



Serviço Público Federal

Ministério da Educação



Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Centro de Ciências Exatas e Tecnologia

Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências

Mestrado em Ensino de Ciências

Sequência didática investigativa em aulas experimentais no ensino médio de química para compreensão do termo extração e os fatores que ocorrem durante a destilação por arraste a vapor aplicando o padrão argumentativo de Toulmin

Diane Cristina Araújo Domingos

Campo Grande/MS.

Junho/2011.



Serviço Público Federal

Ministério da Educação



Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Centro de Ciências Exatas e Tecnologia

Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências

Mestrado em Ensino de Ciências

Sequência didática investigativa em aulas experimentais no ensino médio de química para compreensão do termo extração e os fatores que ocorrem durante a destilação por arraste a vapor aplicando o padrão argumentativo de Toulmin

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul como requisito final para a conclusão do curso de Mestrado em Ensino de Ciências sob a orientação do Prof^o Dr^o Dario Xavier Pires.

Campo Grande/MS.

Junho/2011.

“(..)E você aprende que realmente pode suportar...que realmente é forte, e que pode ir muito mais longe depois de pensar que não se pode mais. E que realmente a vida tem valor e você tem valor diante da vida! Nossas dúvidas são traidoras e nos fazem perder o bem que poderíamos conquistar, se não fosse o medo de tentar.”

William Shakespeare.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar à Deus e a Maria Santíssima que são fontes inspiradoras de todos meus projetos. Aos meus pais José Carlos Domingos e Aurení Lima de Araújo Domingos que me apoiaram sempre em meus estudos sendo a base mais forte de minha vida. Aos meus irmãos Dienes Carlos Araújo Domingos e Maria Aparecida Araújo Domingos que me incentivavam e suportavam minhas ansiedades. A minha sobrinha querida Emilly Domingos Ramires que chegou com sua alegria me trazendo motivação. À minha cunhada querida Crislaine Bonin Domingos pelo incentivo e carinho. Aos meus queridos companheiros Ademir de Souza Pereira e Adriana Marques de Oliveira pela força e luta sempre como dois irmãos. Aos meus queridos professores do curso, Prof^o Dr^o Paulo Rosa, Prof^a Dr^a Shirley Gobara, Prof^o Dr^o Onofre Siqueira, Prof^o Dr^o Marcelo Carbone, Prof^a Dr^a Odete Pacubi, que em cada gesto deixaram um pouquinho da sua paixão pela educação, fazendo com que a esperança nunca há de faltar. Especialmente ao meu orientador Prof^o Dr^o Dario Xavier Pires e a Prof^a Dr^a Maria Celina Recena Piazza que me apoiaram muito, passando seus conhecimentos e me fazendo crescer durante minha prática pedagógica. Aos meus companheiros de mestrado, que com suas histórias trouxeram-me conhecimentos nunca antes esperados, pela compreensão e amizade sempre muito bem quisto por mim. Agradeço a uma grande amiga, companheira de trabalho na escola que leciono Rosângela Polido. Ela sempre me apoiou em todas as etapas de meu projeto. Aos meus companheiros da escola: Micheli, Zélia, Edna Izabel, Graciele, Luciane, Eliane, Ana Paula, Karla, Graciela Los, Marcia, Ana Paula que sempre me apoiaram nesta jornada. Aos meus queridos diretor Darcízio Moraes Rodrigues e vice diretora Roseli que acreditaram na minha formação, apoiando-me sempre para concretizar esta formação. Às minhas coordenadoras, Shirley Fruguli, Hilda e Marli Heid que acompanharam minhas aulas e meu crescimento na construção desse projeto. À minha querida avó, Derothildes (in memoriam). À minha tia, amiga Antônia Lima Miranda que me carregou no colo quando criança e nesta fase também, ouviu minhas dúvidas, minhas dores, meus amores, minhas alegrias, minhas conquistas, minhas perdas, enfim, teve grande participação na realização de meu sonho que era concretizar o projeto, aprimorando meus conhecimentos. A todos, agradeço com muito amor e carinho.

RESUMO

A presente pesquisa privilegia a Argumentação Científica numa sequência didática investigativa, utilizando a experimentação na aula de Química, com o intuito de promover a construção do conhecimento científico sobre uma situação problema, a partir dos esquemas de assimilação, acomodação e equilibração mencionados na obra de Jean Piaget. Dessa forma, a obtenção dos componentes do óleo de capim-cidreira foram utilizados para contextualizar as Forças Intermoleculares de compostos orgânicos oxigenados, classificados como grupo Aldeído, por meio de um método de extração simples, de baixo custo, com um bom rendimento, que consiste na Destilação por Arraste a Vapor, substituindo extratores clássicos com o objetivo de desenvolver no aluno o argumento científico sobre o termo extração e os fatores que ocorrem durante o processo de destilação. A sequência didática investigativa a partir da atividade experimental propicia um ambiente em que o aluno desenvolve a habilidade da argumentação. Dessa forma, a experimentação investigativa contribui no processo de ensino e aprendizagem a partir da interação entre sujeito e objeto. Para subsidiar as aulas aplicadas, foi observando os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), no qual o educando deve adquirir algumas habilidades e competências nas áreas de Ensino de Ciências. A análise dos dados foi realizada utilizando o Padrão Argumentativo de Toulmin (TAP). Foi possível observar que os grupos 1 e 2 analisados possuem argumento completo baseado na fórmula mínima (dado/justificativa/conclusão). No grupo 1, foi observado o backing (B), no qual o conhecimento é baseado no senso comum. No grupo 2, foi observado o qualificador modal (Q) que é um argumento que dá suporte para a conclusão. Dessa forma, a pesquisa apresentou resultados satisfatórios com o modelo aplicado.

Palavras-chaves: atividade experimental investigativa, extração, argumento científico, construção do conhecimento.

ABSTRACT

This research focuses on the scientific arguments in a sequence for teaching investigative using experimentation in chemistry class, with the aim of promoting the construction of scientific knowledge about a problem situation, from the schemes of assimilation, accommodation and equilibrium mentioned in the work of Jean Piaget. Thus, to obtain the components of lemongrass oil were used to contextualize the Intermolecular Forces of oxygenated organic compounds, classified as aldehyde group by means of a simple extraction method, low cost, with a good income, which consists in the steam distillation, replacing classical extractors in order to develop in students the scientific argument about the term extraction and factors that occur during the distillation process. The didactic sequence from the investigative activity provides an experimental environment where the student develops the skill of argumentation. Thus, the trial contributes in the investigative process of teaching and learning from the interaction between subject and object. To subsidize the lessons applied, was watching the National Curricular Parameters (PCN), in which the student must acquire some skills and competencies in the areas of Science Teaching. Data analysis was performed using the Standard for Argumentative Toulmin (TAP). It was observed that groups 1 and 2 have analyzed whole argument based on the formula minimal (data / explanation / conclusion). In group 1, the backing was observed (B), in which knowledge is based on common sense. In group 2, there was the modal qualifier (Q) that is an argument that supports the conclusion. Thus, the survey showed satisfactory results with the model applied.

Keywords: experimental activity, mining, scientific argument, construction of knowledge.

SUMÁRIO

RESUMO.....	III
ABSTRACT.....	IV
LISTA DE ILUSTRAÇÕES:QUADROS.....	VI
LISTA DE ILUSTRAÇÕES: FIGURAS.....	VII
 INTRODUÇÃO	 9
OBJETIVOS GERAIS.....	12
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
 I – REFERENCIAL TEÓRICO: JEAN PIAGET.....	 13
I-1.Estádios de desenvolvimento mental e a construção do conhecimento.....	14
I – 2. A concepção de construtivismo.....	18
I-3. Conceitos chaves da teoria piagetiana: assimilação, acomodação e equilíbrio.....	20
I – 4. Implicações da teoria piagetiana no ensino.....	21
 II – EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS: A ARTICULAÇÃO ENTRE FENÔMENOS OBSERVÁVEL E TEORIA.....	 23
II-1. Algumas Características da Pesquisa de Investigação Qualitativa.....	28
II-2.Atividade experimental investigativa e argumento científico.....	32
 III – DESTILAÇÃO POR ARRASTE A VAPOR.....	 37
III – 1. Forças Intermoleculares.....	38
 IV-METODOLOGIA DA PESQUISA.....	 39
IV – 1. Modelo de Toulmin	39
IV – 2. Materiais e Métodos.....	44
IV – 2.1. Materiais.....	44
IV – 2.1.1. Caracterização da Amostra para Atividade Experimental.....	44
IV-2.1.2. Metodologia aplicada.....	47
V – ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS.....	50
 VI –CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	 108
 VII – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	 109

LISTA DE ILUSTRAÇÕES DE QUADROS

Quadro 1: Estádios mentais.....	14
Quadro 2: Dados registrados na forma de texto pelos alunos do grupo 1 respostas à situação problema:.....	51
Quadro 3: Dados registrados na forma de texto, pelos alunos do grupo 1, referente a 2ª etapa na qual os alunos apoiam seus argumentos com base na discussão do artigo de Guimarães (2000)......	54
Quadro 4: Dados registrados na forma de texto, pelos alunos do grupo 1, referente à 3ª etapa na qual os alunos são colocados para montar o aparelho de destilação e aplicação da atividade experimental.....	56
Quadro 5: Dados registrados na forma de texto, pelos alunos do grupo 1, referente a discussão final do grupo 1 reunido para significar a situação problema da investigação.....	57
Quadro 6: 1ª etapa do grupo 2.....	70
Quadro 7: 2ª etapa do grupo 2.....	72
Quadro 8: 3ª etapa do grupo 2.....	77
Quadro 9: 4ª etapa do grupo 2.....	80
Quadro 10: Concepções dos alunos do grupo 1 na 1ª etapa (obs: os números se referem a quantidade de alunos que pensam dessa forma).....	90
Quadro 11: Concepções dos alunos do grupo 1 na 2ª etapa (obs: os números se referem a quantidade de alunos que pensam dessa forma).....	92
Quadro 12: Concepções dos alunos do grupo 1 na 3ª etapa (obs: os números se referem a quantidade de alunos que pensam dessa forma).....	93
Quadro 13: Concepções dos alunos do grupo 1 na 4ª etapa (obs: os números se referem a quantidade de alunos que pensam dessa forma).....	94
Quadro 14: Concepções dos alunos do grupo 2, 1ª etapa.....	95
Quadro 15: Concepções dos alunos do grupo 2, 2ª etapa.....	97
Quadro 16: Concepções dos alunos do grupo 2, 3ª etapa.....	98
Quadro 17: Concepções dos alunos do grupo 2, 4ª etapa.....	100

LISTA DE ILUSTRAÇÕES DE FIGURAS

Figura 1: Esquema do Modelo de Toulmin (2006).....	41
Figura 2: <i>Cymbopogon Citratus</i> (DC) Stapf mais conhecida popularmente como capim-cidreira, capim-limão ou erva-cidreira.....	45
Figura 3: O óleo essencial do capim-cidreira contém o citral composto pelos isômeros geranial e neral.....	46
Figura 4: Aparelho de destilação por arraste a vapor montado.....	49
Figura 5: Modelo de argumentação de Toulmin do aluno 2 do grupo 1 da 1ª etapa.....	58
Figura 6: Modelo de argumentação de Toulmin do aluno 5 do grupo 1 da 1ª etapa.....	60
Figura 7: Modelo de argumentação de Toulmin do aluno 6 do grupo 1 da 1ª etapa.....	61
Figura 8: Modelo de argumentação de Toulmin do aluno 2 do grupo 1 da 2ª etapa.....	63
Figura 9: Modelo de argumentação de Toulmin do aluno 5 do grupo 1 da 2ª etapa.....	64
Figura 10: Modelo de argumentação de Toulmin do aluno 6 do grupo 1 da 2ª etapa.....	65
Figura 11: Modelo de argumentação de Toulmin do aluno 2 do grupo 1 da 3ª etapa.....	66
Figura 12: Modelo de argumentação de Toulmin do aluno 5 do grupo 1 da 3ª etapa.....	67
Figura 13: Modelo de argumentação de Toulmin do aluno 6 do grupo 1 da 3ª etapa.....	68
Figura 14: Modelo de argumentação de Toulmin do aluno 2 do grupo 1 da 4ª etapa.....	69
Figura 15: Modelo de argumentação de Toulmin do aluno 1 do grupo 2 da 1ª etapa.....	81
Figura 16: Modelo de argumentação de Toulmin do aluno 3 do grupo 2 da 1ª etapa.....	82

Figura 17: Modelo de argumentação de Toulmin do aluno 1 do grupo 2 da 2ª etapa.....	84
Figura 18: Modelo de argumentação de Toulmin do aluno 3 do grupo 2 da 2ª etapa.....	85
Figura 19: Modelo de argumentação de Toulmin do aluno 1 do grupo 2 da 3ª etapa.....	87
Figura 20: Modelo de argumentação de Toulmin do aluno 3 do grupo 2 da 3ª etapa.....	88
Figura 21: Modelo de argumentação de Toulmin do grupo 2 da 4ª etapa.....	89
Figura 22: Modelo de Toulmin para a 1ª etapa do grupo 1: esquemas de assimilação (concepções do senso comum).....	104
Figura 23: Modelo de Toulmin para a 1ª etapa do grupo 2: esquemas de assimilação (concepções do senso comum).....	105

INTRODUÇÃO

Em 1930, a sociedade sofre transformações na economia direcionada para a industrialização. Dessa forma, as questões educacionais são acompanhadas de maior politização e passa pela Reforma Francisco Campos. Essa reforma tinha como intuito criar um ensino que atendesse a complexidade da sociedade urbano-industrial, não questionando a ordem social capitalista vigente.

A Reforma Francisco Campos marca o início do processo de centralização do poder do governo em relação à educação. Também marca o início da proposta escolanovista.

