincheiras duplas: o que seria feito com a trincheira utilizada para absorver o petróleo? Ela pode ser reaproveitada? Ou vai ser descartada?</p> <p>Não consigo pensar em nenhum meio de descarte que não comprometa o meio ambiente, já que os métodos mais comuns seriam de queima ou aterro.</p>
<p>Aluno B PRA3</p> <p>Mensagem #7 e #8</p>	<p>Eu concordo com você sobre a inovação da técnica e de suas vantagens, o problema é que esse projeto ainda se encontra em laboratório, e para uma ação imediata e de larga escala, levaria um tempo que possivelmente novos derramamentos possam a ocorrer e só acumular o problema.</p> <p>Comparando as estruturas, acho que um barco com um tanque de microrganismos seria mais barato, leve e compacto que um barco com um ímã gigante que possua também, um tanque para armazenamento e uma estrutura enorme de "alavanca" para o ímã captar o petróleo.</p> <p>É cientificamente comprovada a biodegradabilidade do petróleo, por isso não é necessário criar bactérias específicas para tal substância, uma vez que microrganismos decompositores de polímeros são produzidos em larga escala e possuem o mesmo efeito sobre ele.</p> <p>Sobre a reutilização: acredito sim que com o seu método consigamos reutilizar tanto o polímero como o petróleo, mas como você disse, é preciso investimentos iniciais. A trincheira dupla faz o uso de uma barreira polimérica que absorve/adsorve o petróleo, e realmente seria necessário pesquisar se essa barreira permite a reutilização do material, pois descartá-la no meio ambiente realmente não é uma opção.</p> <p>Poderíamos pesquisar polímeros que captem o petróleo e que possamos retirá-lo depois. Se conseguirmos achar algo, o petróleo seria captado, sem nenhuma alteração química e assim poderia ser reutilizado sem um tratamento caro e demorado.</p>

Possivelmente por serem textos longos, os alunos acabaram dividindo o texto em duas ou três mensagens. O aluno A inicia fazendo menções a pesquisas realizadas em universidades sobre o tema, o que permite a articulação de informações sobre custo, viabilidade e impacto ambiental. Os textos abordam variados componentes argumentativos, além de questionar a proposta de seu parceiro. Em seguida, o aluno aponta argumentos contrários à solução de seu parceiro e favoráveis à sua solução e encerra fazendo novos questionamentos que possibilitam fomentar a discussão. O aluno B, então inicia suas respostas concordando com parte do que o aluno A sugere, mas traça alguns comentários contrários à proposta do outro aluno, que julga ainda ser restrita ao âmbito laboratorial e evoca conceitos “cientificamente comprovados” para sustentar os argumentos favoráveis à sua proposição. Por fim, solicita que iniciem uma pesquisa por materiais capazes de absorver o petróleo e que permitir o seu reaproveitado.

Duas observações ficam ainda mais destacadas nas mensagens produzidas pelos alunos das duas duplas. Em PRA1 é recorrente a opinião pessoal, sem consulta a materiais originários de fontes fidedignas que subsidiem os posicionamentos assumidos e o apoio buscado nas propostas escritas nos próprios textos iniciais. Em PRA3 é caracterizada o uso de referências fidedignas em suporte aos componentes argumentativos e o reconhecimento da necessidade de buscar novas informações e técnicas. Existe um descolamento das propostas iniciais e a geração de questionamentos entre os alunos, que ajuda a fomentar a produção de novas mensagens e a continuidade da discussão.

Passada essa fase inicial de troca de mensagens, o Fórum da dupla PRA1 ficou cerca de duas semanas sem receber qualquer mensagem, o que levou o professor da disciplina a fazer a seguinte intervenção: “a discussão da dupla que discute acerca das barreiras flutuantes e técnicas de magnetismo está interessante. Aspectos ambientais e econômicos foram levantados. No entanto, procurem adicionar aspectos científicos aos argumentos. Seria interessante chegar a uma solução consensual na aula de quarta”. Após essa intervenção, apenas outras três mensagens foram produzidas (Quadro 32).

Quadro 32 - Três últimas mensagens da discussão da dupla PRA1.

Aluno A PRA1 Mensagem #5	Concordo com você Aluno B, apesar de ainda não estar completamente convencido de que o aspecto financeiro interferiria de tal forma na decisão da técnica. Para uma opção de técnica, vejo que a união das duas ideias citadas, contenção mecânica e retirada através da técnica do magnetismo, seria a melhor opção.
Aluno B PRA1 Mensagem #6	Olá Aluno A Já que concordamos em solucionar o problema com as técnicas de contenção mecânica e retirada através da técnica do magnetismo, vamos procurar aspectos científicos, que comprovem a eficiência da nossa técnica, para escrever nosso texto argumentativo. Já que percebemos que essa foi a melhor solução nos aspectos ambientais e econômicos.
Aluno A PRA1 Mensagem #7	Aluno B, Estava pesquisando e concluí que a técnica do magnetismo pode contribuir para a melhor compreensão do uso de técnicas magnéticas para limpeza, mistura de substâncias etc. A retirada pode ser utilizada para fins de pesquisa também, assim, unindo o útil ao agradável.

Fica evidente nas mensagens presentes no Quadro 32 que após a intervenção do professor, os alunos se preocuparam em finalizar imediatamente a discussão. Assim, o aluno A logo abriu mão de sua solução dizendo que concordava com a de seu parceiro, mesmo alegando não estar convencido totalmente disso. O aluno ainda salienta que é necessário buscar argumentos científicos para complementar a proposta de solução. O aluno A, então, aparentemente realiza tal pesquisa. Após essas mensagens o professor fez nova intervenção, na qual, dentre outros encaminhamentos, escreve que “Na aula de hoje é necessário que vocês finalizem a discussão sobre o caso”. No entanto, o aluno B responde “O nosso fórum já foi finalizado com a decisão de utilizarmos a técnica de contenção mecânica e retirada através da técnica do magnetismo”. Essa mensagem não foi contabilizada. Porém, percebe-se a decisão dos alunos em finalizarem a discussão no estágio em que se encontrava com baixo aprofundamento nas vantagens e limitações de cada técnica, suas implicações e possibilidade. A discussão se resumiu a quatro mensagens trocadas, duas por aluno, a respeito de seus próprios textos iniciais, e à unificação das soluções, após o professor solicitar que retomassem a discussão.

Na discussão da dupla PRA3, após as mensagens iniciais listadas no Quadro 31, o aluno B incluiu mais uma mensagem em que apresenta uma técnica desenvolvida em uma universidade americana. Na mensagem o aluno apresenta a referência a respeito de uma esponja absorvente. Na sequência, o professor intervém apenas para comunicar que a discussão está muito interessante e que estão tratando de técnicas relevantes e apontando

aspectos econômicos, científicos e ambientais. A discussão continuou normalmente com mais seis mensagens, das quais três estão listadas no Quadro 33.

Quadro 33 - Três mensagens da discussão da dupla PRA1.

Aluno B PRA1 Mensagem #10	Nossa, Aluno A, esse material de Nanotubo realmente é sensacional! Pelo que eu sei também o Brasil vem desde 1991 pesquisando sobre o nanotubo de carbono, as pesquisas estão bem avançadas, e sua produção também. Mas eu pensei: 'será que não fica caro?'. Eu achei esse site: Link que diz que os nanotubos podem ser produzidos a partir dos gases emitidos na queima da cana de açúcar, na produção do etanol que é a menina dos olhos da economia brasileira, né? :) Então acho que seria uma opção utilizarmos as trincheiras com esse material e utilizarmos a biorremediação para retirar o que não for removido, se ainda sobrar algo com essa esponja de nanotubos. e enquanto isso a técnica do magnetismo vai sendo aprimorada e desenvolvida, para ser aplicada em futuras catástrofes.
Aluno A PRA1 Mensagem #13	Eu que sugeri isso! Haha Eu pensei em colocar em volta da tubulação também, mas acho que a tubulação seria muito extensa e o custo seria muito alto. Fora que muito do material não seria utilizado no caso de derramamento, sendo de baixa utilidade. Mas acredito que não seria POSSÍVEL, já que o material tem densidade muito baixa, e o empuxo sobre o material seria muito grande, deixando muito instável. Então acho que o melhor seria colocar uma plataforma na superfície mesmo.
Aluno B PRA1 Mensagem #14	Então tá. Utilizaremos embarcações que recolherão o petróleo na superfície. Concluindo: - será produzido os nanotubos de carbono para utilizarem como materiais absorventes da trincheira - o petróleo recolhido poderá ser reutilizado facilmente - será utilizado a técnica da biorremediação para eliminar os resquícios - enquanto isso as técnicas do magnetismo estarão sendo desenvolvidas para serem aplicadas posteriormente.

O aluno B, após ler o material proposto por seu parceiro, elogia a qualidade e busca complementar a pesquisa com novas referências, ampliando o debate, verificando a viabilidade e propondo novas abordagens. A proposição feita na mensagem remete às novas pesquisas realizadas, aprimorando as abordagens iniciais. Algumas mensagens adiante na discussão, o aluno A mobiliza diversos conceitos científicos para finalizar sua argumentação acerca do melhor modelo de solução. O aluno B, então, sintetiza a solução final da dupla em nova mensagem. Eles propõem um material à base de nanotubos de carbono nas barreiras de contenção em torno da mancha de óleo, as quais não teriam a função única de conter a mancha, mas de absorvê-la. Além disso, alegam que o petróleo absorvido pode ser reaproveitado. Os resquícios de petróleo poderiam ser eliminados por biorremediação, enquanto as pesquisas sobre técnicas magnéticas poderiam continuar em curso. Dessa forma, percebe-se a preocupação em todas as fases do processo. A retirada e recuperação do petróleo, o trabalho de finalização da limpeza e as pesquisas para inovações tecnológicas nesse âmbito.

Fica configurado por meio das discussões apresentadas o quanto essa dupla superou a dupla PRA1 em diversos aspectos argumentativos, o que resultou nas análises anteriores de nível de complexidade argumentativa e qualidade conceitual.

Evagorou e Osborne (2013), após análise da argumentação colaborativa de alunos em atividades sociocientíficas, exploraram se havia alguma diferença na qualidade dos argumentos escritos pelas duplas e quaisquer diferenças nas características da argumentação colaborativa. Os autores identificaram quatro principais diferenças a partir de uma dupla bem-sucedida e uma com menor sucesso na atividade. A primeira das diferenças envolve o tipo de mensagens que caracterizou as interações entre as duplas. A dupla de melhor desempenho envolveu-se em conversa exploratória e negociou uma compreensão compartilhada. Ao contrário, a dupla de menos sucesso centrou-se em uma discussão cumulativa e raramente elaborou perguntas ao longo do processo. Essas características são observadas claramente nos dados apresentados anteriormente. A dupla PRA3 apresentou uma discussão exploratória e negociou constantemente a compreensão e proposição das melhores soluções. Em contrapartida, a dupla PRA1 desenvolveu uma discussão cumulativa, na qual foram somadas as propostas dos dois alunos em uma única, por meio de uma discussão em que quase não houve questionamento mútuo.

A segunda diferença entre a discussão das duas duplas que poderia ter contribuído para o aprimoramento dos seus argumentos é o fato de PRA3 ter se empenhado em fazer perguntas para esclarecer as evidências ou entender as ideias que foram compartilhadas. Novamente, se reforça a definição anterior. Os alunos na dupla PRA3 fizeram diversos questionamentos uns aos outros, fomentando a discussão e a compreensão dos materiais, das técnicas e dos conceitos compartilhados.

A terceira diferença entre as duas duplas em termos de sua colaboração foi que a dupla que alcançou melhores níveis de argumentação discutiu a estrutura de seu argumento em vários episódios ao longo das atividades. Este resultado sugere que os alunos dessa dupla consideram esse aspecto importante na sua tarefa. Sobre a discussão da estrutura do argumento indicada pelos autores como uma habilidade reflexiva fundamental, ela requer uma compreensão mais profunda da tarefa e de seu argumento pelos alunos. Na presente pesquisa essa reflexão foi contemplada em outras atividades posteriores às discussões no Fórum.

Por fim, a quarta diferença entre as duas duplas foi o número de proposições. A dupla de menor sucesso, que não evoluiu em seu argumento final, forneceu menos proposições como soluções para o problema que estavam explorando. De fato, na presente pesquisa, a discussão da dupla PRA1 apresentou oito proposições enquanto a da dupla PRA3 apresentou

catorze. Mas, o número torna-se mais expressivo em termos de contraposição. Foram dezesseis da dupla PRA3 contra apenas duas da dupla PRA1.

Com base nos dados apresentados e em concordância com o trabalho de Evagorou e Osborne (2013), mais elementos podem ser adicionados como resposta à questão de investigação sobre quais os aspectos se mostram mais relevantes e influentes para a qualidade da argumentação. É possível afirmar que a pesquisa por informações e dados, os questionamentos uns aos outros, a negociação de proposições em busca da melhor solução compartilhada e a quantidade de proposições e contraproposições são elementos fundamentais e influentes na qualidade da argumentação colaborativa dialógica.

6.3. Análise global da argumentação colaborativa dialógica: estudos de caso no ciclo 2

A análise das discussões em todos os estudos de caso foi também realizada com o intuito de buscar subsídios para responder de forma mais ampla à questão de investigação *em que medida as atividades didáticas realizadas no ambiente virtual de ensino-aprendizagem favorecem a prática da argumentação?*, tendo sido estabelecidas médias dos totais dos valores gerados após cada classificação de dados.

Os valores apresentados para o estudo de caso PRA correspondem às médias das classificações das discussões das cinco duplas apresentadas em detalhes na seção 6.1. Nos demais estudos de caso, as médias foram também calculadas sobre as classificações de discussões de cinco duplas no estudo de caso *Cana-de-açúcar pelos ares* (CAN). Por sua vez, as médias das classificações para o estudo de caso *Socorro, eu não quero alface!* (SOC) foram obtidas sobre as discussões das quatro duplas que o solucionaram. E, por fim, as médias de classificações do estudo de caso *Idade do plástico* (IDA) foram calculadas a partir das discussões de três duplas, embora este estudo de caso tenha sido solucionado por nove alunos (três duplas e um trio). Foi decidido a não inclusão dos dados do trio nas médias das classificações para manter a consistência da análise comparativa entre os estudos de caso. A análise dessa discussão geraria valores de difícil comparação, uma vez que, por exemplo, o total de mensagens e de UA produzidas por três alunos não pode ser comparado diretamente com um total produzido por dois.

6.3.1. Nível de produção argumentativa

Duas variáveis são consideradas para a definição do nível de produção argumentativa de uma discussão: o total de mensagens nela utilizadas e o total de UA geradas por essas mensagens. Na Tabela 19 são apresentadas as médias dos valores dessas variáveis, além da relação UA por mensagem, para as médias das discussões de cada estudo de caso.

Tabela 19 - Médias do total de mensagens, unidades de análise e a relação entre elas para o estudo de caso PRA, CAN, SOC e IDA.

Estudo de caso	Média dos totais de mensagens por discussão	Médias dos totais de UA por discussão	Média da relação entre os totais de UA/Mensagem
PRA	13,6	50,4	3,71
CAN	13,0	37,8	2,91
SOC	17,3	52,5	3,03
IDA	17,0	62,0	3,63

Inicialmente os dados demonstram que as duplas que resolveram os estudos de caso PRA e CAN apresentaram média em torno de treze mensagens por discussão, enquanto as médias das discussões de SOC e IDA ficaram próximas de dezessete. Essa diferença média de quatro mensagens é significativa, já que representa em torno de 24% de diferença. A maior quantidade de mensagens entre as discussões desses estudos de caso não se traduziu em uma maior quantidade de UA recortadas. Observa-se que os estudos de caso CAN e SOC, apesar de apresentarem uma diferença média em torno de quatro mensagens, mantiveram uma proporção de cerca de três UA para cada mensagem produzida. Assim, as discussões nesses estudos de caso se portaram de maneira próxima quanto à produção argumentativa.

Na sequência, as discussões dos dois outros estudos de caso, PRA e IDA, também possuem uma diferença média entre elas acima de três mensagens por discussão. Porém, a média de UA por mensagem se eleva a uma relação próxima de 3,7. No estudo de caso PRA, analisado de forma individual no tópico anterior, as discussões foram as que produziram a maior relação entre essas variáveis, igual a 3,71.

A observação desses dados mostra que a relação entre total de UA e total de mensagens nas discussões dos estudos de caso CAN e SOC atingiu, em média, o valor de 2,97, ao passo que a mesma média para a mesma relação nas discussões de PRA e IDA gerou o valor 3,67. Esse valor é em torno de 24% mais elevado que o anterior, demonstrando que os

argumentos gerados nas mensagens foram mais longos e permitiram mais recortes de unidades passíveis de análise.

Pelo exposto, as duplas dos estudos de caso PRA e IDA apresentaram um nível mais destacado de produção argumentativa, sendo que, entre elas, as relacionadas ao estudo de caso IDA ampliam ainda mais o destaque. Além de alcançar as maiores relações entre total de mensagens e UA, assim como PRA, elas tiveram também uma das maiores produções de mensagens e a maior quantidade de UA por discussão. Portanto, em torno do estudo de caso estiveram as discussões com os melhores níveis de produção argumentativa. Naturalmente, as discussões do estudo de caso PRA ficaram com a segunda colocação nessa definição.

Entre as discussões dos dois outros estudos de caso, há forte proximidade entre as relações de UA por mensagem, indicando que as duplas envolvidas com esses estudos de caso tenham desempenho próximo quanto à produção argumentativa. O maior total de mensagens nas discussões de SOC gera um maior nível de produção argumentativa para essas duplas frente àquelas que solucionaram o estudo de caso CAN.

Dessa forma, as discussões que mais se destacaram, podendo ser classificadas como ótimas quanto ao nível de produção argumentativa, são aquelas que solucionaram o estudo de caso IDA, com alta quantidade de mensagens e de UA por mensagens. Em seguida, com um desempenho classificável como bom, estão as discussões dos estudos de caso PRA e SOC. Ambas apresentaram ótimo desempenho em algum aspecto, porém regular em outro. Em PRA, a quantidade de mensagens foi menor, porém foi mantido um valor mais expressivo de UA nessas mensagens. Já em SOC houve alta quantidade de mensagens, mas com quantidade menor de UA em cada uma delas. Assim, elas se equivalem nessa análise. Por fim, as discussões do estudo de caso CAN tiveram os mais baixos valores de mensagens e UA por mensagem. Logo, são classificadas, no máximo, como regulares quanto ao nível de produção argumentativa.

Na análise apresentada na seção 6.1 para o estudo de caso PRA duas duplas foram consideradas abaixo de uma produção satisfatória, uma foi regular e duas insatisfatórias. Na média, essas duplas se colocaram em uma posição abaixo apenas das duplas do estudo de caso IDA. Isso reforça o entendimento de que o estudo de caso PRA teve uma produção argumentativa relevante entre os estudos de caso, em torno de 24% superior as duplas que solucionaram os estudos de caso CAN e SOC e similar as melhores, no caso as do estudo de caso IDA.

Encerrada a apresentação dessa análise, de âmbito quantitativo, se avança, na sequência, para as abordagens qualitativas dos dados, apontando para as análises dos níveis de complexidade argumentativa e qualidade conceitual.

6.3.2. Nível de complexidade argumentativa

Após a classificação de cada uma das UA pelas categorias do Quadro 17 foi produzido o gráfico apresentado na Figura 38, que ilustra apenas a quantidade de mensagens classificadas em cada um dos CCA, independente da categoria.

Figura 38 - Distribuição da classificação média das UA pelos CCA.

Inicialmente se observa na Figura 38 que se fossem ligados os topos das barras de cada CCA para cada estudo de caso seriam geradas quatro curvas similares a quatro parábolas. Ou seja, significa que, em um mesmo estudo de caso, os valores aumentam do CCA 0 para o 1, aumentam novamente para o CCA 2, onde atingem o topo, reduzem ao passar para o CCA 3 e reduzem mais ainda ao passar para o CCA 4. As únicas exceções a essas tendências estão no estudo de caso CAN, que reduz do CCA 0 para o 1 e no estudo de caso PRA, que iguala os valores do CCA 3 para o 4.

Conforme observado acima, o CCA 2 foi o mais contemplado pelas discussões em todos os estudos de caso. Esse CCA corresponde àquele em que se localizaram as categorias PROP e FUND. Em razão de esses serem os componentes básicos de um argumento, era previsível que seriam os mais presentes na discussão. A representatividade desse CCA no total de UA analisadas varia de 27,0% em PRA a 46,8% em IDA, passando por 34,9% e 37,1% em CAN e SOC, respectivamente. Isso demonstra forte utilização, nas discussões, da premissa básica do argumento.

O CCA argumentativo 3, o qual agrupa as categorias GARA e REFU, engloba importantes elementos necessários à composição de um argumento. Portanto, são esperadas quantidades de UA nesse CCA próximas às do CCA 2. Contudo, isso foi observado apenas no estudo de caso PRA, quando houve uma aproximação significativa do total de UA no CCA 3 ao CCA 2, indicando a existência, ali, de uma tentativa de apresentar argumentos mais completos na discussão. Quanto aos demais estudos de caso, o total de UA no CCA 3 para as discussões de SOC ficou abaixo da metade do total no CCA 2. Em CAN esse total foi exatamente a metade, e em IDA foi pouco acima da metade. A inclusão de garantias e refutações é necessária, como já dito, para complementar o argumento. Assim, fica evidente que apenas as discussões de PRA contemplaram de uma maneira mais satisfatória esses componentes. As demais duplas, ao não incorporarem com mais frequências esses componentes que validam ou restringem o argumento, podem limitar as discussões a apenas sequências de proposições com seus fundamentos, dificultando a apropriação de habilidades argumentativas em um nível de complexidade mais elevado.

O CCA 4, último da sequência, foi o menos presente entre os argumentos de CAN e SOC e o segundo menos presente em IDA e PRA, sendo este último em um total idêntico ao CCA 3. O CCA 4 congrega os grupos SUPO e CPRO. Novamente as discussões em PRA foram passíveis de maior destaque, uma vez que quantidade significativa de UA foi observada nesse CCA. Nas discussões em torno dos estudos de caso IDA e SOC a média de UA por discussão ficou entre cinco e seis, enquanto no estudo de caso CAN não chegou a quatro. Esses valores reforçam a percepção anterior, de que as discussões enfatizaram a premissa básica do argumento em detrimento dos demais componentes do argumento.

O CCA 1 foi o segundo ou terceiro mais presente em cada discussão. As categorias desse CCA correspondem aos elementos próprios de uma discussão: questionamentos e esclarecimentos. As UA classificadas nesse CCA não expressam qualquer componente argumentativo e aparecem em totais próximos entre as discussões. Do total de UA, a média é

de seis a treze UA por discussões, ou de 13% a 25% das UA nesse CCA. O menor percentual fica com as discussões do estudo de caso IDA, 13,4%, enquanto o maior está com as discussões do estudo de caso SOC, 24,3%, acompanhado de forma próxima por PRA, com 23,8%. É possível admitir que cerca de um quarto da discussão nesse CCA pode ser um percentual excessivo e potencialmente limitador aos componentes argumentativos mais complexos, uma vez que as discussões se concentram nos CCA 1 e 2.

Por fim, UA classificadas no CCA 0 foram verificadas em todos os estudos de caso, com significativa diferença entre eles. Enquanto nas discussões de PRA e IDA, em média, menos de quatro UA nesse CCA estiveram presentes, no estudo de caso SOC foram 6,5 UA por discussão nesse CCA e nas discussões de CAN essa média atingiu 8,4, ou seja, 22,2% de todas as UA das discussões. Isso sugere que as discussões desse estudo de caso dispensaram parcela expressiva do tempo com textos fora da tarefa ou com situações nas quais o aluno direciona e organiza a discussão.

Em contraponto, as médias das discussões em cada estudo de caso permitem observar que aquelas provenientes do estudo de caso IDA foram as mais bem distribuídas pelos CCA de complexidade argumentativa, gerando ênfase sobre os CCA 2, 3 e 4. Assim como visto na análise de produção argumentativa, o IDA também havia sido o de maior destaque, sendo acompanhado pelo PRA, o que torna a acontecer nesse recorte da análise. O estudo de caso PRA também prioriza esses três CCA, mas também o CCA 1. Além disso, a distribuição é feita de maneira mais proporcional, gerando uma quantidade de garantias, refutações, suportes e contraproposições praticamente idêntica à quantidade de premissas básicas. Assim, são essas discussões entendidas como ótimas. Dessa forma, sobram novamente CAN e SOC como os piores da análise, com elevadas quantidades de UA no CCA 0 e reduzidas quantidades nos CCA 3 e 4. Entre as discussões desses estudos de casos, outra vez o CAN se destaca ainda mais negativamente, pois seus dados são menos favoráveis que os de SOC. As discussões de SOC podem ser consideradas como boas, ao passo que CAN deve ser apontado, no máximo, como regular no que tange a distribuições de suas UA pelos CCA e, conseqüentemente, níveis de complexidade argumentativa.

A Figura 39 apresenta todas as categorias definidas anteriormente (Quadro 17) e o total médio de UA das discussões de cada estudo de caso classificadas nessas categorias.

Figura 39 - Distribuição da classificação médias das UA pelas categorias argumentativas.

Iniciando a análise da Figura 39 pelo CCA mais presente nas discussões, o 2, é possível observar que em todos os estudos de caso foram contemplados todas as subcategorias, com uma única exceção da subcategoria proposição com qualificador no estudo de caso SOC. No grupo PROP, inclusive, ficaram as subcategorias proposição sem qualificador e aceitação ou aprovação de um argumento. A diferença entre essas subcategorias em cada estudo de caso não supera 1,5 UA, mostrando o equilíbrio entre as duas subcategorias em cada estudo de caso. Essas subcategorias são aquelas mais comuns na proposição de argumentos, pois representam os momentos em que argumentos são enunciados pela primeira vez e que se concorda com argumentos colocados anteriormente em discussão. Assim, as outras subcategorias desse grupo, aquela em que a proposição é acompanhada de qualificador e aquela em que a proposição remete à mudança de argumento, apareceram em valores bastante modestos: média de UA, entre as discussões, não maior que 0,2 na primeira e não maior que 1,0 na segunda.

No outro grupo de categorias desse CCA, o que envolve os fundamentos de proposições e contraproposições, seguiu-se uma lógica que poderia ser prevista diante dos dados já apresentados. Se no estudo de caso PRA as discussões foram aquelas que mais próximo chegaram os totais de UA do CCA 4 (que contém a categoria CPRO) ao CCA 2 (que contém a categoria PROP), logo esse foi o estudo de caso que mais aproximou os totais de fundamentos de contraproposição ao de fundamentos de proposição. Nos demais estudos de caso as médias de fundamentos de proposição oscilaram tanto em torno do dobro da média de fundamentos de contraproposição em SOC e IDA quanto em torno do triplo, em CAN. Esses valores indicam que na medida em que proposições e contraproposições foram apresentadas na discussão, os estudantes se preocuparam em acrescentar seus fundamentos na mesma proporção.

No próximo CCA argumentativo, o CCA 3, há total predomínio da categoria GARA frente à REFU. As restrições à proposição, que configuram as refutações, aparecem apenas três vezes, duas como refutação de proposição em SOC e IDA e uma como refutação de contraproposição em CAN. Todavia, os totais médios dessas ocorrências variam de 0,2 a 1,7 UA. Dessa forma, todas as demais menções ao CCA 3 correspondem à categoria GARA. Assim como ocorreu nos fundamentos, as garantias de proposições prevaleceram frente às de contraproposição. Ambas as categorias apareceram nas discussões dos quatro estudos de caso na relação de 55% a 170% mais garantias de proposição em relação às de contraproposição. Finaliza a categoria GARA, a subcategoria de suportes sem explicitação de fontes, que será abordada juntamente com o CCA 4, a seguir.

Um dos grupos de categoria do CCA 4 é o de SUPO. Ele é composto pelas subcategorias de suporte com explicitação de fontes e de esclarecimento à contraproposição com suporte. Sobre essa última subcategoria citada, a média de ocorrência foi de 0,3 UA por discussão no estudo de caso IDA, de 0,8 no PRA, de 2,0 no SOC e zero no CAN. Esses números demonstram a dificuldade dos alunos de responder a uma contraproposição incluindo suportes que possam respaldar o argumento. A mesma dificuldade se observa na outra subcategoria do grupo, os suportes com explicitação de fontes apareceram com a média de 1,2 UA nas discussões do estudo de caso PRA. Nos demais três estudos de caso, essa média foi de apenas 0,2 ou 0,3. Os suportes sem explicitação de fontes, contida na categoria que a representa dentro da categoria GARA, tiveram suas médias pouco superiores a essas: 2,2, 1,2, 0,5 e 3,0 para os estudos de caso PRA, CAN, SOC, IDA, respectivamente. Apesar de os valores de suportes ainda serem baixos, os sem explicitação de fontes ficam, pelo menos, próximos ao dobro dos com explicitação de fontes em cada estudo de caso. Isso novamente evidencia a dificuldade de os estudantes, além de incorporar suportes, explicitar suas fontes de maneira clara.

A outra categoria pertencente ao CCA 4 é de CPRO. As duas subcategorias que o compõem são observadas em todos os estudos de caso, em valores relativamente próximos, única exceção se faz com o estudo de caso CAN em que as contraproposição de fundamento aparecem cerca de três vezes mais que a de tese. Nas discussões dos estudos de caso PRA e SOC também houve essa ordem de ocorrências, embora em uma proporção de diferença menor. Já com o estudo de caso IDA, as contraproposições de tese foram maioria, apesar de a diferença ter sido pouco relevante. A produção de contraproposições exige maior complexidade argumentativa e, devido à quantidade de mensagens das discussões, a quantidade média de contraproposições já observada anteriormente para PRA, média de 8,6 UA por discussão, foi considerada satisfatória. Ainda mais se observado o fato dessas discussões apresentarem uma das menores médias de mensagens por discussão. Por essa razão não se pode considerar satisfatória as discussões dos demais estudos de caso, em que o total de contraproposições variou de 2,6 a 5,0 UA por discussão. Novamente, o destaque negativo fica no estudo de caso CAN, responsável pela média 2,6.

No CCA 1, que reúne os elementos próprios de um diálogo, os questionamentos e esclarecimentos, já havia sido observado que nas discussões de PRA e SOC eles representaram cerca de um quarto do total das UA recortadas. É possível observar agora que essas UA se distribuíram por todas as seis subcategorias de maneira próxima. Com exceção da

subcategoria questionamento sobre significado nas discussões de CAN e IDA, que não foi observada, e a categoria questionamento de argumento nas discussões de SOC, que apareceu com uma média de 5,8 UA, todas as demais subcategorias em todos os estudos de caso variaram entre 0,5 e 2,8 UA por discussão. Essas quantidades podem ser consideradas como adequadas para permitir uma melhor condução das discussões.