Oficialmente, em nível nacional, a reforma estabelece a modernização do Ensino Secundário brasileiro, conferindo organicidade à cultura escolar do ensino secundário por meio da fixação de uma série de medidas, como o aumento do número de anos do curso secundário e sua divisão em dois ciclos, a seriação do currículo, a frequência obrigatória dos alunos às aulas, a imposição de um detalhado e regular sistema de avaliação discente e a reestruturação do sistema de inspeção federal (DALLABRIDA, 2009).

Dessa forma, a reforma Francisco Campos marca uma inflexão significativa na história do Ensino Secundário brasileiro, pois ela rompe com estruturas que há séculos se mantinha no mesmo de escolarização (DALLABRIDA, 2009).

Na sua proposta de reforma, Francisco Campos tinha como ideário a formação das elites, a elite tinha condições de direcionar os rumos da educação para os demais. Na prática, essa reforma estabelece uma proposta de educação diferenciada: de um lado a elite, que é formada para tomar decisões e direcionar a economia nacional, e de outro lado o ensino profissional, para atender a demanda do mercado.

Nesse sentido, a reforma do Ensino Secundário segundo Francisco Campos deveria reconstruir o ensino com base na superação do caráter exclusivo do ensino propedêutico, contemplando a função educativa moral e intelectual do adolescente. O modelo de ensino atendia a necessidade do mercado vigente integrando o indivíduo na sociedade.

Quanto ao currículo, a reforma propiciou uma distribuição das matérias humanísticas e científicas de forma mais equilibrada. Foram contemplados os estudos científicos com predominância das ciências físicas e naturais, na primeira série, e mais tarde em física, química e história natural, na terceira série.

Atualmente, o currículo privilegia as ciências desde as séries iniciais, no Ensino Fundamental como Ciências, e mais tarde, no Ensino Médio, dividido em Biologia, Química e Física. Dessa forma, não deixa de priorizar o ensino que forma o indivíduo para a integração na sociedade vigente.

Mediante esse processo, o Ensino de Ciências tem contribuído para a formação do indivíduo, utilizando da argumentação científica para que este exerça sua cidadania a partir de reflexões e formulações de hipóteses na construção do conhecimento.

A presente pesquisa privilegia a argumentação numa sequência didática investigativa, utilizando a técnica da Destilação por Arraste a Vapor numa aula experimental de química, com o intuito de promover a construção do conhecimento científico sobre uma situação problema a partir dos esquemas de assimilação, acomodação e equilíbrio mencionados na obra de Jean Piaget.

Cabe destacar que a Destilação por Arraste a Vapor é uma técnica de procedimento simples e eficiente e que oferece maior segurança aos alunos por utilizar somente a água como solvente para arrastar os componentes do óleo essencial (GUIMARÃES et al, 2000).

Entretanto, segundo o levantamento bibliográfico, foi possível observar que a atividade experimental numa abordagem investigativa vem sendo abordada, mas não foi encontrada a aplicação da Destilação por Arraste a Vapor de forma contextualizada como foi proposta nessa pesquisa. Uma aproximação do ensino a partir da problematização foi encontrado no artigo de Francisco Júnior (2008).

No artigo referido acima, podemos observar que a proposta da atividade experimental estava baseada no referencial de Paulo Freire, para enfocar o ensino por meio da problematização.

Nesse contexto, a escolha do método dessa pesquisa viabilizou a obtenção dos componentes do óleo de capim-cidreira para contextualizar as Forças Intermoleculares de compostos orgânicos oxigenados e dessa forma, promover, a partir da atividade experimental, a construção do conhecimento científico dos alunos sobre o processo de extração e os fatores que ocorrem durante a destilação.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (BRASIL, 2000), o educando deve adquirir algumas habilidades e competências exigidas no ensino de ciências. Dentre elas, as mais relevantes para esta pesquisa são:

1-Apropriar-se dos conhecimentos da Física, da Química e da Biologia, e aplica-los para explicar o funcionamento do mundo natural, planejar, executar e avaliar ações de intervenção na realidade natural.

2- Identificar variáveis relevantes e selecionar os procedimentos necessários para a produção, análise e interpretação de resultados de processos ou experimentos científicos e tecnológicos.

3-Entender o impacto das tecnologias associadas às Ciências Naturais na sua vida pessoal, nos processos de produção, no desenvolvimento do conhecimento e na vida social.

4-Aplicar as tecnologias associadas às Ciências Naturais na escola, no trabalho e em outros contextos relevantes para a sua vida.

A partir disso, nesta pesquisa a realização do experimento utilizando a técnica de Destilação por Arraste a Vapor viabilizou a experiência do sujeito com o objeto e permitiu o processo de construção do conhecimento integrado aos esquemas de assimilação, acomodação e equilíbrio, mencionados por Jean Piaget (2007).

Cabe observar que a análise dos argumentos elaborados pelos alunos durante a sequência didática, foi realizada utilizando o Padrão Argumentativo de Toulmin (TAP). A função argumentativa da linguagem pode, por exemplo, contribuir para as discussões sobre o termo extração juntamente com os fatores que ocorrem durante uma destilação, e desse modo auxiliar o aluno na aquisição de conceitos científicos de química.

O Padrão Argumentativo de Toulmin (TAP) foi utilizado na análise dos dados para validar os argumentos dos alunos de acordo com a fórmula mínima: dado/justificativa/conclusão, considerada um argumento completo.

OBJETIVOS GERAIS

1. Propor uma sequência didática que possibilite a utilização de um extrator de baixo custo com viabilidade de obtenção de óleo essencial e que utilize o solvente água com o intuito de propiciar a construção do conhecimento a partir da argumentação.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Propor uma nova prática pedagógica, baseada na atividade experimental investigativa, que auxilie na habilidade de argumentação dos alunos para promover a construção do conhecimento.
2. Desenvolver o conhecimento científico a partir dos esquemas de assimilação, acomodação e equilíbrio da obra de Piaget para a compreensão da extração e dos fatores que ocorrem durante o processo da Destilação por Arraste a Vapor atrelado ao referencial curricular da disciplina de Química, buscando atender algumas habilidades e competências dos Parâmetros Curriculares Nacionais facilitando o processo de ensino e aprendizagem.
3. Avaliar os argumentos propostos pelos alunos de acordo com o argumento completo baseado na fórmula mínima (dado/justificativa/conclusão) de Toulmin.

I – REFERENCIAL TEÓRICO: JEAN PIAGET

Jean Piaget (1896-1980) dedicou-se, inicialmente, aos estudos científicos relacionados com a natureza biológica, pesquisando sobre os moluscos. Mais tarde, investigando a relação entre o organismo e o meio, passou a estudar a natureza humana. Interessando-se pela inteligência humana que considerava tão natural como qualquer outra estrutura orgânica, embora mais dependente do meio do que qualquer outra (FERRACIOLLI, 1999).

Em 1924, publica *A Linguagem e o pensamento na criança*, na qual aborda a questão: para que serve a linguagem? Em 1926, publica *A Representação do mundo na criança*, em que examina o progresso do pensamento infantil, procurando explicar fenômenos naturais e sonhos. Nessa obra, Piaget descreve o método clínico que viria a ser a base metodológica para a Epistemologia Genética (FERRACIOLLI, 1999).

Depois de inúmeras publicações relatando seus estudos, em 1950, o estudioso publica *Introdução a Epistemologia Genética* que em 1970 adquire a forma de resumo e recebe o título de *Epistemologia Genética* (FERRACIOLLI, 1999).

Os modos de trabalho das obras de Piaget, a partir dessas publicações, seguiram três técnicas: a observação do comportamento espontâneo da criança, a observação do comportamento provocado por uma situação experimental e o diálogo estabelecido entre o pesquisador e a criança (FERRACIOLLI, 1999).

Piaget foi um dos pioneiros do construtivismo no desenvolvimento da cognição humana. Na década de 20 já datam alguns registros de sua obra, mas é na década de 70 que seus trabalhos são redescobertos. Sua teoria está centrada nos termos: assimilação, acomodação e na equilibração, pressupostos para o desenvolvimento do construtivismo. Os estádios de desenvolvimento mental marcam o destaque de sua obra entre os especialistas norteando sua obra para o entendimento da cognição humana (MOREIRA, 1999).

I – 1. ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO MENTAL E A CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO

O estágio de desenvolvimento mental explicitado por Jean Piaget para entender a cognição da mente humana divide-se em quatro estádios gerais: sensório-motor, pré-operacional, operacional-concreto e operacional-formal. Cada um desses períodos recebe as seguintes denominações: ¹

Quadro 1: Estádios mentais.

Estádio	Faixa Etária
Sensório-motor	Até cerca de 2 anos
Pré-operacional	2 aos 6 , 7 anos
Operacional-Concreto	7 , 8 anos até 11, 12 anos
Operacional-formal	A partir de 11, 12 anos

O estágio sensório-motor vai do nascimento até cerca de 2 anos de idade. Quando a criança nasce, ela apresenta alguns comportamentos de reflexão do tipo sucção, choro, atividade corporal indiferenciada: ela é o centro das coisas e o universo existe em função dela (MOREIRA,1999).

Essa fase é marcada pelo egocentrismo total, pois para a criança o seu próprio corpo é a sua referência, como algo isolado do universo.

Por outro lado, como cada ação ainda forma um todo isolável, sua única referência comum e constante só pode ser o próprio corpo, daí uma centração automática sobre ele, embora nem deliberada nem consciente. (PIAGET, 2007 p. 10)

No final do período sensório-motor, a criança começa a descentralizar suas ações em relação ao corpo e se considera um objeto entre os demais, ou seja, percebe-se apenas como fonte de seus movimentos sem considerar o seu eu. Nessa fase a criança é capaz de imitar o adulto, de manipular objetos para satisfazer fome ou curiosidade.

¹A fim de esclarecimento, foi utilizada a palavra estágio pois é mais adequada na Língua Portuguesa embora tradutores utilizem estádio.

Tal diferenciação do sujeito e dos objetos, ao acarretar a progressiva substantificação destes últimos, explica em definitivo essa total reversão de perspectivas que leva o sujeito a considerar seu próprio corpo um objeto no meio de outros, num universo espaço-temporal e causal de que ele passa a ser uma parte integrante na medida em que aprende a agir sobre ele. (PIAGET, 2007 p. 12)

Nota-se, ainda, que antes da formação da linguagem, diante das coordenações gerais do bebê, o sujeito e o objeto começam a diferenciar-se, pela troca de ações.

Por exemplo, se o objeto balançado ou sacudido produz um som, pode tornar-se alternada ou simultaneamente uma coisa para olhar ou uma coisa para ouvir, o que resulta numa assimilação recíproca que leva, entre outras coisas, a agitar qualquer brinquedo para analisar os ruídos que ele possa emitir (PIAGET, 2007, p. 13).

Nesse sentido, a construção de combinações de ações novas leva ao esquema de assimilação, a modificação e a acomodação, como ocorre com os meios que o bebê utiliza para alcançar o objeto como engatinhar, balançar os braços para cima e para baixo e outros.

Vê-se assim que, a partir do nível sensório-motor, a diferenciação nascente do sujeito e do objeto é marcada, simultaneamente, pela formação de coordenações e pela distinção entre elas de duas espécies: por um lado, as que ligam entre si as ações do sujeito e, por outro, aquelas que se referem às ações de uns objetos sobre outros (PIAGET, 2007, p. 14).

O estágio seguinte é o pré-operacional, esse vai dos 2 aos 6 ou 7 anos de idade. Aqui a criança ainda continua numa perspectiva egocêntrica, cai com frequência em contradição. Suas explicações são de acordo com suas experiências, podendo ser coerente ou não com a realidade (MOREIRA,1999).

Um exemplo de contradição está no momento em que a criança se depara com objetos de vidro, alto e fino, ela enche o recipiente de água e observa que ao passar para outro recipiente a água pode ser de diferentes volumes ou maior quantidade ou menor quantidade dependendo do tamanho do recipiente. Isso ocorre porque para a criança o processo de transformação da água não importa, mas sim, os aspectos do objeto que o atrai.

Diante da falta de reversibilidade, a criança não tem a transitividade (Se $A < C$, e se $A < B$ então $B < C$) e nem a conservação do todo (no caso do volume total de água para um recipiente alto e fino, definição da forma do recipiente) (MOREIRA,1999).

De maneira geral, o período do conhecimento pré-operacional é marcado por avanços na direção das coordenações internas do sujeito e externas do objeto (PIAGET, 2007 p.19).

“Em primeiro lugar, com efeito, o sujeito torna-se rapidamente capaz de inferências elementares, de classificações de configurações espaciais, correspondências, etc. Em segundo lugar. Desde o surgimento precoce dos “por que”, assiste-se a um começo de explicações causais. Temos aí, portanto, um conjunto de novidades essenciais em relação ao período sensório-motor, e não se pode apontar as transmissões verbais como as únicas responsáveis por isso, uma vez que os surdos-mudos, embora com atraso em relação aos indivíduos normais, por falta de incitamentos coletivos suficientes, nem por esse fato deixam de apresentar estruturas cognitivas análogas a dos normais [...]”

Nessa fase, o conhecimento é direcionado pela ação da linguagem e também pela representação do que se quer explicar. As interações sociais predisõem o avanço do conhecimento neste estágio. A diferenciação entre sujeito e objeto é mais acentuada.

Ou seja, a assimilação por esquemas certamente leva em conta as propriedades dos objetos mas exclusivamente no momento em que eles são percebidos e de forma indissociada em relação às ações do sujeito a que eles correspondem (salvo em certas situações causais em que as ações previstas são as dos próprios objetos, por uma espécie de atribuição de ações análogas às do sujeito) (PIAGET, 2007, p.22).