Para finalizar essa análise, o CCA 0, que envolve as categorias não argumentativas, havia se destacado essencialmente nas discussões de CAN e SOC. Contudo, se observa que nenhuma UA entre todos os estudos de caso foi classificada na categoria fora do contexto. Isso indica que os estudantes realmente estiveram focados e empenhados na execução da tarefa. As UA fora do contexto correspondem à interação de socialização e, em grande parte, à categoria de gerenciamento de execução da discussão. Com exceção das discussões dos estudos de caso CAN e SOC, em que essas subcategorias apareceram de maneira bastante acentuada, nas demais os valores são coerentes com a necessidade que os alunos possuem nas discussões de incluir mensagens que organizem a sequência de cada discussão para o contexto de discussão desenvolvido.

De forma geral, na análise dos CCA, anteriormente, haviam se destacado as discussões provenientes do estudo de caso IDA, como as mais bem distribuídas pelos CCA de complexidade argumentativa. Em seguida, o estudo de caso PRA se apresentou com discussões bastante satisfatória e equilibrada entre os CCA. Os destaques negativos recaíram sobre as discussões dos estudos de caso SOC e CAN, especialmente este último. Após avaliar as categorias isoladamente, dentro de cada CCA, novamente se ressalta as discussões de PRA e IDA. Por exemplo, estas foram as que mais produziram garantias, proposições e contraproposições e as que menos produziram UA não argumentativas. Torna-se difícil destacar uma dessas duplas frente à outra em razão de ocuparem as melhores posições nas categorias citadas. Além disso, na categoria SUPO, PRA teve segundo melhor desempenho e IDA o terceiro. Na categoria REFU e FUND, IDA teve os melhores desempenhos, enquanto PRA teve os piores. Por esses fatores, seria possível apontar um sutil melhor desempenho em IDA, mas por revezarem sempre nas primeiras colocações, foram consideradas as discussões de IDA e PRA como ótimas no que diz respeito ao CCA de complexidade argumentativa. De igual maneira, as discussões dos dois outros estudos de caso quase sempre foram as piores avaliadas nas diversas categorias representativas de componentes argumentativos. No entanto, em todos eles as discussões de SOC superam as de CAN, em alguns casos superam inclusive IDA e/ou PRA. Assim, as discussões desse estudo de caso foram consideradas boas nessa

análise. E, por fim, o estudo de caso CAN foi definido como regular no que se refere ao CCA de complexidade argumentativa de suas discussões.

6.3.3. Nível de qualidade conceitual

Este tópico diz respeito à análise do CQC de qualidade conceitual. Para isso, conforme detalhado anteriormente, todas as UA relacionadas a componentes argumentativos, ou seja, das categorias dos grupos FUND, PROP, GARA, REFU, CPRO e SUPO, foram classificadas quanto à natureza do argumento e ao assunto, dentro dessa natureza. Em seguida, aquelas UA de natureza científica, ambiental e tecnológica também foram avaliadas quanto à sua adequação às teorias, leis e princípios inerentes àquele assunto.

Após a primeira etapa de classificação foi gerado o total de dez diferentes naturezas de argumentos e 81 diferentes assuntos. Na Figura 40 é apresentada a distribuição média de ocorrência de cada natureza para as discussões de cada estudo de caso. Foram omitidos os assuntos devido à grande quantidade deles.

Figura 40 - Distribuição da classificação das UA pelas naturezas de argumentos.

No total, em todos os estudos de caso foram identificados argumentos tecnológicos, ambientais, econômicos, científicos e comerciais. Ademais, no estudo de caso PRA se observam argumentos de saúde. No estudo de caso CAN há argumentos de natureza social. No SOC há também argumentos de natureza de saúde e político. E no estudo de caso IDA há argumentos de natureza social, político, cultural e ético. Assim, PRA e CAN se limitam em seis naturezas, SOC em sete e IDA avança até nove.

As discussões dos quatro estudos de caso se estabeleceram principalmente sobre argumentos de natureza tecnológica e, com exceção das discussões de IDA, em segundo lugar a natureza econômica. Ressente-se a falta de uma maior presença de argumentos de natureza científica. A média dessa natureza ficou entre 1,8 e 2,8 UA por discussão.

Pode-se afirmar que os quatro estudos de caso, para ser solucionados, envolviam questão de âmbito tecnológico e industrial. Também, conhecimentos científicos eram necessários para ajudar no projeto tecnológico da solução. A natureza econômica se insere como uma necessidade de se discutir o custo, viabilidade, relação custo-benefício etc. pertinentes às soluções. Com exceção das três naturezas citadas, que apresentaram médias entre os estudos de caso relativamente próximas, suscitando que eles permitiram a produção desses argumentos de maneira similar, observa-se que as demais naturezas de argumentos oscilaram de acordo com o perfil do estudo de caso.

No estudo de caso PRA a natureza que se destaca além das três anteriores é a ambiental. Ela está totalmente imbricada com o problema apontado no estudo de caso, da poluição na praia onde se localiza o porto da cidade de Macaé. No estudo de caso CAN é também a natureza ambiental que se destaca, mesmo que em número menor que PRA. O problema envolvido nesse caso também apontava para questões ambientais associadas ao uso de biodiesel. As demais naturezas de PRA e CAN não passaram de 0,6 a média de UA por discussão. Isso indica que essas naturezas apareceram em razão da colocação de poucos alunos e não de algo sistemático das discussões provocado pelos estudos de caso.

No estudo de caso SOC a outra natureza a se destacar além das três anteriores foi a de saúde com mais de quatro UA por discussão, acompanhada das naturezas ambiental, comercial e política, as três no entorno de duas UA por discussão. Esse estudo de caso buscava uma alternativa de ingrediente à gordura *trans* na fabricação de doces. Pode-se observar que o problema possibilitou a incorporação de variadas naturezas de argumentos: de cunho ambiental, no que se refere ao desmatamento para plantio de oleaginosas, como a palma; de cunho político, no que tange à legislação específica da área; de cunho comercial, a

respeito das estratégias de vendas dos doces; relacionados à saúde, que dizem respeito à própria saúde dos consumidores dos doces sob as novas formulações.

O último estudo de caso, IDA, abarcou nove naturezas, duas delas nos valores de 0,3 UA por discussão. Apesar de claramente representar uma única mensagem em todas as discussões (já que eram três duplas), cabe destacar que são as naturezas cultural e ética, únicas a aparecer em todas as discussões. Das demais, se destaca fortemente a ambiental. O estudo de caso buscava uma alternativa ao uso do PET como embalagem. Grande parte das discussões foi pautada na reciclagem e reutilização, traduzindo em quase treze UA ambientais por discussão. Em seguida, a natureza que mais se destaca é a social, especialmente relacionada com a função dos catadores de lixo reciclável nesse contexto. Por fim, dignas ainda de nota estão as naturezas política e comercial, que se relacionaram com a legislação sobre o tema e alteração de vendas com a adoção de reutilização.

De posse desses resultados, é possível verificar que o perfil dos estudos de caso influencia fortemente quais naturezas serão mais praticadas na discussão, o que demonstra a importância da seleção de bons problemas de caráter sociocientífico. A menor quantidade de naturezas entre as discussões de alguns estudos de caso não se justifica pelo problema, pois os problemas em PRA e CAN, que tiveram a menor diversidade de naturezas de argumentos, também poderiam ser exploradas do ponto de vista da política quanto a legislações e incentivos fiscais. As duplas também poderiam explorar aspectos morais e éticos das soluções propostas, bem como em CAN poderiam tratar de questões de saúde na emissão de poluentes dos diferentes tipos de combustíveis e, em PRA, poderiam abordar diversos impactos sociais provocados pela poluição da orla da cidade. Na análise da seção 6.1 já se havia destacado a pouca diversidade de naturezas de argumentos das duplas que solucionaram o estudo de caso PRA. O mesmo se observa aqui para o estudo de caso CAN. Assim, essas discussões apresentaram uma boa diversidade de naturezas de argumentos, mas ainda distantes de ser considerada ótima.

Em suma, as discussões dos dois outros estudos de caso podem ser consideradas ótimas, ainda que IDA tenha superado SOC na quantidade de naturezas de argumentos.

Encerrada a análise da diversidade de argumentos empregados nas discussões, avança-se à análise da qualidade conceitual. Nela, são retomadas as UA de natureza científica, ambiental e tecnológica e as classificadas de acordo com seu CQC. Conforme descrito no capítulo *Argumentação Colaborativa Mediada por Computador: Quadro Analítico*, o CQC igual a 0 corresponde a UA totalmente incoerente com as normas científicas abarcadas pelo

argumento; CQC igual a 1 representa UA que trata de conceitos tanto coerentes quanto incoerentes quanto às normas científicas; CQC igual a 2 retrata UA que aborda apenas um conceito científico de maneira coerente; CQC igual a 3 diz respeito à UA que versa sobre mais de um conceito científico, sendo todos adequados às normas científicas.

A Figura 41 apresenta o gráfico resultante das classificações das UA das referidas naturezas quanto à média de seu CQC entre as discussões de um mesmo estudo de caso.

Figura 41 - Distribuição das médias das classificações das UA de natureza científica, ambiental e tecnológica pelos valores de CQC para as discussões de cada estudo de caso.

Até o presente estágio da análise as discussões dos estudos de caso PRA e IDA têm invariavelmente se destacado. Nessa análise da distribuição média dos coeficientes de qualidade conceitual das discussões de cada estudo de caso, novamente, isso se observa. Nesses estudos de caso estão os maiores valores para os CQC 2 e 3, os mais elevados. Enquanto esses dois CQC representam 42,0% das classificações de SOC e 49,8% das de CAN, em PRA e IDA elas representam, respectivamente, 58,8% e 54,1%.

O CQC igual a 2 foi o predominante apenas entre as discussões de PRA. Nos demais três estudos de caso o mais frequente foi o 1. O CQC 2 representa os argumentos de natureza científica, ambiental e tecnológica que exibiam coerência frente aos princípios, leis e teorias científicas vigentes. Porém, esses argumentos foram predominantemente apresentados isoladamente, ou seja, sem existir inter-relação entre diversos argumentos em única UA. Espera-se que durante a apresentação de argumentos dessas naturezas os estudantes possam se

concentrar o máximo possível nesse CQC e no seguinte, por também corresponder a argumentos coerentes, porém indicam argumento classificável por mais de uma vez pelas naturezas ambiental, científica e tecnológica de forma coerente. Como já observado, as discussões de PRA e IDA superaram os 54% de argumentos dessas naturezas no CQC 2 e 3. Isso permite depreender que os alunos envolvidos nas discussões desses estudos de caso buscaram se apropriar de maneira mais adequada dos conceitos envolvidos nas soluções para o estudo de caso. O maior destaque fica para IDA, que alcançou a média de 6,7 UA no CQC 3 por discussão. PRA alcançou a média de três por discussão e nos demais estudos de caso não alcançou duas UA.

O CQC igual a 1, conforme mencionado anteriormente, foi o mais presente nas discussões de três estudos de caso. Esse CQC retrata as UA com argumentos não totalmente coerentes com os princípios, leis e teorias científicas vigentes. Esse CQC representa 37,3% das UA de PRA. Porém, nos demais estudos de caso ele representa de 46,0% a 51,1% do total. Esses números expressam ainda uma dificuldade de os alunos conseguirem tratar de assuntos de natureza científica, ambiental e tecnológica, empregando uma correta abordagem. Há que se considerar que os alunos estavam no primeiro ano do Curso de Bacharelado em Química.

A predominância de classificações nos CQC 1 e 2 também reforça a percepção de que nas discussões prevaleceram argumentos específicos em torno de um mesmo assunto, seja correto totalmente ou parcialmente. Por fim, no CQC 0, que se refere a argumentos totalmente incoerentes com as teorias científicas vigentes, se observa a inexistência de UA assim classificadas em IDA, apenas 0,3 UA por discussão em CAN e 1,2 e 1,5, respectivamente em PRA e SOC. Isso mostra que raramente um argumento esteve totalmente inadequado, o que é entendido como um aspecto fortemente positivo das discussões.

De maneira geral, é possível verificar que as discussões de PRA e IDA se equivalem. Apesar de IDA ter uma quantidade maior de UA no CQC 1 em relação à PRA, possui uma presença no CQC 3 duas vezes maior. Também se equivaleram as discussões de CAN e SOC, de forma que apresentaram valores bastante próximos em todos os CQC. Porém, essa aproximação se deu em patamares mais baixos que aqueles vistos nos outros dois estudos de caso. Assim, é possível classificar as discussões de PRA e IDA como ótimas, ao passo que as de CAN e SOC como boas, somente quanto ao CQC de qualidade conceitual.

Ao reunir os resultados de todas as análises apresentadas até aqui, é possível gerar a Tabela 20. Esta sintetiza a discussão dos resultados alcançados em cada análise.

Tabela 20 - Síntese da discussão dos resultados alcançados em cada análise.

Análise		PRA	CAN	SOC	IDA
Nível de produção argumentativa		Bom	Regular	Bom	Ótimo
Nível de complexidade argumentativa		Ótimo	Regular	Bom	Ótimo
Nível de qualidade conceitual	Diversidade de naturezas de argumento	Bom	Bom	Ótimo	Ótimo
	Distribuição dos coeficientes de qualidade conceitual	Ótimo	Bom	Bom	Ótimo

A análise da Tabela 20 permite concluir que as discussões produzidas no estudo de caso IDA podem ser tomadas como modelo para as demais, uma vez que alcançaram a classificação ótima em todas as análises. Por sua vez, as discussões do estudo de caso CAN foram as que apresentaram pior desempenho, já que oscilaram nas classificações como regular ou boa, sem ser tomada como ótima em nenhum aspecto analisado. Entre esses dois estudos de caso estiveram PRA e SOC. As discussões de ambos se revezaram entre bom e ótimo nas classificações. Entretanto, é possível atribuir vantagem a PRA, por ter três classificações ótimas, ao passo que SOC teve apenas uma.

Entre as análises efetuadas, a que os alunos melhor se destacaram foi a do nível de qualidade conceitual. Nessa análise, foi observado comportamento bom ou ótimo nas discussões de todos os estudos de caso que, como já discutido, mostrou como os alunos trabalharam de forma adequada os conceitos envolvidos em cada estudo de caso.

A pior análise correspondeu ao nível de produção argumentativa. Nela, se identifica que as quantidades de mensagens e UA produzidas foram compreendidas como ótimas apenas nas discussões de IDA. Nas demais essa produção foi apenas regular ou boa. Possivelmente, algo que contribuiu para esses dados foi o mínimo de dez mensagens por discussão, previamente estabelecido pelo professor. Muitos alunos se fixaram nesse mínimo e não se preocuparam com o tamanho das mensagens.

Por último, a análise do nível de complexidade argumentativa, foi ótima somente nas discussões de PRA e IDA. Nas demais, regular e bom. Como essa análise está ligada à estrutura do argumento, é possível afirmar que na maioria das discussões houve satisfatório entendimento da estrutura de um argumento e de seus componentes.

Na avaliação geral, é viável afirmar que os alunos produziram argumentos científicos, ambientais e tecnológicos, majoritariamente, adequados. Contudo, ao expandir para outras naturezas de argumento, poderiam ser mais diversas as discussões. A produção dos

argumentos poderia ser significativamente melhorada, bem como a diversidade de componentes argumentativos em algumas discussões.

Zemba-Saul, Munford e Crawford (2002) ponderam que apesar do forte apoio à argumentação e ao crescente número de ferramentas de *software* projetadas especificamente para subsidiá-la, sua inserção tem sido rara nas salas de aula de ciências. Nessa perspectiva, reveste-se de importância a resposta à questão de investigação mais ampla desta tese, *em que medida as atividades didáticas realizadas no ambiente virtual de ensino-aprendizagem favorecem a prática da argumentação?*

É possível afirmar que o estudo aqui relatado soma informações relevantes ao portfólio de pesquisas sobre argumentação no ensino de química. Ao seu término, constatou-se que os alunos construíram argumentos, fizeram a organização dos mesmos em diagramas, discutiram e negociaram soluções de problemas, articulando diversos tipos de elementos argumentativos e conteúdos de cunho científico e sociocientífico, além de refletirem sobre suas produções textuais.

As atividades realizadas no eduqui.info, portanto, favoreceram fortemente a prática da argumentação e aprimoraram habilidades argumentativas dos alunos. Tanto a qualidade da estrutura e complexidade do argumento quanto a qualidade e diversidade de conceitos empregados no argumento, para a grande maioria dos grupos, foram satisfatórias e alinhadas com resultados mencionados neste texto, com base em literatura pertinente.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na presente pesquisa foram investigadas questões que permearam o desenvolvimento e a análise de atividades didáticas potencialmente favoráveis à construção de argumentos a partir de interações colaborativas entre alunos de bacharelado em química no ambiente virtual de ensino-aprendizagem eduqui.info, ancorado em um modelo de aprendizagem colaborativa mediada por computador.

A fim de posicionar o desenvolvimento do eduqui.info no contexto das recentes inovações nesse campo de pesquisa, uma revisão bibliográfica foi realizada em periódicos internacionais sobre trabalhos que também se inseriam na interseção entre aprendizagem colaborativa mediada por computador, investigação dos processos de produção da argumentação e o ensino de ciências. Diversos sistemas computacionais e estratégias de ensino emergiram da revisão. A leitura dos trabalhos permitiu a construção de parâmetros para o desenvolvimento do eduqui.info e das atividades didáticas.

A partir de uma compreensão ampliada acerca dos conhecimentos já construídos na literatura sobre tais assuntos, foram assumidos referências e definições teóricas que auxiliaram a modelar um desenho metodológico para promover a argumentação de alunos em aulas de química sobre questões de caráter sociocientífico, geradoras de problemas autênticos, conforme definição de Duschl e Osborne (2002), mediada pelo o eduqui.info. O desenho metodológico abarcou ciclos de planejamento, execução e análise.

O ciclo 1 permitiu a obtenção de respostas iniciais às questões de pesquisa e possibilitou o aperfeiçoamento das atividades didáticas, no sentido de fomentar a prática da argumentação. Ademais, favoreceu o aprimoramento do eduqui.info, de forma a caracterizá-lo como um ambiente voltado para a elaboração de argumentos em atividades individuais e colaborativas. Nesse contexto, o ciclo 2, alvo das investigações da pesquisa apresentada nesta tese, manteve o desenho metodológico de planejamento, execução e análise do ciclo 1, embora com adaptações em seu percurso de condução de cada fase.

O estudo contou com 37 alunos de bacharelado em química. Os alunos foram divididos em quatro grupos, sendo que cada um recebeu um estudo de caso sociocientífico, que foi solucionado no eduqui.info por meio de atividades distribuídas ao longo de um

semestre letivo. Para solucionar um estudo de caso os alunos construíram textos e diagramas argumentativos, pesquisaram, discutiram colaborativamente, dentre outras atividades.

A análise das discussões colaborativas exigiu a construção de um quadro analítico que reuniu variáveis capazes de gerar ponderações acerca do nível de produção argumentativa, nível de complexidade argumentativa e nível de qualidade conceitual. Esse quadro analítico foi empregado na análise das discussões colaborativas realizadas por duplas de estudantes.

As discussões provenientes da resolução de um dos estudos de caso foram analisadas de acordo com o referido quadro analítico. Além disso, as análises concernentes a esse estudo de caso foram comparadas, em termos médios, com as avaliações das duplas dos demais estudos de caso. Esse conjunto de análises permitiu a formulação de respostas para as questões de investigação desta pesquisa, *o que se pode afirmar sobre a qualidade estrutural dos argumentos dos alunos? que se pode afirmar sobre a diversidade e qualidade conceitual dos argumentos dos alunos?* As respostas mostraram os avanços protagonizados pelos alunos ao longo das discussões colaborativas quanto à qualidade estrutural e conceitual de seus argumentos.

Além da ampliação do foco das comparações, para todas as duplas, foi também realizado o oposto, ou seja, olhar detidamente para dois casos particulares, de duas duplas, uma com ótimas avaliações de sua discussão e outra com avaliações ruins ou regulares. A análise particular dessas duplas permitiu responder a outra das questões de investigação, aquela que indagava sobre *quais os aspectos se mostram mais relevantes e influentes para a qualidade da argumentação?* Os dados e as comparações com a literatura mostraram que a pesquisa por informações e dados, os questionamentos uns aos outros, a negociação de proposições em busca da melhor solução compartilhada e a quantidade de proposições e contraproposições são elementos fundamentais e influentes na qualidade da argumentação colaborativa dialógica.

Por fim, a pergunta a respeito de *em que medida as atividades didáticas realizadas no ambiente virtual de ensino-aprendizagem favorecem a prática da argumentação?* conduziu à constatação do quanto o eduqui.info, o desenho e percurso metodológico e o quadro analítico propostos nesta favoreceram a prática da argumentação.

O desenvolvimento das várias etapas e fases da pesquisa até o alcance de respostas às questões de investigação engajou os envolvidos no processo em atividades de expressiva complexidade de articulação e organização. Bell e Linn (2000) consideram que projetar e utilizar um *software* educacional em sala de aula representa um empreendimento complexo. É requerida uma grande quantidade de decisões nas fases de conceituação, concepção e

implementação. Dessa forma, um volume considerável de conhecimento foi acumulado, o que permite apontar implicações desta pesquisa, além de limitações e possibilidades futuras.

Primeiramente, toda a pesquisa aqui empreendida é valorizada quanto ao seu propósito. Em um cenário de modelos mais tradicionais e clássicos de educação, a proposta ora em tela busca romper com esses modelos e caminhar em direção a um panorama que permita ao aluno a aquisição de habilidades fundamentais para o entendimento da construção da ciência. Clark e Sampson (2007) lembram que, infelizmente, uma grande barreira para o desenvolvimento das habilidades de argumentação científica dos alunos é a falta de oportunidade de participarem desses tipos de atividades dentro das práticas pedagógicas atuais. Ademais, pesquisas que investigam o discurso de turmas inteiras de ciências mostram que as discussões que ocorrem nas salas de aula são dominadas por uma estrutura centrada nos professores.

Nesse sentido, é possível considerar o papel fundamental da ferramenta Fórum. Nela ocorreram as discussões que permitiram o desenvolvimento argumentativo dos alunos na busca colaborativa de solução para o estudo de caso. Essa ferramenta se apresentou com forte potencial para permitir a maior autonomia dos mesmos para se expressar, em comparação com o que ocorre em salas de aulas tradicionais. Os dados do Fórum também subsidiaram a maior parte das análises. O papel de destaque do Fórum já foi apontado por Bell e Linn (2000), quando afirmaram que a criação de artefatos desse tipo, que permita trocas de informações entre todos os alunos, é essencial para debates produtivos. Os alunos precisam sentir-se confortáveis expressando suas ideias e criticando as ideias dos outros. O professor deve modelar o questionamento apropriado para todos os lados do debate e não assumir abertamente uma posição. Observa-se que o seu papel em estratégias como esta é relevante. Mesmo o aluno tendo autonomia na condução de sua discussão, o professor precisa elaborar problemas que gerem o maior número de possibilidades de respostas e debates, além de estar atento aos encaminhamentos. Ou seja, o professor é um facilitador dos contextos de problematização, discussão e aprendizagem e não alguém que impõe.

Clark e Sampson (2007) admitem que a estrutura de argumentação desejável nem sempre é acompanhada por conteúdo científico normativo conceitual. Em contraponto, na presente pesquisa, dentre os argumentos arregimentados nas discussões, se observou relevante coerência e normatividade às leis e teorias mais aceitas dentro de cada assunto, o que representou um ganho valioso à formação dos estudantes, enquanto futuros bacharéis em química.

Em um estudo com temas pseudocientíficos, Tsai et al. (2015) consideram que a argumentação praticada pelos alunos proporcionou a oportunidade de reconstrução de conceitos, a partir da explicação e avaliação de pontos de vista. Além disso, os alunos obtiveram a capacidade de lidar com situações aplicáveis não apenas a temas específicos, mas também a problemas que encontram em suas vidas cotidianas, exercitando a capacidade de raciocínio e resolução de problemas. Em particular ao contexto do estudo dos autores, essas habilidades de pensamento são importantes para que os alunos possam determinar a plausibilidade de adivinhações, fenômenos paranormais e terapias alternativas que são comumente apresentadas em programas de televisão. Para os propósitos de investigação dos autores, a argumentação e a resolução de problemas foi importante para superar crenças pseudocientíficas dos alunos.

Na pesquisa apresentada na presente tese também foi observada a capacidade de reconstrução de conceitos por parte dos alunos. Em diversas discussões houve do aluno o abandono de suas posições iniciais e encaminhamento de novas proposições à luz das discussões. Essa capacidade é também fundamental para um aluno de bacharelado em química, uma vez que negociar a viabilidade de diversas soluções frente a um problema e optar por uma delas faz parte do escopo de atribuições da profissão.

Ao longo das atividades é natural que os alunos se engajem a elas de formas diferentes. Nas atividades propostas por Choi et al. (2014) parte dos alunos, nas discussões *on-line*, estavam ativamente envolvidos na argumentação, incluindo diferentes componentes como forma de estruturar suas proposições. Porém, cerca de 15% deles contribuíram com apenas uma mensagem. O fato de nesta pesquisa os alunos terem discutido em dupla, favoreceu o engajamento de todos. Por outro lado, não impediu que alguns alunos ou duplas apresentassem desempenho inferior à média. Evagorou e Osborne (2013) também tratam desse assunto, indicando que podem ocorrer duplas que empreendem um esforço conjunto menor para resolver o problema em estudo. Essa observação se destaca como uma contribuição da presente pesquisa, uma vez que evidenciar que um aluno avança mais que outros nos estudos e as razões para tal é de difícil alcance em cenários educacionais em que essas particularidades não são consideradas nos planejamentos e avaliações.

Nesse sentido, se ressalta a importância de trabalhos dessa natureza possibilitarem ao professor maior contato com a produção de cada aluno. Tsai et al. (2012) afirmam que durante a discussão no Fórum, as fraquezas e os pontos fortes dos alunos são evidenciados tanto para eles como para o professor. Como resultado, ambas as partes podem determinar onde o argumento do aluno é claramente proposto e bem apoiado e onde não é. À medida que o

professor orienta os alunos, a aprendizagem mais relevante é vivenciada. De fato, nesta pesquisa se constatou, por meio do contato próximo do professor com os alunos ao longo das atividades e por meio das análises, quais as duplas que apresentaram os menores engajamentos e quais aspectos se mostram mais significativos para esse engajamento e para qualidade da argumentação. Portanto, apesar de, como em qualquer outra situação de ensino-aprendizagem, ter-se verificado que algumas duplas avançaram mais rapidamente que outras, o estudo possibilitou que as circunstâncias fossem identificadas e aprimoradas em ciclos posteriores da pesquisa.

Algumas implicações com aspecto de limitação da proposta também foram observadas. Por exemplo, o quadro analítico proposto incorpora diversos aspectos teóricos acerca dos referenciais de argumentação. As codificações exigem certo hábito com tarefas dessa natureza. Uma possibilidade de aperfeiçoar o processo de avaliação é o desenvolvimento da ferramenta Avaliação no eduqui.info. Nela poderiam ser apresentadas ao professor as opções de classificação para cada variável e, automaticamente, ser gerado o conceito de regular, bom ou ótimo para cada análise. Para isso, parâmetros mínimos precisariam ser definidos.

Evagorou e Osborne (2013) apontam como uma limitação do estudo por eles desenvolvido a realização da investigação e análise com apenas duas duplas. Na presente pesquisa houve uma etapa de avaliação comparativa entre duas duplas. Porém, análises mais amplas, no âmbito das dezessete duplas envolvidas, também foram efetuadas, permitindo entendimento mais amplo acerca das atividades.

Uma restrição à adoção mais ampla de recursos e constatações advindas desta experiência, estreitamente relacionada às tecnologias, passa pelas restrições de infraestrutura física e de pessoal em cada instituição ou escola. Essa infraestrutura é fundamental para manutenção da estabilidade do ambiente virtual ao longo de seu uso. Uma possibilidade de superação dessa limitação repousa na disponibilização do eduqui.info para grupos de estudos externos aos desenvolvedores. Essa opção também demanda infraestrutura, mesmo que centralizada, além de adaptações no sistema. Parcerias com grupos de pesquisa ligados às ciências da computação são projetadas, inclusive no sentido de pensar versões do sistema portáteis em celulares.

Possibilidades futuras de investigação, para além da superação de limitações, também foram observadas. Como desdobramentos da pesquisa e sugestões de trabalhos, indica-se primeiramente que novos ciclos possam ser realizados em outras turmas, disciplinas,

contextos e níveis de ensino. Certamente sistematizar a adoção dessas atividades de maneira mais presente e ativa no ensino de química permitirá o amadurecimento de diversos aspectos da proposta de desenho metodológico e de quadro analítico.

Um questionamento realizado por Clark e Sampson (2007) para investigações dessa natureza é *os alunos internalizarão qualquer uma dessas estratégias de argumentação e as usarão sem solicitação em sala de aula?* Essa é uma questão que pode ser respondida com outros ciclos de implementação dessa pesquisa, indo, inclusive, além do contexto da disciplina em um acompanhamento de mais longo prazo. Clark e Sampson (2008) indicam também que quadros analíticos propostos devem passar por discussões constantes, no sentido de apontar para orientações futuras, incluindo a sua adaptação aos contextos de sala de aula. Assim, entende-se que o quadro analítico aqui apresentado, apesar de permitir atingir respostas para as questões investigadas, gera a possibilidade de adaptação em ciclos posteriores da pesquisa.

Nessa mesma perspectiva, Yeh e She (2010) alegam que pesquisas adicionais podem ser úteis para explorar quanto tempo levaria para que os alunos alcançassem seu patamar ótimo na geração de proposições, garantias, suportes e refutações. Conforme se observou nesta pesquisa, algumas discussões apresentaram uma estrutura de componentes argumentativos menos complexos que outras. Embora tenham sido investigados fatores influentes para que ocorram essas diferenças de desempenho, cabem outras pesquisas no sentido de especular após quantos ciclos de resolução de estudos de caso essas duplas de menor desempenho conseguiriam alcançar melhores resultados.

Contribuições como a apresentada nesta tese, que se reporta a contextos nos quais problemas autênticos são empregados a fim de desenvolver a capacidade argumentativa, de acordo com Zemba-Saul, Munford e Crawford (2002), são também importantes para cursos de formação de professores. Dessa forma, o licenciando pode ter contato com diferentes estratégias de ensino em sua formação. Assim, essa é uma possibilidade que se descortina para outras etapas desta pesquisa.