Quando a criança atinge a idade de 7 a 8 anos, inicia-se no - estágio operacional concreto, que vai até os 11 a 12 anos de idade. Nessa fase ocorre a descentralização do egocentrismo da criança, e noções de reversibilidade por inversão e negação são atingidas. Neste caso o produto é uma anulação ($+A - A = 0$) e a reversibilidade por reciprocidade ($A=B$, $B=A$) (MOREIRA,1999).

A idade de 7-8 anos em média assinala um momento decisivo na construção dos instrumentos do conhecimento. As ações interiorizadas ou conceitualizadas com que o sujeito deveria até agora contentar-se adquirem a categoria de operações, enquanto transformações reversíveis modificam certas variáveis e conservam outras a título de invariantes. (PIAGET, 2007, p. 30)

Além disso, nesse estágio a criança ainda não tem noção para formular hipóteses, sendo falsas ou verdadeiras. Ela se baseia em acontecimentos reais para tentar explicar algo, num objeto real, precisa partir do concreto para formular suas explicações.

Por volta dos 11 a 12 anos inicia-se o último estágio: é o período das operações formais. Nesse momento, o raciocínio do adolescente atinge a capacidade para formular

hipóteses verbais e não apenas ligadas ao objeto real, ou seja, não precisa se fixar em objetos concretos para obter suas explicações. Esta fase é marcada pelo raciocínio lógico (MOREIRA,1999).

Cabe destacar que a partir de 7 a 8 anos de idade, a criança já possui a capacidade de raciocínios lógicos. Essa vinculação ao concreto é o que difere do período das operações formais, no qual a criança na fase da pré-adolescência, passa a explicar fatos já observáveis. Esse estágio é marcado pela dedução lógica.

As operações “formais” assinalam, pelo contrário, uma terceira etapa em que o conhecimento supera o próprio real para inserir-se no possível e ligar diretamente o possível ao necessário sem a mediação indispensável do conceito; ora, o possível cognitivo, tal como, por exemplo, a sequência infinita de números inteiros [...](PIAGET, 2007, p. 48)

Nesse período o adolescente também possui o egocentrismo, mas agora valoriza sua própria capacidade de raciocinar. É a valorização do “eu posso”; “eu sei”, é a capacidade de elaboração de pensamentos a cerca de um assunto e relacioná-los com outros ou entre si. Esse estágio vai até a fase adulta.

De forma geral os estádios de desenvolvimento mental é uma sucessão de períodos que mostram a evolução da mente humana e que não necessariamente o indivíduo tenha que obedecer às idades mencionadas para cada período, pois pode ser que esteja num estágio anterior a idade do período. Tudo é congruente com as experiências que cada sujeito acumula no decorrer de sua vida.

A sequência de estádios é um delineamento apurado pela visão piagetiana, para explicitar a construção da cognição humana a partir da experiência do sujeito com o objeto. Dessa forma, utilizaremos o estágio operacional-concreto e o operacional-formal, pois o foco dessa pesquisa são adolescentes que estão na faixa etária de 17 anos acima.

I – 2. A CONCEPÇÃO DE CONSTRUTIVISMO

O Construtivismo é uma poderosa tradição filosófica que antecede a Epistemologia Genética, sua história começa com o advento da obra filosófica contemporânea de Immanuel Kant (CASTAÑON, 2007).

Piaget se declarava herdeiro do pensamento Kantiano, e aderido da sua filosofia. Nesse contexto, apoiar-se-á no pensamento Kantiano para explicar a concepção de Construtivismo, e logo depois por uma posição de Piaget frente ao Construtivismo (CASTAÑON, 2007)

O Construtivismo pode ser compreendido a partir da organização ativa do sujeito, dos seus construtos mentais e do modo como constrói sua representação de mundo e não somente considerando que recebe as impressões do objeto de forma passiva.

A filosofia Kantiana- e portanto o construtivismo- só pode ser adequadamente compreendida a partir daquela idéia que Kant chamou de “grande luz” e que mudou o pensamento ocidental. Esta é a distinção entre fenômeno e númeno (CASTAÑON, 2007, p. 116).

Para Kant o conhecimento das coisas do mundo remete-se ao sujeito com certo nível de receptividade, como o sujeito as vê e não como elas realmente são. A isso ele denomina fenômeno e aquilo que não é captado pelos sentidos denomina-se númenos. Assim, o conhecimento é a forma como o sujeito interpreta os fenômenos ao seu redor, só se conhece os fenômenos, aquilo que o sujeito vê nas coisas do mundo e não a essência dessas coisas.

Para o autor, a interpretação de construtivismo ocorre na relação sujeito e objeto. Não obstante, neste caso, o objeto quando conhecido pelo sujeito se adapta às leis do sujeito, ou seja, o sujeito enquadra o objeto na sua atividade de representar os fenômenos.

Posteriormente, à tradição filosófica de Kant, surgiram novas concepções, as concepções idealistas, as pragmáticas e as realistas essas advindas de Karl Popper e Jean Piaget.

Para Piaget, o construtivismo é entendido pela interação do sujeito sobre o conhecimento das coisas do mundo com o objeto do conhecimento. A diferença do construtivismo piagetiano para o de Kant está na representação do objeto, que para Piaget é

construído a partir da estruturação do conhecimento na mente do sujeito e que depois se interliga ao objeto. Para Kant, o sujeito enquadra o objeto na maneira como vê o mundo (CASTAÑON, 2007).

O processo de construção do conhecimento, para Piaget, se baseia na assimilação e na acomodação, o papel do ambiente é fundamental. Se a nova informação for congruente com os esquemas de assimilação (o que está nos construtos mentais do indivíduo) ocorre a acomodação. Caso a informação não seja relevante para romper com o esquema de assimilação já existente na mente do indivíduo, esse não é rompido, e não ocorre o conhecimento inovado (CASTAÑON, 2007).

Realismo é a tese ontológica que sustenta a existência real dos objetos do conhecimento, com características que independem de nossas teorias e de nossa vontade. Para o realismo, nossas representações se referem a objetos que tem existência independente de nossa mente, e que de alguma forma influenciam as nossas teorias sobre eles. (CASTAÑON, 2007, p.119)

Com o realismo defendido por Piaget veio a inserção do realismo crítico, defendido por Karl Popper. Para o realismo crítico, a realidade é interpretada por nós e assim nós próprios criamos as nossas concepções, as nossas teorias e quando essas teorias são contrárias às observações do real, acabamos por modificar nossas teorias se readaptando à experiência (CASTAÑON, 2007).

A teoria condiciona a experiência, mas esse não é uma regra geral. A partir de inúmeras observações do sujeito sobre a realidade é possível elaborar uma nova teoria. O conhecimento é a verdade que o sujeito condiciona da realidade, mas é uma verdade que pode ser modificada a partir da experiência do sujeito com o objeto e quando isto ocorre, estamos refutando a realidade.

I – 3. CONCEITOS CHAVES DA TEORIA PIAGETIANA: ASSIMILAÇÃO, ACOMODAÇÃO E EQUILIBRAÇÃO

O desenvolvimento cognitivo da criança ocorre pela interação do sujeito com o objeto que vai delineando o processo de desenvolvimento dos construtos mentais. Dentro disso, o processo de aquisição do conhecimento é possível por meio dos esquemas de *assimilação* e posterior *acomodação*. A *assimilação* refere-se a conceitos que já existem na estrutura cognitiva do indivíduo, que partem de concepções que esse possua com base no senso comum. Esses esquemas podem sofrer mudanças ou não. Quando são alterados, ocorre então uma ruptura com a informação “velha” e a acomodação da “nova” informação. Sendo relevante a “nova” informação chama-se de *equilíbrio majorante*. Neste momento o indivíduo passa a ter conhecimento sobre determinado conceito, ocorre então o equilíbrio entre a *assimilação* e a *acomodação*. Pode se definir como *assimilação*, a internalização de conceitos. Quando há mudança no esquema de *assimilação*, partindo para o novo recebe o nome de *acomodação*. Ao ser acomodado pelo sujeito, ao novo elemento da realidade na estrutura cognitiva, dá-se o nome de *equilíbrio*.

Cabe observar que a *assimilação* pode ser compreendida pela interação entre sujeito e objeto a partir do organismo (mente). O indivíduo constrói esquemas de *assimilação* para abordar a realidade (MOREIRA,1999). Quando o indivíduo incorpora a realidade aos seus esquemas de *assimilação*, dá-se o processo de *assimilação*, um exemplo disso ocorre quando se mede uma distância, usa-se o esquema de “medir” para *assimilar* a situação.

No entanto não há mudança na mente, o conhecimento da realidade não é modificado (MOREIRA,1999). É preciso entender que não há *acomodação* sem *assimilação*, pois a *acomodação* é a reestruturação da *assimilação*. O equilíbrio entre a *assimilação* e a *acomodação* é a adaptação à situação (MOREIRA,1999).

Para Piaget a mente é considerada um conjunto de esquemas de *assimilação* que podem ser reestruturados se for relevante ou extintos quando a informação proposta não for relevante. O conhecimento é a soma das experiências entre o sujeito e o objeto.

De um lado, o conhecimento não procede, em suas origens, nem de um sujeito consciente de si mesmos nem de objetos já constituídos (do ponto de vista do

sujeito) que se lhe impoem: resultaria de interações que se produzem a meio caminho entre sujeito e objeto, e que dependem, portanto, dos dois ao mesmo tempo, mas em virtude de uma indiferenciação completa e não de trocas entre formas distintas. (PIAGET,2007 p. 8)

Em relação às ações, pode-se falar em ação-sensório-motora, ação verbal e ação mental. O pensamento é, simplesmente, a interiorização da ação embora, geralmente, acompanhada de atividade motora residual, como por exemplo, gestos e movimento dos olhos (MOREIRA,1999).

I – 4. IMPLICAÇÕES DA TEORIA PIAGETIANA NO ENSINO

A teoria de Jean Piaget é uma teoria de desenvolvimento mental, para ele a aprendizagem ocorre quando o esquema de assimilação sofre acomodação. A aprendizagem é vista como “aumento do conhecimento” a partir da interação entre o organismo e o meio.

Ao explicar como acontece o conhecimento, sua obra revela-se epistemológica, pois estuda a natureza e os limites do conhecimento. Nesse sentido também é considerada empirista por acreditar que o conhecimento é baseado na troca de experiências vivificadas pelo sujeito. Dessa forma, buscou-se apoiar na sua teoria para entrelaçar a perspectiva da atividade experimental investigativa, com o uso da argumentação na elaboração de hipóteses.

Podemos dizer que a epistemologia genética é a extensão, a todo o campo das ciências humanas, da metodologia que possibilitou a Piaget a realização de excelentes trabalhos sobre o desenvolvimento da criança: a formação do número, o desenvolvimento da inteligência, a aquisição da linguagem, a formação do juízo moral, etc. A esta extensão, Piaget trabalha há vinte anos, com o Centro Internacional de Epistemologia Genética de Genebra. (JAPIASSU, 1991, p. 43)

Para Piaget o desenvolvimento mental do sujeito segue os estádios pré-estabelecidos pela sua teoria, uma criança de 2 anos, por exemplo, tem um esquema de assimilação que é capaz de se desenvolver segundo o estágio sensório-motor. Ao passo que uma criança de 7

anos apresenta características compatíveis com o estágio operacional-concreto. Isso implica na maneira como o esquema de assimilação ordena a realidade em volta da criança.

Nesse sentido a criança nasce com apenas alguns esquemas sensório-motores tais como chupar, olhar, alcançar objetos e outros. A equilibração é a força impulsionadora do desenvolvimento mental (MOREIRA,1999). Nesse contexto, a inteligência depende do próprio meio para sua construção, graças às trocas entre o organismo e o meio que se dão através da ação (FERRACIOLLI, 1999). Para Piaget a inteligência é a soma dos conhecimentos já construídos a partir da experiência.

Diante do exposto, observa-se como o adolescente se comporta e nota-se que há incoerências nas estratégias de ensino mediado por educadores, pois muitas vezes o estágio do aluno não é observado e estimulado.

Alguns alunos não ultrapassaram do estágio operacional-concreto para o estágio das operações-formais fato que atrapalha na aprendizagem uma vez que a maturação custa mais a chegar. Assim, julga-se necessário que o educador proponha estratégias que prendam a atenção desse aluno.

A maturação é uma condição necessária, no sentido de formação do indivíduo, mas não explica o desenvolvimento e para isso considera-se outros aspectos como a experiência do sujeito. Remete-se à experiência ao ato do sujeito interagir com o meio, o processo que propicia interação entre sujeito e objeto (FERRACIOLLI, 1999)

Para Piaget, o ensino deve ser propiciado mediante as ações e demonstrações. Para tal aprendizagem o ambiente deve propor situações que instiguem o aluno a pensar. Retomam-se aqui os esquemas de assimilação que devem ser reestruturados para a equilibração majorante. Dessa forma o aluno toma conhecimento da nova informação e aprende (MOREIRA,1999).

Nessa perspectiva, ensinar significa, provocar o desequilíbrio no organismo (mente) da criança para que ela procure o reequilíbrio (equilíbrio majorante) e dessa forma organize a estrutura cognitiva e aprenda (MOREIRA,1999). Dentro disso, o insucesso escolar, para Piaget, está relacionado à ação verbal do professor que proporciona o desequilíbrio e não oferece as condições necessárias para se alcançar o equilíbrio majorante, ou seja, não observa o estágio que o aluno se apresenta, ou se o esquema de assimilação que ele possui se são congruentes com a proposta de ensino (MOREIRA,1999).

De maneira geral, o conhecimento para Piaget engloba a interação entre sujeito e objeto. Esse processo de aprendizagem pode ser impulsionado utilizando a experimentação

investigativa, a partir de reflexões e formulações de hipóteses, trabalhando a argumentação do aluno como aporte na construção do conhecimento científico.

II – EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS: A ARTICULAÇÃO ENTRE FENÔMENO OBSERVÁVEL E TEORIA

A partir da segunda metade do século XX, houve uma consolidação da experimentação como estratégia de ensino nas escolas de uma maneira geral. No Brasil, laboratórios foram trazidos por portugueses por uma necessidade socioeconômica do século XIX. “Assim, no mesmo século, a inserção da experimentação no ensino de Ciências deu-se sob uma abordagem utilitarista, associando o conhecimento teórico às atividades, por exemplo, de extração e transformações de minérios em metais” (SANTOS e MALDANER, 2010).

Nesse sentido, no início do século XX, órgãos oficiais brasileiros decidiram que as aulas de Ciências deveriam ocorrer em laboratórios equipados. Já na década de 30, como resultado da Escola Nova, o Ensino de Ciências aproximou-se da proposta do americano John Dewey, que valorizava o fazer por parte do aluno. A escola passava por uma modificação no método tradicional de Ensino de Ciências valorizando as atividades experimentais como metodologia ativa (SANTOS e MALDANER, 2010).

No ano de 1946 surgiram algumas tentativas de mudanças no ensino de Ciências no Brasil com a criação do Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC) que permaneceu até o final da década de 70. O IBECC tinha o objetivo de “promover a melhoria da formação científica dos alunos que ingressariam nas instituições de Ensino Superior e, assim, contribuir de forma significativa para o desenvolvimento nacional.”²

No período pós-guerra, anos 50, sentiram-se uma necessidade ainda maior de progresso na ciência. Para tal finalidade várias entidades ligadas ao governo, associações

² (BARRA E LORENZ, 1986; SILVA, R.R.; MACHADO, P.F.L. 2008).

científicas, associações profissionais de educadores, instituições internacionais como a UNESCO se mobilizaram para a produção científica.

Dentre os diversos materiais que o IBECC desenvolveria estavam os chamados kits de Química produzidos no ano de 1952. Esses Kits consistiam de caixas com materiais para a realização de experimentos e manuais com as instruções para as operações, entretanto não constava nenhuma orientação quanto ao descarte de resíduos. De acordo com a repercussão positiva, na época, tais kits passaram a ser comercializado no Brasil para ser empregado no ensino³

Ainda nesse período, surgiram projetos de melhoria para o ensino de Ciências nos Estados Unidos, influenciando as aulas práticas como subsídio para formar conceitos nos alunos. Mas ainda não tinha um contexto investigativo. As aulas práticas eram de acordo com o método empírico.

Nessa época, a educação se mantinha elitista e preconizava a formação de cientistas para atender a necessidade científica e tecnológica de alguns países, dentre estes, o Brasil. Uma das metas dessa época e que ainda perdura até hoje é a formação de um quadro de profissionais envolvidos na pesquisa que seja especializado para atender a crescente demanda de universidades, laboratórios e indústrias no avanço da ciência propiciando o desenvolvimento do conhecimento.

Surge uma nova faceta quanto à preparação dos currículos e programas escolares. Fazia-se necessária a reorganização do currículo no Ensino de Ciências, desenvolvendo a cidadania.

Na década de 60 o método científico foi introduzido como um processo racional capaz de propiciar ao indivíduo tomar decisões com base em dados e critérios objetivos. Há valorização das aulas práticas tradicionais como busca de informações e descobertas. Os procedimentos de observação, elaboração de hipóteses e confrontação de dados que os estudantes obtinham, davam significado aos modelos experimentais, tornando-se um meio de preparação do cidadão para atuar na sociedade (KRASILCHIK, 1988).

Nesse momento, o método científico assume a postura de “receitas” a serem seguidas para a elaboração dos experimentos. Embora em muitos programas de ensino essa visão seja conservada, em outros, a experimentação assume um aspecto investigativo propiciando uma nova reflexão do saber científico (KRASILCHIK, 1988).

³ (BARRA E LORENZ, 1986, apud SILVA, R.R.; MACHADO, P.F.L. 2008)

Nesse contexto, de acordo com a Lei de Diretrizes e Bases (LDB) criada em 1961 pelo MEC para atender as necessidades do Ensino Médio, a escola procura alterar essa realidade quando passa a ter mais acesso à escolha dos conteúdos a serem ministrados, embora o IBECC continue a atuar elaborando materiais para o ensino, segundo padrões norte-americanos. Então em 1967, foi criada a FUNBEC, órgão responsável pela comercialização dos materiais didáticos elaborados pelo IBECC, além de realizar cursos para os professores de Ciências (SILVA ; MACHADO, 2008).

Destaca-se que ainda na década de 60, a formação do cidadão estava ligada ao processo de democratização de nosso país, que foi interrompido após 1964 com o Golpe Militar e durou cerca de 20 anos posteriores ao golpe. O Ensino de Ciências passou por mudanças seguidas dos objetivos da educação, passaram do cientista para o cidadão e depois para o trabalhador.

As disciplinas de Ciências também foram fragmentadas a seguir do ensino profissionalizante, que continham o ensino técnico, bem como a carga horária reduzida.

A crise no ensino também ocorreu em âmbito internacional, em particular no Ensino das Ciências. Nesse momento o interesse dos alunos pela Ciência tanto no Brasil como em nível internacional era muito pouco. Os projetos de Física, Química e Biologia nos Estados Unidos foi uma tentativa de resgatar esse interesse dos alunos (KRASILCHIK, 1988).

Atualmente, tem-se um novo contexto, que difere dos anos 50. A escola pública hoje atende uma clientela de alunos oriundos de famílias com baixo rendimento mensal e que dificilmente frequentarão uma universidade. E a rede privada, que atende uma minoria da população, prepara os alunos para os vestibulares.

No entanto, o que diferencia a crise dos anos 50 e a dos anos 80, é a comunidade de pesquisadores que há quase trinta anos estudam o processo de ensino e aprendizagem, formação de professores, experimentação investigativa, o uso da linguagem e outros. Por conta disso, hoje se verifica na experimentação a prática que privilegia a discussão de ideias que levam o aluno a propor suas reflexões, mediado pelo professor, enriquecendo seu conhecimento científico. O aluno passa a ser analisado no seu processo cognitivo. A sua forma de pensar é valorizada como se pode verificar na teoria de Piaget (KRASILCHIK, 1988).

Os estudos de Piaget levam os educadores a admitir que os alunos possam integrar conhecimento a partir de experiências de aprendizado informal e formal. O processo de

desenvolvimento da mente do indivíduo a partir da experiência revoga conceitos intuitivos, explicações, argumentos que julgam suas reflexões (KRASILCHIK, 1988).

O século XX apresenta avanço com os novos trabalhos de incentivo aos laboratórios, com diversos programas de apoio institucional.

Na atualidade os programas institucionais não têm um foco específico em atividades experimentais, mas buscam uma melhoria geral no sistema de ensino com ações coordenadas em diversas frentes, abraçando: materiais didáticos por meio do Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio- PNLEM; processo de formação inicial de professores com o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência-Pibid; cursos de especialização para professores dos Ensinos Fundamental e Médio da rede pública, etc. (SANTOS ; MALDANER, 2010, p.233)

No contexto atual, um fenômeno observável para professores e alunos pode vir a explicitar diversos conceitos científicos abordados em sala de aula, nas aulas de Química. É desse modo, que o desenvolvimento individual do aluno é importante, pois sua estrutura cognitiva já predispõe de esquemas de assimilação capazes de acomodar informações a partir das experiências vivificadas durante as atividades experimentais.

Dessa forma, a atividade experimental atrelada ao caráter investigativo propõe uma nova visão para o Ensino de Ciências, especialmente para a Química. A elaboração de hipóteses durante a atividade experimental, a partir da argumentação do aluno facilita o processo de ensino e aprendizagem.

A observação do experimento vai além de somente olhar, é investigar o que se tem por trás daquilo que se vê, tentando formular conceitos, refletindo sobre os aspectos de um conceito científico, é desenvolver a criticidade do aluno a respeito de um fenômeno.

O que estamos querendo colocar a público é a necessidade de ser modificada a prática de aulas experimentais no ensino médio, e para isso abordamos a experimentação investigativa.

E é a partir desse processo de observação e argumentação, formulando hipóteses para tentar solucionar uma situação problema que a experimentação pode ser uma estratégia de ensino problematizador do conhecimento.

Sendo assim, o ato de articulação de argumento científico do aluno na proposição de situações de erro, faz com ele desenvolva a habilidade de argumentar e a partir do objeto que

é a experimentação, observa a realidade, refletindo criticamente, num processo de mediatização.

A experimentação tem, em uma das suas funções, mediatizar os educandos e o objeto cognoscitivo. Como estratégia de ensino, a experimentação deve ser problematizadora do conhecimento. É no diálogo da realidade observada, na problematização e na reflexão crítica de professores e estudantes que se faz o conhecimento. (FRANCISCO Jr, 2008, p. 20)

Nota-se que quando se realiza uma aula experimental é muito comum que o aluno queira uma explicação pronta e já existente na literatura para entender os fatos observáveis. Isso seria o método empirista que há muito foi trabalhado nos ambientes escolares. Dessa forma, a presente pesquisa viabilizou a investigação para promover o conhecimento. A proposta metodológica realça a participação dos alunos com seus pensamentos antes e depois da atividade experimental.

Portanto, na medida em que se planejam experimentos com os quais se torna possível estreitar o elo entre motivação e aprendizagem, espera-se que o envolvimento dos alunos seja mais vívido e acarrete resultados positivos na evolução do conhecimento. (FRANCISCO Jr, 2008, p. 20)

Partindo do pressuposto de que a aula experimental investigativa não se resume apenas na execução de uma atividade, como seguir uma “receita de bolo”, ela procura envolver o aluno com suas reflexões e formulação de hipóteses. Esse processo de argumentação do aluno desenvolve a estrutura cognitiva quando busca resolver uma dada situação problema e dessa maneira contribui para a construção do conhecimento científico facilitando o processo de ensino e aprendizagem.

II – 1. ALGUMAS CARACTERÍSTICAS DA PESQUISA DE INVESTIGAÇÃO QUALITATIVA

Inicialmente serão abordadas as características gerais de uma pesquisa qualitativa, buscando explorar os diversos significados para uma possível compreensão da metodologia aplicada na presente pesquisa.

A escolha do método foi baseada na escolha do grupo analisado. Como a pesquisa foi realizada numa escola pública de Dourados/MS, aplicou-se uma sequência didática investigativa em uma sala de 3º ano do ensino médio e para isso o *estudo de caso de observação* foi o mais indicado para este tipo de análise.

O estudo de caso de observação é um dos métodos da pesquisa qualitativa que engloba uma organização particular, escola ou setores de organização. Depois de discorrer sobre as características da pesquisa qualitativa, voltaremos a discutir a abordagem que norteou nossas análises.

A Investigação Qualitativa incide vários aspectos da vida educativa. Ela pode ser realizada a partir de cinco características tendo em vista nem todos os estudos mantêm igualdade entre as características, alguns geralmente são desprovidos de uma ou de outra característica elencada como abordagem qualitativa.

Elucida-se aqui as cinco características que segundo Bogdan e Bliklen (1994) definem uma pesquisa qualitativa:

1. *Na investigação qualitativa a fonte direta de dados é o ambiente natural, constituindo o investigador o instrumento principal:* os investigadores despendem grande parte de tempo em escolas, famílias, bairros e outros locais tentando elucidar as questões educativas. As análises seguem em cima dos registros escolhidos e aplicados por cada investigador. Os dados são recolhidos a partir de vídeos, registros escritos e outros e são informações obtidas no contato direto com os participantes.

Os investigadores qualitativos freqüentam os locais de estudo porque se preocupam com o contexto. Entendem que as ações podem ser melhor compreendidas quando são observadas no seu ambiente habitual de ocorrência. Os locais têm de ser entendidos no contexto da história das instituições a que pertencem. Quando os dados em causa são produzidos por sujeitos, como no caso de registros oficiais, os

investigadores querem saber como e em que circunstâncias é que eles foram elaborados. Quais as circunstâncias históricas e movimentos de que fazem parte? (BOGDAN ; BIKLEN, 1994, p. 48)

2. *A investigação qualitativa é descritiva:* os dados recolhidos são imagens ou palavras e não números. Os investigadores não reduzem as muitas páginas contendo narrativas e outros dados à símbolos numéricos. Eles procuram analisar os dados na sua totalidade, com toda sua riqueza, respeitando dentro do possível, a forma em que os registros foram feitos. A palavra escrita assume uma importância na abordagem qualitativa, tanto nos registros como na disseminação dos resultados.
3. *Os investigadores qualitativos interessam-se mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados ou produtos:* Procuram averiguar como que as pessoas negociam seus significados? Como é que se dá o processo de utilização de certos termos e rótulos? Como é que certas noções fazem parte daquilo que chamamos o “senso comum”? As estratégias de investigação qualitativa registram geralmente o que o participante traduz na atividade, envolve procedimento e interação diária.
4. *Os investigadores qualitativos tendem a analisar os seus dados de forma indutiva:* para isso não recolhem dados ou provas com o objetivo de afirmar hipóteses construídas previamente; ao invés disso, as abstrações são construídas à medida que os dados vão se agrupando.
5. *O significado é de importância vital na abordagem qualitativa:* os investigadores que abordam essa característica interessam-se pelo diferente modo que as pessoas dão sentido às suas vidas. O diálogo entre os investigadores e seus sujeitos de pesquisa resulta no processo de condução da investigação qualitativa.

Quando se refere a “orientação teórica” ou “perspectiva teórica” norteiam-se o modo como os sujeitos de pesquisa veem o mundo. Os bons investigadores se baseiam nos fundamentos teóricos para recolher e analisar os dados de uma pesquisa (BOGDAN; BIKLEN 1994).