Diante das possibilidades mencionadas de continuidade de investigações em torno da temática aqui abordada, o GPEQSC tem dado prosseguimento aos estudos. Foi finalizada, em 2015, a dissertação intitulada *Casos investigativos de caráter sociocientífico na promoção da aprendizagem colaborativa com suporte computacional no ensino superior de química* (CABRAL, 2015), que tratou das habilidades de comunicação durante a resolução de casos investigativos no Fórum do eduqui.info. Nessa dissertação outros dados são adicionados, como por exemplo, a avaliação dos estudantes sobre a experiência com o eduqui.info a partir

de um questionário.

Além disso, outra dissertação encontra-se em andamento no sentido de investigar a autoria coletiva na construção colaborativa dos textos argumentativos durante a resolução dos estudos de caso. Na investigação em curso, intitulada *Processo de autoria coletiva mediado por computador no ensino superior de química*, se objetiva entender o processo de autoria sobre três perspectivas consideradas cruciais para o processo de autoria coletiva: as condições oferecidas pelo eduqui.info; os aspectos organizacionais e de colaboração; e as relações de autoria presentes nos textos coletivos.

Por fim, Zembal-Saul, Munford e Crawford (2002) afirmam que abordar o aprendizado científico com ênfase na argumentação é complexo e cheio de dificuldades. Contudo, mesmo com os desafios intrínsecos ao processo, é possível concluir que a presente pesquisa acrescentou novas evidências de que a resolução colaborativa de problemas autênticos, neste caso no formato de estudos de caso, mediada pelo eduqui.info, ampliou a habilidade de argumentação dos alunos envolvidos. Se o discurso é importante para a ciência (LATOUR; WOOLGAR, 1997), então a oportunidade de interagir com os próprios pares em um discurso científico torna-se excepcionalmente valiosa. Isso pode ser observado nos resultados deste estudo, no qual se observou que o eduqui.info, como um ambiente virtual de ensino-aprendizagem cuidadosamente estruturado, pode eficazmente engajar os estudantes nesse discurso científico, ampliando sua capacidade argumentativa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMELSVOORT, M. V.; ANDRIESSEN, J.; KANSELAAR, G. Representational tools in computer-supported collaborative argumentation-based learning: how dyads work with constructed and inspected argumentative diagrams. **Journal of the Learning Science**, v. 16, n. 4, p. 485-521, 2007.

ANDRIESSEN, J. Arguing to learn. In: SAWYER, R. K. (Ed.). **The Cambridge handbook of the learning sciences**. New York: Cambridge University. 2006. p. 443-460.

ARISTÓTELES. **Órganon**. 3.ed. São Paulo: Edipro, 2016. 648p.

ARNSETH, H. C.; LUDVIGSEN, S. Approaching institutional contexts: systemic versus dialogic research in CSCL. **International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning**, v. 1, n. 2, p. 167-185, 2006.

AUSTIN, J. L. **How to do things with words**, 2.ed. Cambridge: Harvard University, 1962. 192p.

AZEVEDO, F. S. Personal excursions: investigating the dynamics of student engagement. **International Journal of Computers for Mathematical Learning**, v. 11, n. 1, p. 57-98, 2006.

BAILER, C.; TOMITCH, L. M. B.; D'ELY, R. C. S. Planejamento como processo dinâmico: a importância do estudo piloto para uma pesquisa experimental em linguística aplicada. **Revista Intercâmbio**, v. 24, p. 129-146, 2011.

BAKER, M.; ANDRIESSEN, J.; LUND, K.; AMELSVOORT, M.; QUIGNARD, M. Rainbow: a framework for analysing computer-mediated pedagogical debates. **International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning**, v. 2, n. 2-3, p. 315-357, 2007.

BAKHTIN, M. M. **Speech genres and other late essays**. Austin: University of Texas, 1986. 202p.

BARAB, S. A.; SADLER, T. D.; HEISELT, C.; HICKEY, D.; ZUIKER, S. Relating narrative, inquiry, and inscriptions: supporting consequential play. **Journal of Science Education and Technology**, v. 16, n. 1, p. 59-81, 2007.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. 5.ed. Lisboa: Edições 70, 2009. 280p.

BELL, P.; LINN, M. C. Scientific arguments as learning artifacts: designing for learning from the web with KIE. **International Journal of Science Education**, v. 22, n. 8, p. 797-817, 2000.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Editora Porto, 1994. 337p.

BÖGEHOLZ, S.; BÖHM, M.; EGGERT, S.; BARKMANN, J. Education for sustainable development in german science education: past – present – future. **Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education**, v. 10, n. 4, p. 231-248, 2014.

BOOCH, G.; RUMBAUGH, J.; JACOBSON, I. **UML: guia do usuário**. Rio de Janeiro: Campus, 2006. 500p.

BRASIL. Casa Civil. Ministério da Educação. Lei nº 9394 de 20 de dezembro de 1996. **Diário Oficial da União**, Brasília, 23 de dezembro de 1996. Seção 1, p. 27833-27841.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. CONAMA. Resolução nº 269 de 14 de setembro de 2000. **Diário Oficial da União**, Brasília, 12 de janeiro de 2001. Seção 1, p. 58-61.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação/Câmara de Educação Superior. Parecer CNE/CES nº 1303/2001 de 04 de dezembro de 2001. **Diário Oficial da União**, Brasília, 07 de dezembro de 2001. Seção 1, p. 25.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Parâmetros curriculares nacionais+:** ciências da natureza e suas tecnologias. Brasília: Ministério da Educação, 2002. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em: 23 jan. 2017.

BROWN, P.; BUSHMELEV, A.; BUTTS, C. P.; CHENG, J.; EASTOE, J.; GRILLO, I.; HEENAN, R. K.; SCHMIDT, A. M. magnetic control over liquid surface properties with responsive surfactants. **Angewandte Chemie International Edition**, v. 51, n. 10, p. 2414-2416, 2012.

BROWN, A. L.; CAMPIONE, J. C. Designing a community of young learners: theoretical and practical lessons. In: LAMBERT, N. M.; McCOMBS, B. L. (Ed.). **How students learn: reforming schools through learner-centered education**. Washington: American Psychological Association, 1998. p. 153-186.

CABRAL, P. F. O. **Casos investigativos de caráter sociocientífico na promoção da aprendizagem colaborativa com suporte computacional no ensino superior de química**. 2015. 145f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015.

CARVALHO, A. M. P. Uma metodologia de pesquisa para estudar os processos de ensino e aprendizagem em salas de aula. In: SANTOS, F. M. T. S.; GRECA, I. M. (Ed.). **Pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias**. Ijuí: UNIJUÍ, 2006. p.13-48.

CHOI, A.; HAND, B.; NORTON-MEIER, L. Grade 5 students' online argumentation about their in-class inquiry investigations. **Research in Science Education**, v. 44, n. 2, p. 267-287, 2014.

CHRISTENSON, N.; RUNDGREN, S. C.; ZEIDLER, D. L. The relationship of discipline background to upper secondary students' argumentation on socioscientific issues. **Research in Science Education**, v. 44, n. 4, p. 581-601, 2014.

CLARK, D. B.; SAMPSON, V. D. Assessing dialogic argumentation in online environments to relate structure, grounds, and conceptual quality. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 45, n. 3, p. 293-321, 2008.

_____. Personally-seeded discussions to scaffold online argumentation. **International Journal of Science Education**, v. 29, n. 3, p. 253-277, 2007.

CORVELLEC, H. For a symmetrical understanding of organizing and arguing. **Society and Business Review**, v. 1 n. 3, p. 248-265, 2006.

CRAIG, A. P. L.; SENA, E.; MAGALHÃES, L.; KRAUSE, M. C.; NEVES, P. R.; SILVA, M. J. Técnicas de limpeza de vazamentos de petróleo em alto mar. **Cadernos de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas**, v. 1, n. 15, p. 75-86, 2012.

CRAPEZ, M. A. C.; BORGES, A. L. N.; BISPO, M. das G. S.; PEREIRA, D. C.; Biorremediação: tratamento para derrames de petróleo. **Revista Ciência Hoje**, v. 30, n. 179, p. 32-37, 2002.

CUENCA, M. J. Mecanismos lingüísticos y discursivos de la argumentación. **Comunicación, Lenguaje y Educación**, n. 25, p. 23-40, 1995.

CYSNEIROS, L. M. **Requisitos não funcionais**: da elicitación ao modelo conceitual. 2001. 224f. Tese (Doutorado em Ciências da Computação) – Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.

DAWSON, V. M.; VENNVILLE, G. Teaching strategies for developing students' argumentation skills about socioscientific issues in high school genetics. **Research in Science Education**, v. 40, n. 2, p. 133-148, 2010.

DUSCHL, R.; OSBORNE, J. Supporting and promoting argumentation in science education. **Studies in Science Education**, v. 38, p. 39, 2002.

EEMEREN, F. H. V. A World of Difference: The rich state of argumentation theory. **Informal Logic**, v. 17, n. 2, p. 144-158, 1995.

ENGLE, R. A.; CONANT, F. R. Guiding principles for fostering productive disciplinary engagement: explaining an emergent argument in a community of learners classroom. **Cognition and Instruction**, v. 20, n. 4, p. 399-483, 2002.

ERDURAN, S.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. **Argumentation in science education: perspectives from classroom-based research**. Dordrecht: Springer, 2008. 296p.

ERDURAN, S.; OZDEM, Y.; PARK, J. Research trends on argumentation in science education: a journal content analysis from 1998–2014. **International Journal of STEM Education**, v. 2, n. 5, p. 1-12, 2015.

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.

EVAGOROU, M.; OSBORNE, J. Argue-WISE: using technology to support argumentation in science. **School Science Review**, v. 89, p. 103, 2007.

EVAGOROU, M.; OSBORNE, J. Exploring young students' collaborative argumentation within a socioscientific issue. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 50, n. 2, p. 209-237, 2013.

FERNANDES, G. W. R.; RODRIGUES, A. M.; FERREIRA, C. A. Módulos temáticos virtuais: uma proposta pedagógica para o ensino de ciências e o uso das TICs. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 3, p. 934-962, 2015.

FOLETTTO, E. L.; ROS, S.; CARLESSO, F.; JAHN, S. L. Uso de biomassa como absorvente para a contenção de derramamento de óleo. **Acta Ambiental Catarinense**, v. 6, n. 1, p. 57-64, 2009.

FOUCAULT, M. **Les mots et les choses: une archéologie des sciences humaines**. Paris: Gallimard, 1966. 404p.

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO (FAPESP). Contaminação de rios por petróleo ameaça sobretudo os peixes com respiração aérea, uma antiga vantagem evolutiva. **Revista Pesquisa FAPESP**, edição 87, 2003. Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/2003/05/01/jogo-invertido>>. Acesso em: 23 jan. 2017.

_____. Detergente biológico remove petróleo. **Revista Pesquisa FAPESP**, edição 108, 2005. Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/2005/02/01/detergente-biologico-remove-petroleo>>. Acesso em: 23 jan. 2017.

FURBERG, A.; LUDVIGSEN, S. Students' meaning-making of socio-scientific issues in computer mediated settings: exploring learning through interaction trajectories. **International Journal of Science Education**, v. 30, n. 13, p. 1775-1799, 2008.

GENOVESE, C. L. C. R.; GENOVESE, L. G. R.; CARVALHO, W. L. P. Transgênicos, conformismo e consumo: algumas reflexões para o ensino de ciências. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 8, n. 4, p. 148-157, 2015.

GIJLERS, H.; JONG, T. Sharing and confronting propositions in collaborative inquiry learning. **Cognition and Instruction**, v. 27, n. 3, p. 239-268, 2009.

GIL-PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

GRAVETT, S.; BEER, J.; ODENDAAL-KROON, R.; MERSETH, K. K. The affordances of case-based teaching for the professional learning of student-teachers. **Journal of Curriculum Studies**, v. 49, n. 3, p. 369-390, 2017.

GRICE, H. P. Logic and conversation. In: COLE, P.; MORGAN, J. (Ed.). **Syntax and semantics**. New York: Academic Press, 1975. v. 3, p. 41-58.

HAMBLIN, C. L. **Fallacies**, London: Methuen Publishing, 1970. 326p.

HANSSON, L.; REDFORS, A.; ROSBERG, M. Students' socio-scientific reasoning in an astrobiological context during work with a digital learning environment. **Journal of Science Education and Technology**, v. 20, n. 4, p. 388-402, 2011.

HEGENBERG, L. **Explicações científicas**. São Paulo: Edusp, 1969. 308p.

HEGENBERG, L.; HEGENBERG, F. E. N. **Argumentar**. Rio de Janeiro: E-papers, 2009. 400p.

HERREID, C. F.; PRUD'HOMME-GÉNÉREUX, A.; SCHILLER, N. A.; HERREID, K. F.; Wright, C. What makes a good case, revisited: the survey monkey tells all. **Journal of College Science Teaching**, v. 46, n. 1, p. 60-65, 2016.

HMELO-SILVER, C. E. Problem-based learning: what and how do students learn? **Educational Psychology Review**, v. 16, n. 3, p. 235-266, 2004.

HOADLEY, C. M.; LINN, M. C. Teaching science through online, peer discussions: SpeakEasy in the knowledge integration environment. **International Journal of Science Education**, v. 22, n. 8, p. 839-857, 2000.

HOFSTEIN, A.; EILKS, I.; BYBEE, R. Societal issues and their importance for contemporary science education – a pedagogical justification and the state-of-the-art in Israel, Germany, and the USA. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 9, n. 6, p. 1459-1483, 2011.

HUANG, C.; WANG, Y.; HUANG, T.; CHEN, Y.; CHEN, H.; CHANG, S. Performance evaluation of an online argumentation learning assistance agent. **Computer & Education**, v. 57, n. 1, p. 1270-1280, 2011.

IORDANOU, K.; CONSTANTINOU, C. P. Supporting use of evidence in argumentation through practice in argumentation and reflection in the context of SOCRATES learning environment. **Science Education**, v. 99, n. 2, p. 282-311, 2015.

IVENICKI, A.; CANEN, A. **Metodologia da pesquisa**: rompendo fronteiras curriculares. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2016. 85p

JAMALUDIN, A.; CHEE, Y. S.; HO, C. M. L. Fostering argumentative knowledge construction through enactive role play in Second Life. **Computer & Education**, v. 53, n. 2, p. 317-329, 2009.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. Determinism and underdetermination in genetics: implications for students' engagement in argumentation and epistemic practices. **Science & Education**, v. 23, n. 2, p. 465-484, 2014.

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

JONG, T.; JOOLINGEN, W. R.; GIEMZA, A.; GIRAULT, I.; HOPPE, U.; KINDERMANN, J.; KLUGE, A.; LAZONDER, A. W.; VOLD, V.; WEINBERGER, A.; WEINBRENNER, S.; WICHMANN, A.; ANJEWIERDEN, A.; BODIN, M.; BOLLEN, L.; D'HAM, C.; DOLONEN, J.; ENGLER, J.; GERAEDTS, C.; GROSSKREUTZ, H.; HOVARDA, T.; JULIEN, R.; LECHNER, J.; LUDVIGSEN, S.; MATTEMAN, Y.; MEISTADT, Ø.; NÆSS, B.; NEY, M.; PEDASTE, M.; PERRITANO, A.; RINKET, M.; SCHLANBUSCH, H.; SARAPUU, T.; SCHULZ, F.; SIKKEN, J.; SLOTTA, J.; TOUSSAINT, J.; VERKADE, A.; WAJEMAN, C.; WASSON, B.; ZACHARIA, Z. C.; ZANDEN, M. Learning by creating and exchanging objects: the SCY experience. **British Journal of Education Technology**, v. 41, n. 6, p. 909-921, 2010.

JONSEN A.; TOULMIN S. **The abuse of casuistry**: a history of moral reasoning. Berkeley: University of California, 1988. 432p.

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.

KUHN, D.; SHAW, V.; FELTON, M. Effects of dyadic interaction on argumentative reasoning. **Cognition and Instruction**, v. 15, n. 3, p. 287-315, 1997.

LABORATÓRIO DE BIOPOLÍMEROS E SENSORES (LaBioS). **Teste de remoção de petróleo usando bioresina magnética**. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <<http://www.ima.ufrj.br/laboratorios/laboratorio-de-biopolimeros-e-sensores-labios>>. Acesso em 05 mar. 2014.

LAJOIE, S. P.; LAVIGNE, N. C.; GUERRERA, C.; MUNSIE, S. D. Constructing knowledge in the context of BioWorld. **Instructional Science**, v. 29, n. 2, p. 155-186, 2001.

LARIVIÈRE, V.; HAUSTEIN, S.; MONGEON, P. The oligopoly of academic publishers in the digital era. **Plos One**, v. 10, n. 6, p. 1-15, 2015.

LATOUR, B.; WOOLGAR, S. **A vida de laboratório**: a produção dos fatos científicos. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997. 310p.

LEITÃO, S.; ALMEIDA, E. G. S. A produção de contra-argumentos na escrita infantil. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 13, n. 3, p. 351-361, 2000.

LEMKE, J. L. **Aprender a hablar ciencia**: Lenguaje, aprendizaje y valores. Barcelona: Paidós, 1997. 268p.

LIN, H.; HONG, Z.; LAWRENZ, F. Promoting and scaffolding argumentation through reflective asynchronous discussions. **Computer & Education**, v. 59, n. 2, p. 378-384, 2012.

LINN, M. C. Designing the knowledge integration environment. **International Journal of Science Education**, v. 22, n. 8, p. 781-796, 2000.

LINN, M. C.; CLARK, D. B.; SLOTTA, J.D. WISE design for knowledge integration. **Science Education**, v. 87, n. 4, p. 517-538, 2003.

LOPES, R. J. Bactérias eletrizantes. **Revista Pesquisa FAPESP**, edição 167, 2010. Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2012/09/044-047-167.pdf?24a723>>. Acesso em: 23 jan. 2017.

LU, J.; ZHANG, Z. Scaffolding argumentation in intact class: integrating technology and pedagogy. **Computers & Education**, v. 69, p. 189-198, 2013.

LUND, K.; MOLINARI, G.; SÉJOURNÉ, A.; BAKER, M. How do argumentation diagrams compare when student pairs use them as a means for debate or as a tool for representing debate? **International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning**, v. 2, n. 2-3, p. 273-295, 2007.

MEANS, M. L.; VOSS, J. F. Who reasons well? Two studies of informal reasoning among children of different grade, ability, and knowledge levels. **Cognition and Instruction**, v. 14, n. 2, p. 139-179, 1996.

MERSETH, K. K. Case studies and teacher education. **Teacher Education Quarterly**, v. 17, n. 1, p. 53-62, 1990.

MIRANDA, L. S.; ANJOS, J. A. S. A.; MOREIRA, I. T. A. Avaliação de tecnologias de remediação em zonas costeiras impactadas pela indústria de petróleo. **Revista Eletrônica de Energia**, v. 4, n. 1, p. 19-37, 2014.

MONTESERIN, A.; SCHIAFFINO, S.; AMANDI, A. Assisting students with argumentation plans when solving problems in CSCL. **Computers & Education**, v. 54, n. 2, p. 416–426, 2010.

MORTIMER, E. F. As chamadas e os cristais revistados: estabelecendo diálogos entre a linguagem científica e a linguagem cotidiana no ensino de ciências da natureza. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (Ed.). **Ensino de química em foco**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010. p. 181-208.

MUNNEKE, L.; ANDRIESSEN, J.; KANSELAAR, G.; KIRSCNER, P. Supporting interactive argumentation: influence of representational tools on discussing a wicked problem. **Computers in Human Behavior**, v. 23, n. 3, p. 1072-1088, 2007.

NACHMIAS, D.; NACHMIAS, C. **Research methods in the social sciences**. New York: St. Martin's, 1992. 576p.

NUSSBAUM, M. E.; SINATRA, G. M. Argument and conceptual engagement. **Contemporary Educational Psychology**, v. 28, n. 3, p. 384-395, 2003.

OLIVEIRA, A. F.; LEÃO, A. L.; CARASCHI, J. C.; OLIVEIRA, L. C.; GONÇALVES, J. E. Características físico-químicas, energética e desempenho da fibra de coco na sorção de óleos diesel e biodiesel. **Revista Energia na Agricultura**, v. 26, n. 3, p. 1-13, 2011.

OLIVEIRA, J. R. S.; BATISTA, A. A.; QUEIROZ, S. L. Escrita científica de alunos de graduação em química: análise de relatórios de laboratório. **Química Nova**, v. 33, n. 9, p. 1980-1986, 2010.

OLIVEIRA, J. R. S.; PORTO, A. L. M.; QUEIROZ, S. L. Peer review no ensino superior de química: atividade didática para a apropriação do discurso da ciência. **Educación Química**, v. 25, n. 1, p. 35-41, 2014.

OLIVEIRA, J. R. S.; QUEIROZ, S. L. Comunicação científica no ensino superior de química: uma revisão. **Química Nova**, v. 38, n. 4, p. 553-562, 2015.

OLIVEIRA, R. D. V. L.; QUEIROZ, G. R. P. C. O cotidiano, o contextualizado e a educação em direitos humanos: a escolha de um caminho para uma educação cidadã cosmopolita. **Revista Ibero-americana da Educação**, v. 71, n. 1, p. 75-96, 2016.

OLIVER, K. M.; HANNAFIN, M. J. Developing and refining mental models in open-ended learning environments: a case study. **Educational Technology Research and Development**, v. 49, n. 4, p. 5-33, 2001.

OLIVERAS, B.; MÁRQUEZ, C.; SANMARTÍ, N. Students' attitudes to information in the press: critical reading of a newspaper article with scientific content. **Research in Science Education**, v. 44, n. 4, p. 603–626, 2014.

OSBORNE, J. Teaching scientific practices: meeting the challenge of change. **Journal of Science Teacher Education**, v. 25, n. 2, p. 177-196, 2014.

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.

OTTANDER, C.; EKBORG, M. Students' experience of working with socioscientific issues - a quantitative study in secondary school. **Research in Science Education**, v. 42, n. 6, p. 1147-1163, 2012.

PRESSMAN, R. S. **Engenharia de software**. 3.ed. São Paulo: Pearson Makron books, 2007. 1056p.

PRINSEN, F.; VOLMAN, M. L. L.; TERWEL, J. The influence of learner characteristics on degree and type of participation in a CSCL environment. **British Journal of Educational Technology**, v. 38, n. 6, p. 1037-1055, 2007.

RAPP, C.; WAGNER, T. On some Aristotelian sources of modern argumentation theory. **Argumentation**, v. 27, n. 1, p. 7-30, 2013.

RATCLIFFE, M. Pupil decision-making about socio-scientific issues within the science curriculum. **International Journal of Science Education**, v. 19, n. 2, p. 167-182, 1997.

REIS, E. M. **Limites e possibilidades de utilização de um espaço virtual de aprendizagem no ensino e na formação de professores de física**. 2008. 347f. Tese (Doutorado em Ciências Naturais) – Laboratório de Ciências Físicas, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2008.

SÁ, L. P. **A argumentação no ensino superior de química: investigando uma atividade fundamentada em estudos de casos**. 2006. 165f. Dissertação (Mestrado em Química Analítica) – Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

_____. **Estudo de casos na promoção da argumentação sobre questões sócio-científicas no ensino superior de química**. 2010. 278f. Tese (Doutorado em Química) – Departamento de Química, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2010.

SÁ, L. P.; FRANCISCO, C. A.; QUEIROZ, S. L. Estudos de caso em química. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 731-739, 2007.

SÁ, L. P.; KASSEBOEHMER, A. C.; QUEIROZ, S. L. Esquema de argumento de Toulmin como instrumento de ensino: explorando possibilidades. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 16, n. 3, p. 147-170, 2014.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. **Estudo de casos no ensino de química**. Campinas: Átomo, 2009. 106p.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. Argumentação no ensino de ciências: contexto brasileiro. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 2, p. 13-30, 2011.

SADLER, T. D. Informal reasoning regarding socioscientific issues: a critical review of research. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 41, n. 5, p. 513-536, 2004.

SADLER, T. D.; BARAB, S. A.; SCOTT, B. What do students gain by engaging in socioscientific inquiry? **Research in Science Education**, v. 37, n. 4, p. 371-391, 2007.

SADLER, T. D.; DONNELLY, L. A. Socioscientific argumentation: the effects of content knowledge and morality. **International Journal of Science Education**, v. 28, n. 12, p. 1463-1488, 2006.

SADLER, T. D.; ZEIDLER, D. L. The morality of socioscientific issues: construal and resolution of genetic engineering dilemmas. **Science Education**, v. 88, n. 1, p. 4-27, 2004.

SANDOVAL, W. A.; REISER, B. J. explanation-driven inquiry: integrating conceptual and epistemic scaffolds for scientific inquiry. **Science Education**, v. 88, p. 345, 2004.

SANTOS, F. S.; OLIVEIRA, S. M.; YOKOYAMA, L.; CAMMAROTA, M. C.; VENEU, D. M. Avaliação da eficiência do processo de coagulação/floculação aplicado ao tratamento primário de efluente da indústria petroquímica. **Engevista**, v. 16, n. 4, p. 404-413, 2014.

SANTOS, W. L. P. Debate on global warming as a socio-scientific issue: science teaching towards political literacy. **Cultural Studies of Science Education**, v. 9, n. 3, p. 663-674, 2014.

SCHEUER, O.; LOLL, F.; PINKWART, N.; McLAREN, B. M. Computer-supported argumentation: a review of the state of the art. **Computer-Supported Collaborative Learning**, v. 5, n. 1, p. 43-102, 2010.

SCHEUER, O.; McLAREN, B. M. WEINBERGER, A. NIEBUHR, S. Promoting critical, elaborative discussions through a collaboration script and argument diagrams. **Instructional Science**, v. 42, n. 2, p. 127-157, 2014.

SCHWARZ, B. B.; NEUMAN, Y.; GIL, J.; ILYA, M. Construction of collective and individual knowledge in argumentative activity. **Journal of the Learning Sciences**, v. 12, n. 2, p. 219-256, 2003.

SCHWARZ, B. B.; SCHUR, Y.; PENSSO, H.; TAYER, N. Perspective taking and synchronous argumentation for learning the day/night cycle. **International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning**, v. 6, n. 1, p. 113-138, 2011.

SEARLE, J. R. **Speech acts**: an essay on the philosophy of language. Cambridge: Cambridge University, 1969. 206p.

SENA, G. C. A.; FIGUEIREDO, M. F. Um estudo da teoria da argumentação da retórica aristotélica à teoria dos blocos semânticos. **Diálogo das Letras**, v. 2, n. 1, p. 4-23, 2013.

SILVA, L. F. da. **Uma estratégia orientada a aspectos para modelagem de requisitos**. 2006. 222f. Tese (Doutorado em Ciências) – Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

SILVEIRA, E.; OLIVEIRA, M. Entre esponjas e detergente: novos produtos podem remover petróleo derramado no mar. **Revista Pesquisa FAPESP**, edição 176, 2010. Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/2010/10/29/entre-esponjas-e-detergente/>>. Acesso em: 23 jan. 2017.

SIMONNEAUX, L. Argumentation in socio-scientific contexts. In: ERDURAM, S.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (Ed.). **Argumentation in science education**. Netherlands: Springer, 2008. 296p.

SLOTTA, J. D.; JORDE, D. Toward a design framework for international peer discussions: taking advantage of disparate perspectives on socio-scientific issues. **Research and Practice in Technology Enhanced Learning**, v. 5, n. 3, p. 161-184, 2010.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de software**. 8.ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007. 548p.

SOUZA, N. S. **Tecnologias de informação e comunicação em aulas de química: uma pesquisa-ação com estudantes do PROEJA**. 2012. 252f. Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais) – Laboratório de Ciências Físicas, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2012.

SOUZA, N. S.; CABRAL, P. F. O.; QUEIROZ, S. L. Argumentação de graduandos em química sobre questões sociocientíficas em um ambiente virtual de aprendizagem. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 37, n. especial, p. 95-109, 2015.

SOUZA, N. S.; QUEIROZ, S. L. Estudo de caso na promoção da argumentação colaborativa no ensino superior de química. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9., 2013, Águas de Lindóia. **Anais...** São Paulo: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2013. p. 1-12.

_____. Uma análise de textos argumentativos de graduandos em química. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 10., 2015, Águas de Lindóia. **Anais...** São Paulo: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2015. p. 1-12.

STAHL, G. A decade of CSCL. **International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning**, v. 10, n. 4, p. 337-344, 2015.

STAHL, G.; CRESS, U.; LUDVIGSEN, S.; LAW, N. Dialogic foundations of CSCL. **International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning**, v. 10, n. 4, p. 117-125, 2014.

STEGMANN, K.; WEINBERGER, A.; FISCHER, F. Facilitating argumentative knowledge construction with computer-supported collaboration scripts. **International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning**, v. 2, n. 4, p. 421-447, 2007.

STINNER, A.; McMILLAN, B.A.; METZ, D.; JILEK, J.M.; KLASSEN, S. The renewal of case studies in science education. **Science & Education**, v. 12, n. 7, p. 617-643, 2003.

TANNEN, D. **The argument culture**: moving from debate to dialogue. New York: Random House Trade, 1998. 384p.

TEIXEIRA, E. S.; FREIRE JÚNIOR, O.; EL-HANI, C. N. A influência de uma abordagem contextual sobre as concepções acerca da natureza da ciência de estudantes de Física. **Ciência & Educação**, v. 15, n. 3, p. 529-556, 2009.

TOULMIN, S. **Os Usos do Argumento**. São Paulo: Martins Fontes, 2001. 375p.

_____. **Os Usos do Argumento**. São Paulo: Martins Fontes, 2006. 375p.

_____. **The Uses of Argument**. Cambridge: Cambridge University Press, 1958. 264p.

_____. **The Uses of Argument**. 2.ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2003. 259p.

TOULMIN, S.; RIEKE, R.; JANIK, A. **An introduction to reasoning**, London: Collier Macmillan, 1979. 421p.

TSAI, C.; JACK, B. M.; HUANG, T.; YANG, J. Using the cognitive apprenticeship web-based argumentation system to improve argumentation instruction. **Journal of Science Education and Technology**, v. 21, n. 4, p. 476-486, 2012.

TSAI, C.; LIN, C.; SHIH, W.; WU, P. The effect of online argumentation upon students' pseudoscientific beliefs. **Computer & Education**, v. 80, s.n., p. 187-197, 2015.

VALENTE, J. A. Diferentes usos do computador na educação. In: _____. (Ed.). **Computadores e Conhecimento**: repensando a educação. Campinas: Gráfica da UNICAMP, 1993. p. 1-23.