Segundo Bogdan e Biklen (1994) a fundamentação teórica da pesquisa qualitativa começa com o entendimento da perspectiva fenomenológica descrita por esses autores num sentido amplo, embora para muitos investigadores tenham outras interpretações. Nesse caso, os investigadores fenomenologistas compreendem os significados dos acontecimentos e

interações para as pessoas de diversos contextos, em situações específicas e particulares. O comportamento das pessoas pesquisadas assume importância para retirada de dados, buscam compreender os significados do mundo subjetivo de cada indivíduo, conseqüentemente, para os fenomenologistas, a realidade é construída socialmente.

Nessa perspectiva fenomenológica, os investigadores buscam compreender o ponto de vista do sujeito investigado e aquilo que ele teve como experiência o contexto do sujeito.

No que diz respeito à interação simbólica, compatível com a perspectiva fenomenológica, encontra-se a asserção de que a experiência humana é mediada pela interpretação. Nem os objetos, nem as pessoas, situações ou acontecimentos têm significado próprio, o significado é atribuído. Por exemplo: o retroprojeto pode ser estabelecido pelo tecnólogo como um material relevante para a exposição de figuras e desenhos da Química que auxiliem na compreensão de determinadas matérias e para o professor pode simplesmente significar um objeto de entretenimento, utilizado quando o professor está cansado.

Nessa perspectiva, as pessoas não agem sob respostas predeterminadas de objetos, mas como animais simbólicos que interpretam e definem, cujo comportamental pode ser explicado pelo investigador que se introduza no processo de definição através de métodos como a observação participante. Os significados são construídos a partir das interações (BOGDAN; BIKLEN 1994).

Quanto ao conceito de cultura, para os investigadores com base na perspectiva fenomenológica, é entendida e explicada mediante etnografia. A etnografia é bem sucedida quando explica aos leitores o modo do comportamento adequado para diferentes contextos culturais⁴. Nessa vertente, a cultura procura valorizar os aspectos semióticos, com o estudo da língua para a compreensão dos fatos. Dessa forma a cultura e os significados estão interligados para interpretar os acontecimentos.

Cabe observar que a etnometodologia refere-se a matéria substantiva a ser investigada. Nessa perspectiva os sujeitos não são membros de tribos primitivas, mas sim são membros de situações da sociedade moderna. É um número significativo de autores na área da educação foi influenciado por esta abordagem.

Esse tipo de perspectiva aborda microquestões, com conteúdos específicos de conversas e vocabulários com detalhes que interpretam as ações e a compreensão, são

⁴ (STACK, 1974 apud BOGDAN; BIKLEN 1994).

valorizadas frases como “compreensão do senso comum”, “vida quotidiana”, “realizações práticas”, “relatos”.

A abordagem etnometodológica assume papel importante para o empreendimento científico, pode ser compreendida como uma “realização prática”. Assim, os pressupostos norteadores dessa pesquisa qualitativa recebem suporte desse tipo de abordagem, uma vez que a compreensão das atividades da sequência didática foi realizada com base no senso comum dos alunos.

Nesse caminho, a perspectiva dos estudos culturais engloba num primeiro momento as relações sociais de poder que devem ser entendidas mediante a interpretação que os sujeitos fazem das suas próprias situações. Em outro momento, defendem que a investigação se baseia numa perspectiva teórica do comportamento humano e social.

De maneira geral, toda a investigação qualitativa baseia-se numa realidade múltipla e não única, para que se possam explicar situações envolvendo sujeitos diferentes e contextos variados (BOGDAN; BIKLEN 1994).

No que se refere à escolha de um estudo, delimitou-se para esta pesquisa características de um *estudo de caso de observação*. Os investigadores procuram locais ou pessoas que possam ser o objeto de estudo ou a fonte de dados. Selecionam os aspectos de que irão investigar e aprofundam.

Segundo Bogdan e Biklen (1994), quando se trata do *estudo de caso de observação*, a melhor técnica de recolha de dados consiste na observação participante e o foco de estudo encontra-se numa organização particular (escola, centro ou reabilitação), ou em algum aspecto particular dessa organização. Geralmente, os setores de organização, para estes estudos são subdivididos em:

1. Um local específico dentro da organização: a sala de aula, de professores, ou o laboratório.
2. Um grupo específico de pessoas: membros de um determinado departamento, ou um grupo de alunos.
3. Qualquer atividade da escola: planeamento do currículo.

No caso de pesquisa, o investigador delimita a matéria de estudo a fim de controlar a investigação e não fugir do seu problema de pesquisa, utilizando no caso das escolas, salas de aulas, laboratório, sala de professores e outros que possibilitem a realização do estudo,

garantido a análise dos dados conforme as perspectivas do sujeito analisado (BOGDAN; BIKLEN 1994).

II – 2. ATIVIDADE EXPERIMENTAL INVESTIGATIVA E ARGUMENTAÇÃO CIENTÍFICA

As atividades experimentais em âmbito escolar e nas universidades muitas vezes seguem o modelo acrítico e aproblemático. Deixa de oferecer espaço ao aluno para exercer sua capacidade cognitiva ao formular e propor hipóteses que tentam solucionar situações problemas (STUART; MARCONDES, 2008), esquecendo ou relegando a um segundo plano o modelo das aulas experimentais investigativas. Por esse modelo, os alunos têm a oportunidade de acompanhar as etapas de investigação: levantamento de hipótese, elaboração do procedimento experimental, coleta e análise dos dados, proposição de conclusões. E participando dessas etapas, os alunos desenvolvem habilidades de questionamentos, organização, síntese, responsabilidade entre outras. (STUART; MARCONDES; LAMAS, 2010)

Nesse sentido, ao solucionar um problema experimental ou outros problemas propostos em sala, os alunos podem utilizar e desenvolver suas habilidades cognitivas, que podem ser classificadas, segundo alguns autores, conforme a exigência cognitiva requerida para a resolução do problema⁵

São consideradas habilidades cognitivas de ordem mais alta as relativas à síntese, análise, elaboração de hipóteses, avaliação de condições. No entanto, quando o aluno utiliza, para a resolução de um problema, habilidades como aplicação de conceitos ou informações lembradas, argumenta-se que ele utilizou habilidades cognitivas de ordem mais baixa.⁶

Sendo assim, se a aula experimental coloca o aluno diante da situação problema e se estiver direcionada para a resolução desse problema, contribuirá para que o aluno raciocine

⁵ (ZOLLER et al, 2002; DOMIN, 1999 apud STUART; MARCONDES; LAMAS, 2010).

⁶ (ZOLLER e cols., 2002; DOMIN, 1999 apud STUART; MARCONDES; LAMAS, 2010).

sobre a situação e apresente argumentos para tentar uma solução. Se o estudante acompanha as etapas de investigação ele possivelmente será capaz de formular hipóteses, testá-las, discuti-las, contribuindo os conceitos químicos estudados, desenvolvendo as habilidades cognitivas e o raciocínio lógico (STUART; MARCONDES, 2008).

Desse modo, os alunos reunidos em grupo, refletem sobre a situação problema colocada, formulando hipóteses para tentar solucioná-la. Nesse momento é importante a mediação do professor no processo de norteamento dos significados do conceito científico observado. (SANTOS; MALDANER, 2010). Isso porque na formulação de hipóteses o aluno entra com o processo de argumentação científica, partindo de concepções do senso comum, com o intuito de resolver a situação problema apresentada no início do experimento e necessita de educadores com formação nesse sentido, pois a prática docente revela-se um constante processo de busca e investigação.

Para o profissional da Educação, a tomada de posturas e ações educativas inovadoras, muitas vezes, significa a ruptura com atitudes, ideias e comportamentos que já se encontram solidificados em suas práticas e que frequentemente, transformam-se em verdadeiros obstáculos para uma mudança didática. (LOCATELLI et al, 2010, p. 27)

Nota-se que profissionais da educação julgam alguns aspectos e deixam de trabalhar o argumento científico como avaliativo. Dentre esses aspectos estão a falta de espaço adequado, a falta de mais aulas semanais, as salas superlotadas, enfim, falta de infra-estrutura adequada para a aula investigativa.

Linguanoto (1987), ao discorrer sobre sua visão a respeito do Ensino Médio e a Química, apontou que as causas das dificuldades observadas eram currículos inadequados, professores despreparados, condições péssimas de trabalho e formação dos alunos. No que tange especificamente ao ensino experimental, a autora aponta a falta de material de apoio para o professor (falta de laboratório nas escolas). Ela ressalta que para haver laboratório não precisa de equipamentos sofisticados, é possível montar aparelhagens usando materiais acessíveis e baratos e às vezes até mesmo “sucatas”.

A partir da discussão levantada, nota-se que o problema atual do ensino da atividade experimental na Química não diverge muito do que foi observado no final do século XIX. No entanto, é possível observar que os programas de apoio à docência como o PIBID tem

procurado suprir essa carência nos âmbitos escolares. Além disso, observa-se que a formação de professores possui um currículo diferenciado, procura preparar os novos profissionais na busca de alternativas de ensino, nesse caso, experimentação de baixo custo, privilegiando a experimentação no Ensino Médio.

Para Nascimento e Vieira (2008) a importância da argumentação auxilia na formação de professores de ciências, que muitas vezes se mostram alheios a esse tipo de aula.

Assim, observa-se que a argumentação é um processo que envolve a dialogicidade podendo ser um facilitador da aprendizagem por meio da mediação.

“Dessa forma, não adianta somente considerarmos as situações argumentativas em salas de aula de ciências da educação básica se os próprios formadores de professores de ciências se mostram alheios a tais práticas no contexto de suas disciplinas. Consideramos que uma maior compreensão dessas situações na formação de professores de ciências poderia propiciar condições para possíveis diálogos e interseções com o discurso argumentativo que circula nas salas de aula de ciências da educação básica. Além disso, tal conhecimento poderia favorecer o desenvolvimento de propostas pedagógicas e curriculares que busquem instrumentar os licenciandos e propiciar aproximações entre as práticas deles e as do próprio formador.” (NASCIMENTO; VIEIRA, 2008, p.3)

De maneira geral, entendendo que no ensino, as atividades precisam valorizar o papel do aluno no processo de elaboração de hipóteses para confrontar situações de erro, a presente pesquisa, com o intuito de valorizar o argumento nas atividades experimentais, atrelou o Padrão de Modelo de Argumentação de Toulmin (TAP) para analisar o argumento científico de alunos de 3º ano do Ensino Médio sobre a extração e seus fatores que sirvam de subsídio para novas práticas docentes. Locatelli (et al, 2010, p.28) destaca: “Todo esse exercício contribui muito para a formação do cidadão crítico, capaz de tomar decisões relevantes frente aos problemas sociais”.

Verifica-se que o processo de elaboração de hipóteses exerce no aluno forte capacidade de argumentar sobre um determinado fato e faz com que ele crie estratégias para resolver as situações problemas. Ao propor hipóteses, esse aluno exerce sua capacidade cognitiva, contribuindo para seu desenvolvimento conceitual (STUART; MARCONDES; LAMAS, 2010).

Dessa forma, as atividades experimentais no ensino contribuem para a maior participação do aluno e melhor compreensão de conceitos científicos, dando a oportunidade de envolvimento na aula, propondo estratégias para a resolução do problema a partir da mediação do professor (STUART; MARCONDES; LAMAS, 2010).

Na atividade experimental investigativa é possível além da argumentação do aluno, o papel de mediação do professor, contribuindo para a aprendizagem de conceitos científicos.

O debate, como estratégia, provê um ambiente propício para que os alunos aprendam a argumentar, isto é, que se tornem capazes de reconhecer as afirmações contraditórias e aquelas que dão suporte às afirmações. (LOCATELLI et al, 2010, p. 28)

Haja vista que o Ensino de Ciências e neste caso, mais especificamente, o ensino de Química, tem como um dos seus objetivos o aprendizado dos conceitos científicos e o desenvolvimento de habilidades cognitivas e do raciocínio lógico, para que os alunos possam utilizar esses conhecimentos em situações e problemas de cunho científico e social. Assim, as atividades precisam ser planejadas e desenvolvidas de forma a permitir que os estudantes exponham as suas ideias e participem de um diálogo compartilhado, de forma a argumentar cientificamente tornando a sala de aula um ambiente de construção de conhecimento (JIMÉNEZ ALEIXANDRE, 1998; DRIVER et al., 2000; CAPECHI; CARVALHO, 2002).

Nesse sentido, é preciso criar um ambiente na sala de aula que permita aos alunos explicitarem suas ideias na tentativa de solucionar um problema situacional. Considerando o trabalho de atividade prática como prioridade nas aulas de Ciências juntamente com a habilidade de argumentar e a mediação do professor, pesquisadores e professores têm destacado a necessidade em desenvolver e programar atividades experimentais investigativas nas aulas de Ciências (CARVALHO et al., 1999; STUART; MARCONDES, 2008; VILLANI; NASCIMENTO, 2003).

Nesse contexto, a argumentação revela-se uma atividade social, intelectual e verbal, utilizada para expressar uma justificativa ou refutar uma opinião, levando-se em consideração o receptor e a finalidade com a qual se emitem. O processo de argumentar exige escolha de explicações e raciocínio sobre os critérios de avaliação da opção escolhida para justificar

(SÁ;QUEIROZ, 2007). Para COSTA (2008) alguns motivos para o ensino argumentativo em sala de aula podem ser elencados:

-A aprendizagem é um processo de construção do conhecimento assim como a atividade científica, o qual implica a formulação de teorias explicativas para os fenômenos. Assim, essas teorias são abertas à refutação de outras pesquisas e teorias e não são tratadas como resultado de uma mera acumulação de fatos imutáveis, permitindo que a Ciência progrida a partir de discussões, conflito, argumentação e não a partir de concordância geral e imediata.

-As investigações têm revelado que a argumentação válida não surge naturalmente, ao contrário é adquirida pela prática, apontando para a necessidade de se desenvolver as argumentações nas salas de aula.

A esse respeito Sá e Queiroz (2007) investigaram a capacidade dos alunos universitários em elaborar argumentos diante da resolução de estudo de casos bem como a validação desses argumentos utilizando o modelo de Toulmin. Nos casos onde havia escassez de alternativas, os argumentos apresentavam a fórmula mínima dado/justificativa/conclusão.

Dessa forma, esta pesquisa permitiu observar que havia poucos argumentos do tipo dado/justificativa/conclusão/backing e qualificador modal, que representa uma forma de argumento mais elaborado. A maioria dos argumentos aqui apresentados era do tipo dado/justificativa/conclusão. Motivo este que impulsionou a análise de apenas dois grupos de alunos que se destacaram entre os demais observados.

Partindo da premissa de que a atividade experimental investigativa propicia o discurso argumentativo dos alunos, esta pesquisa investigou a argumentação científica de dois grupos de alunos do 3º ano de Ensino Médio de uma escola pública da rede estadual de Dourados/MS sobre o seguinte problema experimental investigativo: “Como você compreende o processo de extração e os fatores que ocorrem durante a técnica de destilação por arraste a vapor para obter óleo essencial?”. Essa foi a situação problema para o início da sequência didática investigativa, utilizando o TAP de Stephen Toulmin para analisar a fórmula mínima de um argumento científico.

III – DESTILAÇÃO POR ARRASTE A VAPOR

A técnica de destilação simples consiste, basicamente, na separação de líquidos e suas eventuais misturas, por passagem ao seu estado de vapor e posterior condensação, resultando num produto, nesse caso, o óleo do capim-cidreira como produto destilado líquido.

No experimento aplicado, não se pode dizer que o capim-cidreira, utilizado como soluto, possua ponto de ebulição constante e definido. (GONÇALVES, et al., 1985). O óleo essencial do capim-cidreira possui o citral como principal constituinte. Esse é composto por dois isômeros: o geranial e o neral. São classificados como Aldeídos e possuem alto ponto de ebulição (McMURRY, 2008).

No que se refere a temperatura, ela é constante para separar a mistura sólido/líquido e o ponto de ebulição do solvente é menor (GONÇALVES, et al., 1985), sendo assim, os isômeros liberados no óleo possuem maior ponto de ebulição podendo ser separados do solvente água. Como afirma Gonçalves (et al., 1985, p. 65): “Se, em geral, o arraste se faz com vapor de água, a destilação, à pressão atmosférica, resultará na separação do componente de ponto de ebulição mais alto, a uma temperatura inferior a 100 ° C”.

Informa-se que quando o líquido da destilação, nesse caso, a água, entra em ebulição, passa para o estado gasoso, a temperatura fornecida ao sistema da mistura da água mais o capim-cidreira é constante, mantendo também a pressão do sistema inalterada.

Na sequência didática aplicada a técnica aplicada foi a de Destilação por Arraste a Vapor, devido a sua eficácia e baixo custo. Esta técnica é muito empregada quando se tem substâncias que se decompõem próximo aos seus pontos de ebulição e que são insolúveis na água ou nos seus vapores (GONÇALVES, et al., 1985).

Aplicando a lei dos gases, pode-se estabelecer a proporção de seus vapores em função dos pesos moleculares e das pressões parciais (GONÇALVES, et al., 1985). Se P_A e P_B são as pressões parciais de vapor dos líquidos A e B, no ponto de ebulição da mistura, então temos a P_T :

$$P_T = P_A + P_B$$

Assim, a composição do vapor seria: $n_A/n_B = P_A/P_B$ onde n_A e n_B são os números de mols das substâncias num dado volume de fase vapor (GONÇALVES, et al., 1985).

Quanto aos pesos relativos dos componentes da mistura, eles são proporcionais ao peso relativo do destilado, neste caso, do óleo do capim-cidreira extraído (GONÇALVES, et al., 1985).

III – 1. FORÇAS INTERMOLECULARES

Os pontos de fusão e ebulição geralmente estão ligados ao peso molecular e as forças intermoleculares (ALLINGER, et al., 1976). Essas diferenças ocorrem devido a três tipos de forças intermoleculares: (1) forças de van der Waals, (2) associação dipolo-dipolo e (3) pontes de hidrogênio ou ligações de hidrogênio.

(1) Forças de van der Waals: determinam as propriedades de líquidos (ponto de ebulição, viscosidade, densidade, etc), pois afetam todos os tipos de átomos e moléculas. Interferem menos nas propriedades de sólidos e gases. Age sobre as moléculas modificando suas propriedades físicas e químicas. Esse tipo de força opera entre núcleo de átomos e moléculas e tendem a aproximar os elétrons de um átomo ao núcleo de outro correlacionado e vice-versa, dessa forma, atinge a distância de energia mínima. A polarizabilidade depende da quantidade de átomos. Os que contêm C e H são menos polarizáveis e os que contêm O e N são mais polarizáveis e isso facilita a ruptura da força de ligação numa mistura (ALLINGER, et al., 1976).

(2) Associação dipolo-dipolo: ocorre entre dois átomos de eletronegatividade diferentes ligados por covalência. Na fase líquida, as moléculas estão orientadas a permitir atrações mútuas. Como a temperatura altera essa ordem, os líquidos possuem um sistema parcialmente ordenado. As moléculas polares têm pontos de ebulição maior do que as não polares (ALLINGER, et al., 1976).

(3) Pontes de hidrogênio ou ligações de hidrogênio: esse tipo de ligação é mais forte que a de van der Waals. As ligações mais fortes ocorrem com o grupo O, N ou F (átomos pequenos com densidade eletrônica concentrada). Ela ocorre quando um átomo de hidrogênio funciona como uma ponte através da covalência entre dois átomos eletronegativos, um exemplo simples é a estrutura da molécula da água (H-O-H) que possui esse tipo de ligação mantendo os dois oxigênios unidos por uma afinidade residual (ALLINGER, et al., 1976).

A presente pesquisa utilizou o capim-cidreira como amostra para extrair o óleo essencial a partir da destilação. Notou-se que os principais componentes do óleo foi o citral constituído de dois isômeros: o geranial e neral. Os mesmos são classificados como Aldeídos por possuírem o grupo carbonila (C=O) (McMURRY, 2008).

Sabendo que os grupos que contém a carbonila são polarizáveis, eles possuem ponto de ebulição alto. Estão orientados a permitir atrações mútuas, pois o oxigênio é mais eletronegativo do que o carbono, conseqüentemente tornam-se substâncias mais voláteis. Considera-se ainda que ocorra momento de dipolo nas estruturas do geranial e do neral. Como está presente a carbonila, o momento dipolar é 2,72 D (McMURRY, 2008).

IV – METODOLOGIA DA PESQUISA

IV – 1. MODELO DE TOULMIN

Um argumento é um organismo, tem uma estrutura bruta, anatômica e fisiológica. Um só argumento precisa de inúmeras páginas para descrever o progresso do argumento a partir da afirmação inicial de um problema não resolvido, até a apresentação final de uma conclusão (TOULMIN, 2006).

Um argumento pode ser apresentado em várias formas diferentes, e alguns desses padrões de análise serão mais imparciais que outros. Alguns argumentos serão mais explícitos de acordo com as bases que se apóiam e entre estas e a conclusão. E outros não serão tão claros (TOULMIN, 2006).

Dessa maneira, quando se procura validar um argumento, têm-se dois modelos rivais: um modelo matemático e um modelo jurisprudencial. Pode-se comparar a forma lógica de um argumento válido de certo modo quase geométrico, com o paralelismo de duas retas? Ou talvez, essa questão envolva os procedimentos, como dizem os advogados, em vez de argumento desenhado de forma geométrica fixa e simples? A investigação julga os argumentos moldados numa forma geométrica a fim de torná-los mais claros (TOULMIN, 2006).

A analogia com a jurisprudência avalia essa questão de sistematizar o argumento. Um conjunto de categorias deve ser observado para que se possa julgar um argumento.

As categorias de um argumento passam por três fases antes da elucidação de um modelo esquemático. O argumento possui a fase inicial, no qual a alegação é formulada com clareza; uma fase subsequente, no qual são expostos os indícios (a defesa das testemunhas) e o estágio final, o veredicto (pronunciamento da sentença) (TOULMIN, 2006).

O Padrão Argumentativo de Toulmin (TAP) segundo Sá (2009) é utilizado para investigação de argumentos científicos elaborados por alunos do Ensino de Ciências e foi empregado nessa pesquisa para avaliar as argumentações dos alunos na resolução da situação problema durante as etapas da sequência didática investigativa e posterior aula experimental.

Cabe destacar que os elementos fundamentais de um argumento são: o dado (D) fatos que fundamentam a alegação, a conclusão (C), e a justificativa (J), sendo possível apresentar um argumento apenas com esses elementos, cuja estrutura básica é: “a partir de um dado D, por meio de J, obtém-se C”. Porém, para que um argumento seja completo é necessário especificar em quais condições a justificativa apresentada é ou não válida e indicar um peso para tal justificativa (SÁ, 2009).

De acordo com Toulmin; (2006, p. 140): “Apresentar um conjunto específico de dados como a base para determinada conclusão específica nos compromete com certo passo; e a questão é sobre a natureza e justificação desse passo.” Além de especificar o dado deve-se dar suporte de justificação para que se chegue a conclusão do que se quer investigar. Para o autor, as justificativas são as garantias (W) de um argumento, são estas que registram a legitimidade do que está sendo proposto.

Para que um argumento seja mais bem elaborado pode ser acrescentado um qualificador modal (Q) que especifica a condição para validar tal justificativa. E quando a justificativa não é suficientemente válida para suportar tal conclusão, surge, então, a refutação (R).

Finalmente, o backing (B) ocorre para dar suporte a esta justificativa baseado numa lei jurídica ou científica, ou em um conhecimento básico que foi observado nesta pesquisa.

Pesquisadores da área de ensino de ciências têm utilizado o modelo de Toulmin para análise de um argumento científico (SÁ, 2009). O referido modelo é ilustrado na figura 1, identificando os elementos fundamentais de um argumento, bem como as relações existentes entre eles:

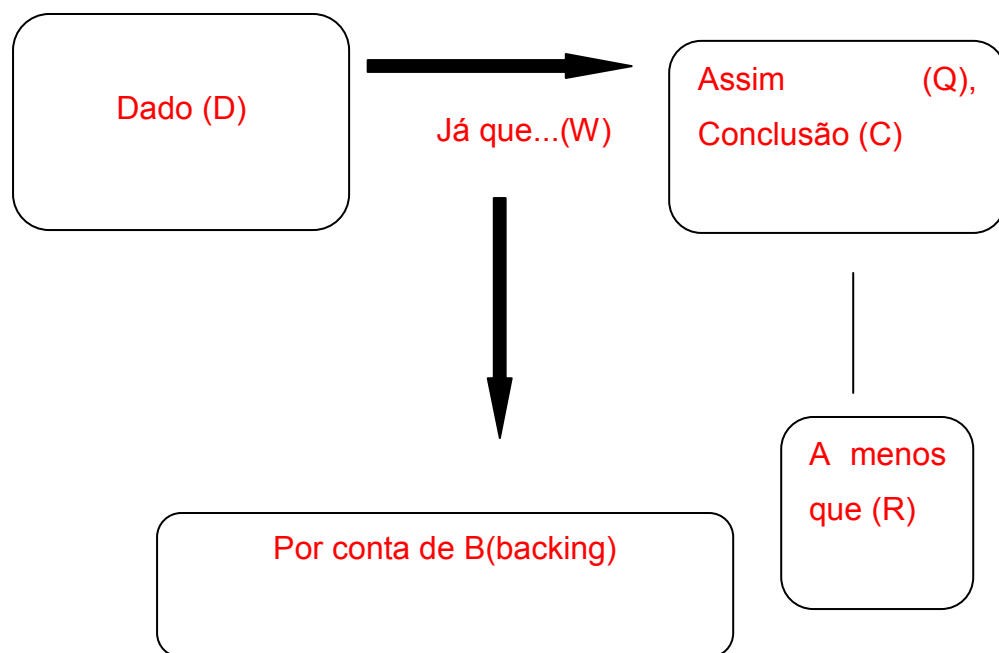


Figura 1 – Esquema do Modelo de Toulmin (2006).

Para analisar algumas situações no Ensino, o modelo de Toulmin segundo Villani e Nascimento (2003) possui algumas limitações. O modelo não julga a verdade ou a adequação do argumento, se fazendo necessário o entrelaçamento do conhecimento específico a análise. O esquema de Toulmin mostra a argumentação de um modo descontextualizado. Mas, em alguns aspectos do contexto lingüístico, se julga necessário, explorar o contexto no qual o aluno se insere para determinar alguma interpretação do argumento.

Nesse sentido, Villani e Nascimento (2003) apontaram algumas limitações do modelo de Toulmin (1958) que devem ser consideradas para a análise da argumentação de alunos em situações de ensino. Segundo esses autores, o modelo não condiz a julgamentos sobre a verdade ou sobre a adequação do argumento. Desta forma, é necessário incorporar o conhecimento específico do assunto à análise.

Além disso, o esquema de Toulmin apresenta a argumentação de um modo descontextualizado. Inexiste reconhecimento dos aspectos interacionais do argumento, enquanto fenômeno discursivo influenciado pelos contextos lingüísticos da situação na qual o argumento está inserido. Isto significa que alguma interpretação do texto é necessária. Por exemplo, (1) a mesma afirmação ou um mesmo posicionamento pode ter um significado

diferente em um contexto diferente por isso, o contexto precisa ser levado em conta para inferir seu significado. (2) Algumas vezes as declarações referentes a algum componente do argumento podem não estar explícitas no discurso, dessa forma o contexto pode nos informar sobre declarações implícitas fundamentais para a interpretação da estrutura do argumento. (3) As conversas de salas de aula não se desenvolvem necessariamente de forma linear, assim pode ser necessário examinar longas seções do texto para identificar os componentes e/ou as características de um argumento. (4) Especialmente em ciências, observações podem ser feitas através de acenos de cabeça, gestos, imagens e outros elementos do discurso não verbal e podem compor os elementos essenciais de um argumento (VILLANI E NASCIMENTO, 2003, p.190).