VERDÚ, N.; SANUY, J. The role of scaffolding in CSCL in general and in specific environments. **Journal of Computer Assisted Learning**, v. 30, n. 4, p. 337-348, 2014.

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. 187-209, 2003.

VRIES, E.; LUND, K.; BAKER, M. Computer-mediated epistemic dialogue: explanation and argumentation as vehicles for understanding scientific notions. **Journal of the Learning Sciences**, v. 11, n. 1, p. 63-103, 2002.

WEINBERGER, A.; FISCHER, F. A framework to analyze argumentative knowledge construction in computer-supported collaborative learning. **Computers & Education**, v. 46, n. 1, p. 71-95, 2006.

XAVIER, C. M. S.; PORTILHO, C. **Projetando com qualidade a tecnologia de sistemas de informação**. Rio de Janeiro: Editora LTC, 1995. 125p.

YEH, K.; SHE, H. On-line synchronous scientific argumentation learning: nurturing students' argumentation ability and conceptual change in science context. **Computer & Education**, v. 55, n. 2, p. 586-602, 2010.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2003. 200p.

YOON, S. A. Using social network graphs as visualization tools to influence peer selection decision-making strategies to access information about complex socioscientific issues. **Journal of the Learning Sciences**, v. 20, n. 4, p. 549-588, 2011.

ZEIDLER, D. L.; NICHOLS, B. H. Socioscientific issues: theory and practice. **Journal of Elementary Science Education**, v. 21, n. 2, p. 49-58, 2009.

ZEMBAL-SAUL, C.; MUNFORD, D.; CRAWFORD, B. Scaffolding preservice science teachers' evidence-based arguments during an investigation of natural selection. **Research in Science Education**, v. 32, n. 4, p. 437-463, 2002.

APÊNDICE 1. ARTIGOS LOCALIZADOS NA REVISÃO QUE NÃO POSSUEM A ARGUMENTAÇÃO COMO FOCO PRINCIPAL

CÓD	REFERÊNCIA DO ARTIGO
COMPUTER & EDUCATION	
1	Joubert, M.; Wishart, J. Participatory practices: lessons learnt from two initiatives using online digital technologies to build knowledge. v.59, n.1, p.110-119, 2012.
2	Chiu, C.; Wu, C.; Hsieh, S.; Cheng, H.; Huang, C. Employing a structured interface to advance primary student' communicative competence in a text-based computer mediated environment. v.60, n.1, p.347-356, 2013.
EDUCATIONAL TECHNOLOGY RESEARCH AND DEVELOPMENT	
3	Oliver, K.; Hannafin, M. Developing and refining mental models in open-ended learning environments: a case study. v.49, n.4, p.5-32, 2001.
4	Kapur, M.; Kinzer, C. K. Examining the effect of problem type in a synchronous computer-supported collaborative learning (CSCL) environment. v.55, n.5, p.439-459, 2007.
5	Bulu, S. T.; Pedersen, S. Scaffolding middle school students' content knowledge and ill-structured problem solving in a problem-based hypermedia learning environment. v.58, n.5, p.507-529, 2010.
INSTRUCTIONAL SCIENCE	
6	Lajoie, S. P.; Lavigne, N. C.; Guerrero, C.; Munsie, S. D. Constructing knowledge in the context of BioWorld. v.29, n.2, p.155-186, 2001.
7	Saab, N.; Joolingen, W. R.; Hout-Wolters, B. H. A. M. Supporting communication in a collaborative discovery learning environment: the effect of instruction. v.35, n.1, p.73-98, 2007.
8	Kim, M. C.; Hannafin, M. J. Scaffolding 6th graders' problem solving in technology-enhanced science classrooms: a qualitative case study. v.39, n.3, p.255-282, 2011.
9	Yeo, J.; Tan, S. C. Redesigning problem-based learning in the knowledge creation paradigm for school science learning, v.42, n.5, p.747-775, 2014.
INTERNATIONAL JOURNAL OF COMPUTER-SUPPORTED COLLABORATIVE LEARNING	
10	Enyedy, N.; Hoadley, C. M. From dialogue to monologue and back: middle spaces in computer-mediated learning. v.1, n.4, p.413-439, 2006.
11	Wecker, C.; Stegmann, K.; Bernstein, F.; Huber, M. J.; Kalus, G.; Kollar, I.; Rathmayer, S.; Fischer, F. S-COL: A Copernican turn for the development of flexibly reusable collaboration scripts. v.5, n.3, p.321-343, 2010.
12	Gijlers, H.; Weinberger, A.; Dijk, A. M.; Bollen, L.; Joolingen, W. Collaborative drawing on a shared digital canvas in elementary science education: the effects of script and task awareness support. v.8, n.4, p.427-453, 2013.
13	Schwarz, B. B.; Groot, R.; Mavrikis, M.; Dragon, T. Learning to learn together with CSCL tools. v.10, n.3, p.239-271, 2015.
JOURNAL OF SCIENCE EDUCATION AND TECHNOLOGY	
14	Sandoval, W. A.; Daniszewski, K. Mapping trade-offs in teachers' integration of technology-supported inquiry in high school science classes. v.13, n.2, p.161-178, 2004.
15	Barab, S. A.; Sadler, T. D.; Heiselt, C.; Hickey, D.; Zuiker, S. Relating narrative, inquiry, and inscriptions: supporting consequential play. v.16, n.1, p.59-81, 2007.
16	Liang, L. L.; Ebenezer, J.; Yost, D. S. Characteristics of pre-service teachers' online discourse: the study of local streams. v.19, n.1, p.69-79, 2010.

- 17 Marsteller, R. B.; Bodzin, A. M. **The effectiveness of an online curriculum on high school students' understanding of biological evolution.** v.24, n.6, p.803-817, 2015.

RESEARCH IN SCIENCE EDUCATION

- 18 Williams, M.; Linn, M. C. **WISE inquiry in fifth grade biology.** v.32, n.4, p.415-436, 2002.

INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENCE EDUCATION

- 19 Linn, M. C. **Designing the knowledge integration environment** v.22, n.8, p.781-796, 2000.
- 20 Davis, E. A.; Linn, M. C. **Scaffolding students' knowledge integration: prompts for reflection in KIE.** v.22, n.8, p.819-837, 2000.
- 21 Hoadley, C. M.; Linn, M. C. **Teaching science through online, peer discussions: SpeakEasy in the Knowledge Integration Environment.** v.22, n.8, p.839-857, 2000.
- 22 Clark, D. B.; Slotta, J. D. **Evaluating media-enhancement and source authority on the internet: the Knowledge Integration Environment.** v.22, n.8, p.859-871, 2000.
- 23 Kyza, E. A.; Constantinou, C. P.; Spanoudis, G. **Sixth graders' co-construction of explanations of a disturbance in an ecosystem: exploring relationships between grouping, reflective scaffolding, and evidence-based explanations.** v.13, n.18, p.2489-2525, 2011.

JOURNAL OF THE LEARNING SCIENCES

- 24 Kafai, Y. B.; Ching, C. C. **Affordances of collaborative software design planning for elementary students' science talk.** v.10, n.3, p.323-363, 2001.
- 25 Sandoval, W. A. **Conceptual and epistemic aspects of students' scientific explanations.** v.12, n.1, p.5-51, 2003.
- 26 Yoon, S. A. **Using social network graphs as visualization tools to influence peer selection decision-making strategies to access information about complex socioscientific issues.** v.20, n.4, p.549-588, 2011.
- 27 Hickey, D. T.; Zuiker, S. J. **Multilevel assessment for discourse, understanding, and achievement.** v.21, n.4, p.522-582, 2012.

BRITISH JOURNAL OF EDUCATIONAL TECHNOLOGY

- 28 Prinsen, F.; Volman, M. L. L.; Terwel, J. **The influence of learner characteristics on degree and type of participation in a CSCL environment.** v.38, n.6, p.1037-1055, 2007.
- 29 Jong, T.; Joolingen, W. R.; Giemza, A.; Girault, I.; Hoppe, U.; Kindermann, J.; Kluge, A.; Lazonder, A. W.; Vold, V.; Weinberger, A.; Weinbrenner, S.; Wichmann, A.; Anjewierden, A.; Bodin, M.; Bollen, L.; d'Ham, C.; Dolonen, J.; Engler, J.; Geraedts, C.; Grosskreutz, H.; Hovardas, T.; Julien, R.; Lechner, J.; Ludvigsen, S.; Matteman, Y.; Meistadt, Ø.; Næss, B.; Ney, M.; Pedaste, M.; Perritano, A.; Rinket, M.; Schlanbusch, H.; Sarapuu, T.; Schulz, F.; Sikken, J.; Slotta, J.; Toussaint, J.; Verkade, A.; Wajeman, C.; Wasson, B.; Zacharia, Z. C.; Zanden, M. **Learning by creating and exchanging objects: The SCY experience.** v.41, n.6, p.909-921, 2010.

JOURNAL OF RESEARCH IN SCIENCE TEACHING

- 30 Ryoo, K.; Linn, M. C. **Designing guidance for interpreting dynamic visualizations: generating versus reading explanations.** v.51, n.2, p.147-174, 2014.

SCIENCE EDUCATION

- 31 Linn, M. C.; Clark, D.; Slotta, J. D. **WISE design for knowledge integration.** v.87, n.4, p.517-538, 2003.
- 32 Sandoval, W. A.; Reiser, B. J. **Explanation-driven inquiry: integrating conceptual and epistemic scaffolds for scientific inquiry.** v.88, n.3, p.345-372, 2004.
- 33 Morin, O.; Simonneaux, L.; Simonneaux, J.; Tytler, R.; Barraza, L. **Developing and using an S3R model to analyze reasoning in web-based cross-national exchanges on sustainability.** v.98, n.3, p.517-542, 2014.

APÊNDICE 2. QUESTIONÁRIO “O QUE SEI SOBRE O CASO? E O QUE AINDA PRECISO SABER? SOBRE O CASO”

O que eu sei sobre o caso?	O que eu ainda preciso saber para solucionar o caso?

APÊNDICE 3. QUESTIONÁRIO PARA FAVORECIMENTO DA TOMADA DE DECISÃO DURANTE A RESOLUÇÃO DO CASO (ADAPTADO DE KORTLAND (1996))

Identificação do problema

A - Assunto

Explicar em linhas gerais o assunto do caso e fazer um levantamento do que é necessário saber para solucioná-lo

Produção de critérios

B - Pesquisa das características do problema

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

(a) questões sociais; (b) econômicas; (c) ambientais; (d) éticas; (e) políticas?

C - Julgamento de valor - gravidade do problema

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

Geração de alternativas

D - Inventário de medidas

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

Avaliação das alternativas

E - Pesquisa das características das medidas

Você acredita que as medidas acima citadas são suficientes para resolver o problema?

Explique.

Que outras medidas você considera importantes e que deveriam ser tomadas?

Escolha da solução

F - Julgamento de valor da melhor solução

Que medida você achou mais adequada para a resolução do caso?

Explique detalhadamente as vantagens e desvantagens da opção escolhida em relação às outras possíveis soluções.

APÊNDICE 4. MODELO DE ARGUMENTO DE TOULMIN (2001) E NÍVEIS DE COMPLEXIDADE DO ARGUMENTO (ERDURAN; SIMON; OSBORNE, 2004)

APÊNDICE 5. MODELO DE ARGUMENTAÇÃO APLICÁVEL A PROCESSOS DE RESOLUÇÃO DE QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS (SÁ, 2010)

APÊNDICE 6. TERMO DE CONSENTIMENTO E INFORMAÇÃO

Título da Pesquisa: Aprendizagem Colaborativa Mediada por Computador no Ensino Superior de Química.

Pesquisadora responsável: Profa. Dra. Salete Linhares Queiroz

Informações sobre a pesquisa: Por meio de leituras e discussões e do material escrito produzido pelos alunos (durante as aulas de Comunicação e Expressão em Linguagem Científica II, ministradas no ano de 2012) em sala de aula e no sistema computacional *eduiqui.info* deseja-se identificar características inerentes ao uso de Ambientes Virtuais de Ensino-aprendizagem no desenvolvimento de conteúdos formativos e informativos no Ensino de Química.

Assim, convidamos você, aluno de graduação em química no primeiro ano, a participar deste estudo. Assumimos o compromisso de manter sigilo quanto a sua identidade, como também garantimos que o desenvolvimento da pesquisa foi planejado de forma a não produzir riscos ou desconforto para os participantes. Pedimos também autorização para gravar (gravação em áudio e vídeo) o que for falado durante as aulas.

Nilcimar dos Santos Souza

Prof^a. Dra. Salete Linhares Queiroz

Eu,

RG

_____, abaixo assinado, tendo recebido as informações acima, e ciente dos meus direitos, concordo em participar da referida pesquisa, bem como ter:

1. A garantia de receber todos esclarecimentos sobre todas as discussões antes e durante o desenvolvimento da pesquisa podendo afastar-me a qualquer momento assim que desejar.
2. A segurança plena de que não serei identificado, mantendo o caráter oficial da informação, assim como está assegurado que a pesquisa não acarretará nenhum prejuízo individual ou coletivo.
3. A segurança de que não terei nenhum tipo de despesa material ou financeira durante o desenvolvimento da pesquisa, bem como esta pesquisa não causará nenhum tipo de risco, dano físico, ou mesmo constrangimento moral e ético.
4. A garantia de que toda e qualquer responsabilidade nas diferentes fases da pesquisa é dos pesquisadores, bem como fica assegurado que haverá ampla divulgação dos resultados finais nos meios de comunicação e nos órgão de divulgação científica em que a mesma seja aceita.
5. A garantia de que todo material resultante será usado exclusivamente para a construção da pesquisa e ficará sob guarda dos pesquisadores.

Tendo ciência do exposto acima, desejo participar da pesquisa.

São Carlos, ____ de _____ de 201__.

Assinatura do participante

APÊNDICE 7. ROTEIRO DE UTILIZAÇÃO INICIAL DO SISTEMA EDUQUI.INFO

Roteiro de utilização do sistema:

Acesse o endereço www.eduqui.info

Todos os alunos foram previamente cadastrados. Para seu primeiro acesso, utilize como login seu último nome e senha “123”.

Clique no *link* “Perfil”. Em seguida em “editar perfil” e preencha as informações solicitadas, como por exemplo, alterar email (caso incorreto) e alterar senha.

Clique no *link* “caixa de entrada”. Tente enviar uma mensagem para algum colega.

No menu “Cores”, selecione uma cor desejada para a interface do eduqui.info e clique em “Salvar”.

No menu “Membros *on-line*” você pode visualizar quem está *on-line* neste instante no eduqui.info

No menu “Meus Grupos” clique sobre o grupo listado.

Na tela que abrirá, clique nos ícones “Cronograma”, “Avisos” e “Atividades” para visualizar, respectivamente, datas para as tarefas, alertas e avisos em geral e roteiros das atividades a serem desenvolvidas.

Retornando à tela inicial do grupo, clique no ícone “*Kit* Caso”. Adicione os materiais utilizados para resolver o caso. Cuidado para incluir os materiais nas seções (textos, experimentos, mídias e *links*) e categorias corretas.

Retornando à tela inicial do grupo, clique sobre o título do estudo de caso listado (Arquivo X, Cipreste, Abelhas...).

Na nova tela, role até o fim da página e clique em “Texto argumentativo inicial” (1ª etapa) e em seguida em “Responder”. Na tela que se abre digite ou copie e cole sua resolução do estudo de caso.