Entretanto Driver et al., (2000) aponta que o modelo de Toulmin desconsidera o contexto em que os argumentos são construídos e a falta de julgamento da precisão dos mesmos.

Cappechi; Carvalho (2004); VILLANI; NASCIMENTO (2003) destaca a construção coletiva do argumento: os argumentos podem aparecer de forma desorganizada com relação ao padrão, sendo que na sala de aula o argumento de um aluno completa o de outro aluno do mesmo grupo analisado, deixando algumas justificativas implícitas.

Kelly, et al., (1998) aponta a restrição de aplicabilidade do modelo de Toulmin a argumentos relativamente curtos e as ambigüidades que surgem dos seus elementos lógicos (dado/justificativa/conclusão/qualificador modal etc) quando aplicados para categorizar os enunciados da argumentação na sala de aula.

Entretanto, o uso do modelo de Toulmin foi abordado nessa pesquisa com o intuito de categorizar o argumento dos alunos a partir da observação do professor pesquisador, estimulando a tomada de decisão no processo de elucidação dos componentes do argumento (dado/justificativa/conclusão) em relação à situação problema proposta no início da sequência didática investigativa.

Em nossas investigações, a integração de diferentes perspectivas teóricas está possibilitando aumentar o nosso alcance perceptivo e analítico referente às situações argumentativas, contribuindo assim para a constituição, no espaço de formação inicial de professores ciências da educação básica, de uma visão ampla acerca das situações argumentativas e das ações do formador referentes a essas situações. (NASCIMENTO; VIEIRA, 2008, p.8).

A importância da aplicação do modelo de Toulmin se julga necessária devido a contribuição na formação do professor pesquisador que se fez nessa pesquisa, apoiando-o no processo de categorização dos dados observados e dessa forma contribuir para a formação de professores com uma visão mais ampla quanto às situações argumentativas em sala de aula.

IV -2. – MATERIAIS E MÉTODOS

IV – 2.1. MATERIAIS

Os materiais utilizados para o experimento de destilação por arraste a vapor foram:

1. Manta aquecedora para balão de fundo redondo de 1000 ml;
2. Balão de fundo redondo de 1000 ml;
3. Tubo condensador
4. Tubo de conexão em forma de T;
5. Suporte com garras para montar o aparato;
6. Funil de decantação;
7. Mangueiras de conexão;
8. Rolha de cortiça para conectar o funil de decantação ao balão;
9. Amostra de capim cidreira (200 g).
10. Água.

IV – 2.1.1. CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA PARA ATIVIDADE EXPERIMENTAL

A presente pesquisa utiliza a técnica de Destilação por Arraste a Vapor. Como a finalidade do método é obter óleo essencial, foi escolhida uma planta que apresentasse um teor de óleo e que fosse facilmente extraída, num curto intervalo de tempo.

Dessa maneira, o capim cidreira, nome popular, foi utilizado para demonstrar a extração do óleo e propiciar um material para o desenvolvimento da sequencia didática, visando a elaboração de hipóteses pelos alunos para resolver a situação problema proposta.

A espécie *Cymbopogon Citratus* (DC) Stapf é originária da Índia e encontra-se em vários países e aclimatada nas regiões tropicais do Brasil. É muito resistente às variações do solo e clima, porém os solos argilosos ou sílico-argilosos são os que oferecem melhores condições para o seu desenvolvimento (SANTOS, et al., 2009). As condições climáticas para seu desenvolvimento são o calor e o clima úmido, sendo exposta ao sol e chuvas uniformes.

A planta é uma espécie herbácea que pertence à família Poaceae, possui folhas longas aromáticas, estreitas, agudas e ásperas. Recebe o nome popular de capim-cidreira, capim-limão, capim-santo e internacionalmente como lemongrass (SANTOS, et al., 2009).

Nesta pesquisa utiliza-se o termo capim-cidreira, mais conhecido na região de Dourados, Mato Grosso do Sul, onde foram desenvolvidas as atividades. A seguir esboça-se a foto da planta:



Figura 2: *Cymbopogon Citratus* (DC) Stapf mais conhecida popularmente como capim-cidreira.

O capim-cidreira é uma planta que apresenta finalidade terapêutica, pode ser utilizado no tratamento de insônia, nervosismo, má-digestão, e outros. As características calmativas foi um dos fatores que contribuiu para a escolha da amostra, pois no Ensino Médio, geralmente os alunos ficam agitados nas aulas que envolvem experimentação. Outro fator para escolha da amostra foi porque possui teor de óleo essencial.

O óleo essencial extraído de *C. citratus* (capim-cidreira) tem como principal componente o citral composto pela mistura dos isômeros geranial e neral (65-80%).

(SANTOS, et al., 2009), além do limoneno, citronelal, mirceno e geraniol. (SANTOS, et al., 2009).

Sua importância econômica está ligada a aplicação na indústria de alimentos e cosméticos. Ocitral é matéria-prima importante utilizado na perfumaria e na síntese da vitamina A. (SANTOS, A. et al., 2009).

Os dois componentes do citral são os isômeros geranial e neral do grupo dos Aldeídos (CHO):

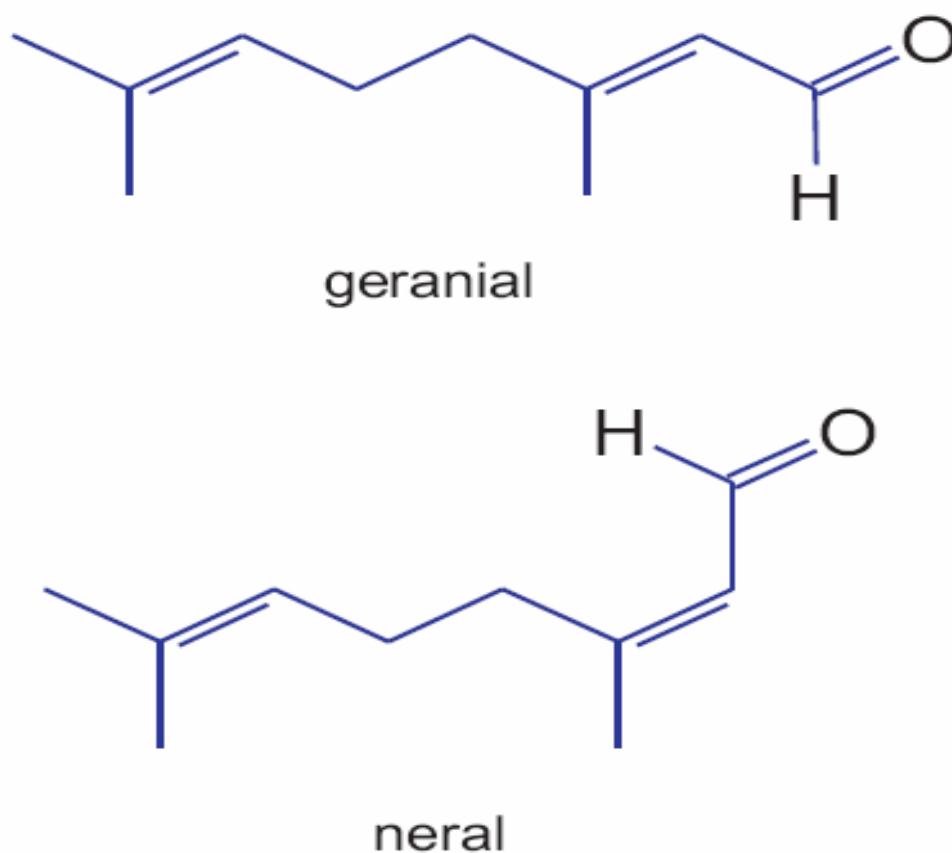


Figura 3: O óleo essencial do capim-cidreira contém o citral composto pelos isômeros geranial e neral.

Geralmente os grupos que contém a carbonila (C=O), como é o caso do grupo dos Aldeídos são polarizadas em virtude da alta eletronegatividade do oxigênio em relação ao carbono. Assim, a maioria dos compostos que contém a carbonila possui o momento de dipolo como interação intermolecular. O grupo Aldeídos possui o momento dipolar de 2,72 D (McMURRY, J.2008).

Devido à polaridade dos componentes extraídos, foi possível utilizar o capim-cidreira para contextualizar as aulas de Química ao se abordar e discutir, na sequência didática, com os alunos, os conteúdos de Forças Intermoleculares que fazem parte da ementa do 3º ano do Ensino Médio.

IV – 2.1.2. METODOLOGIA APLICADA

Para a execução desta pesquisa, primeiramente foram realizados levantamentos bibliográficos em diversos bancos de dados, como a revista Ciência & Cognição, revista Química Nova na Escola e revista Ciência & Educação. Também foram utilizados livros didáticos de ensino superior dos autores (ALLINGER, et al., 1976), (GONÇALVES, et al., 1985) e McMURRY, J.(2008) para fomentar a discussão de conceitos químicos que serviram de subsídio para a compreensão da Destilação por Arraste a Vapor.

Cabe observar que para a aplicação da pesquisa, foi escolhida, uma turma de 3º ano do Ensino Médio matutino de uma escola pública da rede de ensino de Dourados/MS. A turma era composta de 38 alunos, ao longo da pesquisa restaram 36, já que dois foram remanejados para o período noturno. A sala havia sido dividida em 6 grupos cada um com 6 alunos e dois grupos com 7 alunos. Depois, do grupo de 7 alunos diminuíram um que foi remanejado para o período noturno.

Sendo uma pesquisa de estudo de caso de observação desses grupos, 2 somente foram analisados, devido a assiduidade, participação e por apresentarem o conjunto de elementos fundamentais para um argumento completo segundo Toulmin (2006) (dado/justificativa/conclusão).

O desenvolvimento ocorreu de acordo com as seguintes etapas:

1º etapa: inicialmente foram ministradas aulas expositivas sobre as funções orgânicas e sobre forças intermoleculares. Logo depois, os alunos foram sendo investigados sobre a situação problema que se pretendia investigar: “Como você compreende o processo de extração e os fatores que ocorrem durante a técnica de Destilação por Arraste a Vapor para obter óleo essencial?”. Essa era a situação problema para o início da sequência didática investigativa. Os dados foram escritos na forma de texto.

Essa investigação foi desenvolvida na sala de aula, a partir de levantamento das concepções do senso comum dos alunos sobre o termo extração e os fatores que ocorrem durante a Destilação por Arraste a Vapor. As discussões foram feitas com a mediação da professora pesquisadora. Tendo em vista, o aporte teórico para direcionar essa sequência didática foi a Epistemologia Genética de Jean Piaget, essa era a etapa em que os alunos buscavam nos seus esquemas de assimilação apoio para solucionar a situação problema de investigação.

Esses dados foram registrados no quadro 2 nas páginas seguintes, que especifica os argumentos dos alunos segundo o argumento mais simples de Toulmin dado/justificativa/conclusão. Além disso, quando da presença de um argumento mais elaborado contendo o backing, o qualificador modal ou a refutação, esses também foram ordenados.

2ª etapa: após o primeiro contato, os alunos foram reunidos em outra aula em roda para discussão do artigo “Extraíndo óleos essenciais de Plantas”, (GUIMARÃES, et al., 2000). A situação problema investigada foi a mesma do início da sequência didática, mas agora os alunos recebiam mais instruções, pois as discussões foram apoiadas pelo artigo científico. Apoiado na discussão de esquemas de assimilação e acomodação de Piaget (2007)

A partir da mediação da professora pesquisadora, os grupos foram divididos na sala de aula e organizados fora do período letivo (matutino) para execução da atividade experimental. Isso devido à carga horária da aula de Química ser insuficiente para desenvolver o experimento e as intervenções teóricas necessárias conjuntamente.

3ª etapa: as aulas experimentais foram sugeridas e aplicadas no período vespertino. Os alunos foram levados para uma sala de aula improvisada pela direção escolar, com pias e água corrente para desenvolver a aula experimental. Isso foi desenvolvido fora do horário de aula, no vespertino, durante o período de uma semana.

Como a sequência didática era investigativa e propunha a discussão, os alunos receberam uma foto no laptop (abaixo na figura 4), com o aparelho de destilação montando. As discussões entre o grupo e os materiais ali disponíveis levaram-nos a montagem do aparelho de destilação a fim de executar a atividade experimental.



Figura 4 - Aparelho de Destilação por Arraste a Vapor montado.

4ª etapa: após a realização da atividade experimental, os grupos se reuniram, ainda com a mediação da professora pesquisadora, os alunos propuseram suas reflexões numa tentativa de significar a situação problema inicial. A mediação era no sentido de direcionar as reflexões, sem interferir no modo de pensar do grupo.

5ª etapa: a análise dos dados foi realizada com o grupo 1 e 2, selecionados tendo em vista a assiduidade no processo e por apresentarem o conjunto de elementos válidos para um argumento completo proposto por Toulmin (dado/justificativa/conclusão). O grupo 1 tinha 6 alunos e o grupo 2 com 5 alunos.

V– ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS

Inicialmente foram observadas duas salas de 3º ano do ensino médio para verificar a escolha de grupos. A sala do 3º A matutino se mostrou mais apta para desenvolver a pesquisa por motivo de interesse enquanto a sala do 3º B se mostrou mais apática e sem interesse.

Dessa maneira, foram divididos em grupos de 6 e 7 alunos. E desses grupos, somente dois foram selecionados para observação de dados.

Fatores como assiduidade as aulas propostas dentro da sequência didática e processo de argumentação ajudaram na escolha do grupo 1 e 2. Também foram observadas as características de uma pesquisa de caráter investigativo segundo Bogdan ; Biklen, 1994.