Retorne à tela do estudo de caso e clique em “Representação inicial do texto” (2ª etapa) e em seguida em “Responder”. Construa um diagrama a partir do seu texto da primeira etapa, criando os elementos de um argumento segundo Toulmin.

Após salvar as respostas da primeira e segunda etapa um ícone amarelo ficará a frente do título de cada etapa. Após o professor confirmar o recebimento da resposta, um ícone verde será mostrado. Caso algo esteja incorreto, ele ficará vermelho e você terá de refazer a atividade.

Para consultar suas respostas e parecer do professor, clique, na tela de cada etapa, em “+ Exibir/Esconder suas Respostas Anteriores nesta Etapa”

Retornando à tela inicial do grupo, clique em “Diário do Caso”. Insira suas primeiras considerações sobre o caso e as ferramentas utilizadas.

APÊNDICE 8. ESTUDOS DE CASOS UTILIZADOS NO CICLO 2 DA PESQUISA

Cana-de-açúcar pelos Ares (Patrícia Fernanda de Oliveira Cabral)

Clóvis, um empresário do ramo de aeronaves, mantém uma grande frota de aviões, na cidade de Bauru – SP, trabalhando com locação, tanto para o aeroporto da cidade, quanto para clientes particulares.

Em meio à crise econômica, o empresário tem sofrido perdas consideráveis e sendo assim, pensa em diferentes formas de diminuir o gasto mensal com a manutenção e circulação dos aviões. Em uma tarde em que os negócios não iam bem, Clóvis sentou-se na mesa de um bar com seu primo Joaquim, que trabalhava como químico em uma empresa de embalagens da cidade, pois era melhor “beber pra esquecer” os problemas profissionais:

- E aí primo, “vamos tomar uma” para esquecer a manhã que já foi ruim no serviço?

- Vamos até o bar Clóvis, eu irei beber um suco, pois não bebo álcool, e você vá com calma, porque o álcool pode fazer tudo piorar.

- Piorar como, primo Joaquim? Se no ramo do álcool os empresários estão só lucrando... quem piora a cada dia sou eu com aquele bando de avião parado na garagem. Só de gasolina de aviação já gastei tudo o que me pagaram, como é que se sobrevive assim?

- Olha primo, abastecer seu próprio corpo com álcool não vai diminuir em nada os seus gastos com a gasolina de aviação. Bom seria se pudesse abastecer os aviões com etanol, para economizar.

E os dois riram dessa piada a tarde toda, pois quisera Clóvis um avião a etanol, para economizar o máximo possível. Após a conversa no bar, os primos retornaram para a casa de Clóvis e Joaquim o advertiu:

- Clóvis, pare com essa história de beber para esquecer, pois amanhã terá que trabalhar novamente.

- Tudo bem, Joaquim. Foi só hoje mesmo, amanhã eu vou acordar e me reerguer. Obrigado pela companhia e pela boa prosa.

- Por nada!

E assim os dois se despediram. Durante a noite, Clóvis não conseguiu parar de pensar no que o primo havia dito, sobre abastecer os aviões com etanol, e na manhã seguinte, resolveu seguir seus instintos de empresário e ligar para Joaquim, perguntando sobre a possibilidade de abastecer os aviões com etanol:

- Bom dia Joaquim, como vai? Estive pensando em nossa conversa, e gostaria de saber se você, sendo químico, pode confirmar se há como abastecer meus aviões com etanol.

- Bom dia Clóvis, você fala sério em investigar essa conversa de bar? Olha, para ser sincero eu nunca ouvi falar de nada parecido, mas posso me comunicar com um grupo de pesquisa da universidade que trabalha com biocombustíveis e te retorno. Quem sabe haja algo com cana-de-açúcar para te ajudar.

- Tudo bem, eu aguardo o seu retorno e minha salvação no ramo. Diga a eles que disponibilizo minha frota para pesquisas. Até mais.

Vocês são integrantes do grupo de pesquisa da universidade e deverão apresentar pelo menos duas soluções para o abastecimento das aeronaves a partir da cana-de-açúcar, argumentando a favor de uma delas.

Idade do Plástico
(Nilcimar dos Santos Souza)

A humanidade já passou pelas idades da pedra, da pedra lascada, da pedra polida, do ferro, do cobre, do bronze e, para alguns, nossa geração será conhecida no futuro como a idade do plástico. Quando nossos avôs ou bisavôs eram crianças praticamente todos os objetos existentes eram feitos de metais, cerâmica vermelha e branca, vidro, madeira e tecidos de origem vegetal e animal (algodão, lã, seda, couro etc). Com esses materiais eram feitos desde casas até roupas, passando pelos carros, engradados de bebidas, objetos de decoração etc. Nos dias atuais esses materiais continuam possuindo as mesmas aplicações de antes, porém, cada vez mais são substituídos pelos plásticos. Na grande parte das vezes os plásticos são mais baratos que os materiais citados, além de serem leves, resistentes, duráveis e fáceis de produzir e moldar. Isto faz com que dificilmente tenhamos algum objeto hoje isento de plástico.

Sabendo disso, Poly e Homero, dois alunos de química do Instituto de Química de São Carlos, estavam conversando no restaurante universitário após o almoço sobre esse assunto:

Poly: Veja só Homero, todo mundo fala que os plásticos são um grande vilão, mas imagina se não fosse o plástico. Todos os engradados de cerveja e refrigerante ainda de madeira em vez de polietileno. Todo mundo com roupa de algodão e seda sem poliéster e nylon. Todos os potes que temos na geladeira feitos de vidro, porcelana e alumínio...

Homero: Tudo bem, já entendi. Mas onde você quer chegar Poly?

Poly: Quero entender porque todo mundo acha que o plástico é ruim. Tem sempre gente criticando a sacolinha, será que esse povo quer levar os alimentos em embornal de pano, igual o meu avô fazia? Eu acho que o plástico é o grande mocinho dessa história, ele tem muitas vantagens. Olha essa bandeja de inox, a gente pega a comida e em 30 segundos já está fria, pois dissipa o calor dos alimentos. Por que não fazem de plástico?

Homero: Bem, acho que não poderia ter bandeja de plástico aqui porque seria mais complicado de lavar, higienizar, essas coisas. Sobre as pessoas criticarem o plástico, acho que é porque a gente acaba jogando fora as embalagens plásticas que vão para os aterros sanitários e lixões, aí dá a impressão que o problema é ele. Todo mundo sabe que as embalagens levam mais de 100 anos para se degradar, essa é outra propriedade dos plásticos que você não falou, a durabilidade, esqueceu?

Poly: É só reciclar!

Homero: Mas é complicada a coleta seletiva de 100% de todo material descartado. Além disso, uma embalagem muito suja, como de óleo, graxa, por exemplo, o custo para limpar para depois reciclar fica alto.

Poly: Bem, então está aí um assunto que nós, estudantes de química, deveríamos estar pesquisando. Ano que vem já temos que começar a escrever a monografia e estamos sem definição a respeito do tema.

Homero: Boa ideia. Tudo bem, por mim. Vamos ver se tem mais alguém nessa situação nossa para buscarmos alternativas para os plásticos empregados nas embalagens atualmente. Podemos até ganhar dinheiro.

Poly: Quais embalagens você está pensando?

Homero: Acho que as de PET de refrigerantes já seria um bom começo, pois é, de longe, a mais usada. Elas estão em outros produtos além do refrigerante também, como as embalagens de cosméticos, medicamentos...

Poly: Veremos se há uma solução para os PET, quem sabe assim as pessoas param de falar do plástico e a gente consegue a monografia e um projeto para o mestrado.

Considere que você é um dos amigos que se juntará a Poly e Homero para propor alternativas às embalagens plásticas de PET. Proponha duas soluções e depois argumente a favor de uma delas.

De Galão em Galão, a Prainha Vai para o Ralo*(Nilcimar dos Santos Souza)*

Encontro de rios, lagoas e oceano. Pequena colônia de pescadores em uma pequena cidade de pouco mais de 40 mil habitantes cercada de belas paisagens compostas de praias e montanhas. Assim era Macaé, no Norte Fluminense, que completou 200 anos da condição de cidade em 2013. No entanto, desde a década de 1970 essa realidade começou a mudar completamente.

Em 1974 foi furado o primeiro poço para extração de petróleo na bacia de Campos, que após sucessivas perfurações na região registrou uma área potencial para exploração de 100 mil quilômetros, estendendo-se até o Sul do Espírito Santo. Em 1976 iniciou-se a exploração no campo de Garoupa e em 1977 a exploração comercial no campo de Enchova pela Petrobrás. A mesma empresa fixou sua base de operação na pequena cidade de Macaé, onde construiu um porto de apoio para as operações na praia de Imbetiba.

Nos quase 40 anos que sucederam a chegada da Petrobrás, a população de Macaé foi multiplicada. Passou para 220 mil habitantes hoje e existem mais de 4 mil empresas fixadas nos diversos parques industriais da cidade.

Seu João, 70 anos, pescador nascido na cidade, em uma visita ao Forte Marechal Hermes lembrou com seu neto da época em que vivia só da pesca:

- Olha Joãozinho, ali embaixo a praia de Imbetiba, nessa praia a gente toda tarde mergulhava quando era criança, nadava até a Ilha do Papagaio, mas hoje, com o porto, a gente nem pode entrar naquela parte. No restante da praia, só para o povo correr no calçadão mesmo, porque na água ninguém pode entrar mais. Peixe, então? Nem pensar mais, nem tem, e o que tem pode estar contaminado. Depois a gente passa pelo rio para eu te mostrar como está a situação. Queria que você pudesse ver como era isso aqui antigamente, de verdade...

De fato, a cidade não se preparou para tal crescimento. Praticamente não conta com tratamento de esgoto e o esgoto doméstico e industrial despejado no rio e no mar tornou as praias da Barra e de Imbetiba impróprias para o banho. Este problema, segundo a prefeitura, será solucionado com o fim das obras da estação de tratamento de efluentes. Contudo, outro problema pior ainda persiste. Acidentes com derramamento de óleo no mar acontecem com bastante frequência. Muitos não são noticiados por serem de pequeno volume originário de descartes de petroleiros ou plataformas, lavagens de tanques de navios cargueiros e de operações de cabotagem. Nem todos ocorrem no porto, mas mesmo longe da costa, podem chegar até à praia.

O filho de Seu João, João Jr., que a vida inteira ouviu as mesmas histórias que seu pai hoje conta a Joãozinho, também acompanhou muitas dessas mudanças e se sentia incomodado com todos os impactos causados pelas indústrias do petróleo. Principalmente porque ele é formado em química, sabe dos riscos, e após algumas pesquisas descobriu que, segundo estimativa, de cada 1 milhão de toneladas de petróleo transportadas 1 tonelada é perdida em derrames. Considerando-se ainda que a bacia de Campos é responsável por 80% do petróleo brasileiro, vê-se o tamanho do impacto. Por isso, começou a insistir junto à diretoria da empresa em que trabalha, no setor de consultoria ambiental, para que investissem em técnicas de contenção e minimização dos impactos causados nos casos de acidentes. Após muita insistência de João Jr., os diretores da empresa contrataram uma equipe de químicos para que formassem uma solução para esse problema.

Você é um dos químicos contratados pela empresa e deve propor pelo menos duas soluções à empresa para que em casos de vazamento de petróleo sejam mitigadas as consequências. Em seguida, você deve argumentar a favor de uma das soluções propostas.

Socorro, Eu Não Quero Alface!

(Nilcimar dos Santos Souza)

A cidade de Campos dos Jordão, em São Paulo, tem sua principal fonte de renda no turismo. Associado a ele, os muitos hotéis do local acabam demandando outros serviços, como o de alimentos, especialmente de doces, característica da cidade.

Matilde, jordaniense, é uma grande frequentadora e consumidora das docerias de Campos dos Jordão. Cada vez se importando menos com seus 130 kg, Matilde nem deu ouvidos ao seu marido quando ele disse que leu na Internet que chocolates, salgadinhos, bolos e tortas industrializados, frituras, bolachas e biscoitos em geral, molhos para salada, açúcar cristalizado, pipoca de microondas, massas folhadas, molhos prontos, manteigas, margarinas, batatas fritas, sorvete, *milk shake* e produtos de padaria e pastelaria contêm gordura trans, considerada o pior tipo de gordura para a saúde.

Matilde: Mas eu vou comer o que então Zé, alface? É capaz de você ainda me dizer que sim, só alface, e sem sal ainda. Ah! Deixe-me dar uma volta na praça.

Saindo de casa, Matilde foi direto à loja da Dona Socorro. Lá tem os melhores chocolates e biscoitos caseiros da cidade.

Matilde: Socorro, eu não quero alface! Já basta o Zé lá querendo me obrigar a comer alface e largar os teus biscoitos por causa de uma tal de gordura trans que ele viu na Internet. Até parece que é isso que vai me fazer emagrecer. Ele já me conheceu assim, agora vai reclamar de que?

Socorro: Então vocês discutiram? Não quero ser o motivo de briga de ninguém. Por coincidência, eu também estou preocupada com isso. Já andei me interessando por esse assunto, das gorduras trans.

Matilde: Você também Socorro?! Socorro!

Socorro: Calma. No meu caso é porque estou querendo ampliar minha produção, modernizar, largar de ser só caseiro e começar a vender para outras cidades, talvez outros estados. Mas tem uma lei de 2006 que diz que todo produto industrializado precisa informar na embalagem quanto tem de gordura trans, além das outras. Isso está me preocupando, pois se tiver? Eu vou ter que escrever no rótulo e ninguém vai querer. Imagina se o Zé visse meu biscoito, ele não iria comprar depois do que leu.

Matilde: Mas o que tem de diferente dessa gordura para as outras?

Socorro: Não sei direito, mas meu filho, que você sabe estuda química na Unicamp, em Campinas, chegará na semana que vem e vou tentar entender direitinho. Porque não importa se a gente vai ser microempresário, tem que respeitar as leis da mesma forma, se não é multa na certa.

Matilde: Enquanto você não descobre me vende uma dúzia daqueles biscoitos amanteigados com creme de leite.

Na semana seguinte chega seu filho, Igor Duran.

Socorro: Oi Igor. Tudo bem lá em Campinas? Sobrevivendo sem meus doces?

Igor: Estou tentando, é bom que emagreço.

Socorro: Bom falar nisso. Quero saber tudo sobre gordura trans. Você sabe que estamos tentando abrir uma fábrica maior, expandir, mas preciso ter essas informações no rótulo.

Igor: Sei disso. Bem, gordura trans é só um isômero, um tipo de gordura. Mas existem vários outros tipos, a saturada, a monoinsaturada, a poliinsaturada, ômega 3, 6, 9...

Socorro: E como eu vou saber se nos meus biscoitos tem?

Igor: Tem que mandar analisar, mas pelos ingredientes que você utiliza, não tenho dúvidas que tenha.

Socorro: E não tem como substituir, trocar, usar outra coisa? Como eu tiro isso?

Igor: Existe alternativas sim, mãe. Mas é complicado, não é trocar cravo por canela. Tem que mexer na receita. Eu tenho que pesquisar mais. Deixe-me fazer isso quando voltar a Campinas, perguntar para as pessoas. Essa semana quero só curtir o friozinho daqui.

Considere que você é um dos amigos de Igor que será consultado por ele. Proponha duas soluções para a eliminação da gordura trans dos biscoitos de sua mãe e depois argumente a favor de uma delas.