Cabe observar que o intuito da amostragem era, também, comparar a eficácia ou não de trabalhos com um número reduzido de alunos. A assiduidade nas aulas desenvolvidas durante a sequência didática foi um quesito importante para averiguação dos dados. Nos dois grupos, os alunos se mantiveram presentes em todas as etapas de investigação, o que não foi observado nos demais grupos.

Os demais grupos não apresentaram a fórmula mínima de argumento completo (dado/justificativa/conclusão). proposto por Toulmin (2006).

A metodologia aplicada nesta pesquisa seguiu uma análise qualitativa a partir de uma sequência didática investigativa, elaborada mediante uma situação problema para a investigação: “Como você compreende o processo de extração e os fatores que ocorrem durante a técnica de destilação por arraste a vapor para obter óleo essencial?”.

Ao iniciar o desenvolvimento da sequência didática, foram seguidas as etapas descritas na metodologia a fim de se obter resultados satisfatórios.

Cabe observar que análise do argumento científico dos alunos seguiu o Padrão Argumentativo de Toulmin (TAP). A seguir encontram-se os quadros com todos os dados obtidos dos alunos do grupo 1 e na sequência o grupo 2 , seguindo cada etapa proposta na sequência didática investigativa.

Quadro 2: Dados registrados na forma de texto pelos alunos do grupo 1 respostas à situação problema:

	Dados registrados na forma de texto	Padrão Argumentativo
Professora	P:Como você compreende o processo de extração e os fatores que ocorrem durante a técnica de destilação por arraste a vapor para obter óleo essencial?	Questão proposta pela professora.
Grupo 1 (G1)	Aluno 1 (Al. 1): A extração é algo que pode ser retirado na sua forma mais pura e original de cada	Dado 1.

	ser, de cada estrutura e de cada substância.	
G1	Al. 1: Temperatura, claridade, material usado no processo, umidade, pressão entre outros.	Dado 2
G1	Al. 1 Para se ter uma melhor compreensão dos fatores que podem influenciar no processo necessário fazer experimentos e estudos mais aprofundados.	Conclusão 1.
G1	Al. 2 - Extração é o que se pode tirar, obter de outra substância, que nem no extrato de tomate.	Dado 1.
G 1	Al.2 Eles obtém a substância que o tomate tem na sua composição.	Conclusão 1.
G1	Al.2: A pressão, o solvente (água do tereré).	Dado 2
G1	Al. 2: (...) para essa fabricação, eles utilizam a polpa que é o extrato de tomate.	Justificativa 1.
G1	Al. 2: A erva não libera substância se não estiver em contato com a água.	Conclusão 2
G1	Al. 2: (...) no caso do tereré, a pressão está na sucção da bomba e esta liberara a água e a substância que ela extraiu da erva. (...) para essa fabricação, eles utilizam a polpa que é o extrato de tomate.	Justificativa 2
G1	Al. 3: Extração não se resume somente em extrair a matéria de outra matéria, mas sim da exploração da matéria até que se consiga uma nova matéria (transformação).	Dado
G1	Al. 3: (...) pois a água (gelada) no copo com erva tira uma outra substância em forma de líquido que é extraída através da bomba.	Justificativa 1.
G1	Al. 3: Acontece a mesma coisa com o mate... a água do mate é quente e a coloração da erva mate é mais forte e a erva mais refinada.	Justificativa 2
G1	Al.3 – Temperatura, solvente (água do tereré e do	Dado 2

	chimarrão).	
G1	Al. 3: (...) Quando a água quente é colocada no copo sairá muito mais substância onde será extraída pela bomba.	Conclusão 1.
G1	Al. 4: (...) extração nos dá a idéia de extrair (tirar, selecionar) algo especial.	Dado 1
G1	Al. 4: No caso, o álcool é extraído da cana-de-açúcar, é tirado dessa matéria-prima algo que é essencial para essa formação.	Justificativa 1 (Backing)
G1	Al. 4: A extração não é um fator isolado. A pigmentação pode estar interferindo também.	Dado 2
G1	Al. 4: (...) utiliza-se água quente para o chimarrão. A cor pode ser diferente de quando se utiliza água fria para o tereré.	Justificativa 2
G1	Al. 4: (...) o óleo de girassol para ser obtido é preciso ser extraído, selecionado alguma substância para fabricá-lo.	Justificativa 3
G1	Al. 4: Não expressou conclusão.	Conclusão
G1	Al. 5: Através da extração de um produto será formado outro.	Dado 1.
G1	Al. 5: No tereré e no chimarrão, percebi que a água quando passa pela bomba ocorre uma transformação, ou seja, a água extrai as substâncias da erva.	Justificativa 1
G1	Al. 5: A temperatura influencia, pois a água mais gelada concede uma pigmentação mais clara, e a água quente concede uma pigmentação escura.	Conclusão 1
G1	Al. 5: A erva fica escura, pois em meu entender acontece alguma reação com o oxigênio, pois quando está em certa temperatura fica clara, mas na ausência de aquecimento, escurece.	Conclusão 2
G1	Al. 5: Com a extração, conseguimos retirar coisas de	Conclusão 3

	determinados produtos.	
G1	Al. 5: (...) o pré-sal, a Petrobrás usa a extração de Petróleo do solo.	Justificativa 2 (Backing).
G1	Al. 6: O processo de extração significa retirar substâncias de algo.	Dado 1.
G1	Al. 6: Como exemplo temos a extração do petróleo, do caldo de cana, entre outros.	Justificativa 1.
G1	Al. 6: Sabe-se que temperatura, pressão interfere nesse processo.	Dado 2
G1	Al. 6: Por exemplo, o tereré e o mate utilizam os mesmos utensílios com diferença na temperatura da água.	Justificativa 2
G1	Al. 6: (...) faz com que a erva (com folhas de boldo, etc) perca mais do seu valor na temperatura alta e perca menos na temperatura baixa.	Conclusão 1
G1	Al. 6: A pigmentação da erva também é relacionada à temperatura.	Dado 3

Quadro 3: Dados registrados na forma de texto pelos alunos do grupo 1 referente a 2ª etapa na qual os alunos apoiam seus argumentos com base na discussão do artigo de Guimarães, (2000).

Grupo1	Dados registrados na forma de texto	Padrão argumentativo
G1	Al. 1 (...) quando temos duas ou mais substâncias formando uma mistura líquida, a destilação pode ser um método adequado para purificá-las (...)	Dado 1
G1	Al. 1 (...) basta que tenham volatilidades diferentes entre si.	Justificativa 1

G1	Al. 1 Um exemplo de destilação que tem sido feito desde a antiguidade é a destilação de bebidas alcoólicas.	Justificativa 2 (backing)
G1	Al. 1 A bebida é feita pela condensação dos vapores de álcool que escapam pelo aquecimento de um mosto fermentado. Como o teor alcoólico na bebida destilada é maior do que aquele no mosto caracteriza-se aí um processo de purificação.	Conclusão 1
G1	Al. 1A destilação é o processo no qual duas substâncias são separadas através do aquecimento.	Dado 2
G1	Al. 1 Por exemplo, solução de água e sal.	Justificativa 3
G1	Al. 1 Aquecendo a solução, quando a água entra em ebulição e passa pelo condensador, sairá como água líquida enquanto o sal ficará no primeiro recipiente.	Justificativa 4
G1	Al. 1 Separando assim a água e o sal.	Conclusão 2
G1	Al. 2 O processo de destilação ocorre ao extrairmos substâncias de determinadas soluções.	Dado 1
G1	Al. 2 Essa extração retira a essência que é indispensável e a substância que está presente numa planta.	Justificativa.
G1	Al. 2 Todo o processo possui o aquecimento, assim a planta desidrata e libera o seu extrato através do super aquecimento que ocorre no destilador, separando uma mistura líquida ou sólida dissolvidos em seus componentes, sendo o vapor condensado.	Dado 2
G1	Al. 2 Tais procedimentos (destilação) são necessários para obter perfume e outros.	Conclusão 1
G1	Al. 3 (...) é indispensável o uso de materiais de segurança.	Dado.
G1	Al. 3 nada	

G1	Al. 3 nada	
G1	Al. 4 Extração é o ato de extrair algo, selecionar uma parte principal de determinada substância ou planta.	Dado 1
G1	Al. 4 As essências são de origem natural ou sintética.	Dado 2
G1	Al. 4 Pode-se dizer que as naturais são extraídas de plantas, raízes, flores ou até animais. E as sintéticas são produzidas em laboratório.	Justificativa
G1	Al. 4 No processo de destilação, o vapor é condensado e o produto obtido é conhecido como destilado (...)	Conclusão 1.
G1	Al. 4 (...) o vapor formado possui uma composição diferente do líquido residual.	Conclusão 2
G1	Al. 4 Portanto, na destilação, estão presente processos químicos que já estudamos como a influência da temperatura, os estados físicos da matéria, insaturação, pressão, componentes que auxiliam na extração.	Conclusão 1
G1	Al. 5 Extração é uma forma de tirar cheiros, sabores e até mesmo nutrientes de uma certa flor.	Dado 1
G1	Al. 5 Existe a extração através de vapor de água.	Dado 2
G1	Al. 5 Enfim, através da extração, pode-se fazer perfumes, cremes hidratantes, shampoos.	Conclusão
G1	Al. 6 A destilação por arraste a vapor é utilizada para obter óleos essenciais de ervas.	Dado 1.
G1	Al. 6 Portanto, podemos entender como destilação um processo de extração.	Conclusão 1
G1	Al. 6 Existem outros tipos de destilação como a que ocorre nas bebidas alcoólicas, é o caso da cachaça, por exemplo.	Justificativa.
G1	Al. 6 Para fazer a destilação por arraste a vapor é necessário o uso de um destilador.	Dado 2
G1	Al. 6 O resultado do processo de destilação é um	Conclusão 2

	líquido incolor e com cheiro correspondente a erva utilizada como matéria-prima.	
--	--	--

Quadro 4: Dados registrados na forma de texto pelos alunos do grupo 1 referente à 3ª etapa na qual os alunos são colocados para montar o aparelho de destilação e aplicação da atividade experimental.

Grupo 1	Dados registrados na forma de texto	Padrão argumentativo
G1	Al. 1 A destilação foi abordada desde o produto a ser destilado até os equipamentos de proteção individual.	Dado
G1	Al. 1 Montou-se o destilador por arraste a vapor e extraiu a essência do capim cidreira.	Conclusão.
G1	Al. 2 Após o experimento, eu aprendi que o processo é mais detalhado. É utilizado para extrair óleo.	Conclusão.
G1	Al. 2 O tempo determina quando o óleo vai ser extraído.	Dado .
G1	Al. 2 Por que a extração depende do tempo para ser bem aproveitada.	Justificativa.
G1	Al. 3 A extração vai além de colher e ferver a planta. Envolve fatores que promovem este processo. Não é tão simples como eu pensava.	Conclusão
G1	Al. 3 Extração engloba vários fatores como: pressão, temperatura, vaporização.	Dado 1
G1	Al. 3 O aquecimento determina o tempo da extração.	Dado 2
G1	Al. 4 A extração seria tirar algo essencial de uma planta. (o pensamento anterior do aluno)	Dado 1
G1	Al. 4 Não é simplesmente isso, e a extração envolve pressão, temperatura que influencia bastante.	Dado 2
G1	Al. 4 Existe equipamentos corretos e para utilizar o aparelho de destilação por arraste a vapor é	Conclusão.

	diferente de colocar o capim-cidreira para ferver num caneco.	
G1	Al. 4 Por que o extraído não tem coloração verde, ao comentário de quando se ferve a planta e a água fica verde.	Justificativa.
G1	Al. 5 A extração por arraste a vapor é interessante, já que com a fervura sobe o óleo junto com a água.	Justificativa.
G1	Al. 5 (...) e isso é extração; retirar uma essência de algo.	Dado.
G1	Al. 5 A extração só vai ocorrer se a substância de amostra ter óleo.	Conclusão.
G1	Al. 6 Extração leva em consideração alguns fatores como temperatura, pressão, etc.	Dado.
G1	Al. 6 O exemplo do tereré utiliza utensílios e água gelada para extrair o produto da erva.	Justificativa .
G1	Al. 6 A extração é um processo usado para obter óleo essencial.	Conclusão.

Quadro 5: Dados registrados na forma de texto pelos alunos do grupo 1 referente a discussão final do grupo 1 reunido para significar a situação problema da investigação.

Grupo 1	Dados registrados na forma de texto	Padrão argumentativo
Alunos 1,2,3,4,5,6	Extração era amassar uma planta e sentir seu cheiro. Ou ferver a planta na água quente. (senso comum)	Dado 1
Alunos 1,2,3,4,5,6	Isso era nosso conhecimento popular.	BRANCO
Alunos 1,2,3,4,5,6	Extração engloba fatores como temperatura, a pressão, a vaporização, etc. (artigo científico)	Dado 2.
Alunos 1,2,3,4,5,6	Após montar o equipamento, extraiu-se o óleo essencial. (experimentação)	Conclusão1.

Alunos 1,2,3,4,5,6	Extração nada mais é que retirar da planta a sua essência. É o que ela tem de puro dentro de si em forma de óleo.	Conclusão 2
Alunos 1,2,3,4,5,6	(...) passamos a entender que extração está bem pertinho de nós, num simples perfume, por exemplo.	Justificativa.

De acordo com a análise dos dados obtidos, os argumentos dos alunos referem-se à extração como sendo um processo que envolve retirar uma substância de outra (ou purificar); ou retirar algo de uma matéria prima, ou ainda um processo que envolve transformação, utilizando pressão, temperatura, solvente, como nos casos da confecção das bebidas tereré e chimarrão.

Na 1ª etapa, cabe a análise do aluno 2, do grupo 1, com base no Padrão Argumentativo de Toulmin (TAP) segundo Sá (2009). A interpretação do aluno 2 do grupo 1 expressos no quadro 2, pode ser observado e esquematizado da seguinte maneira:

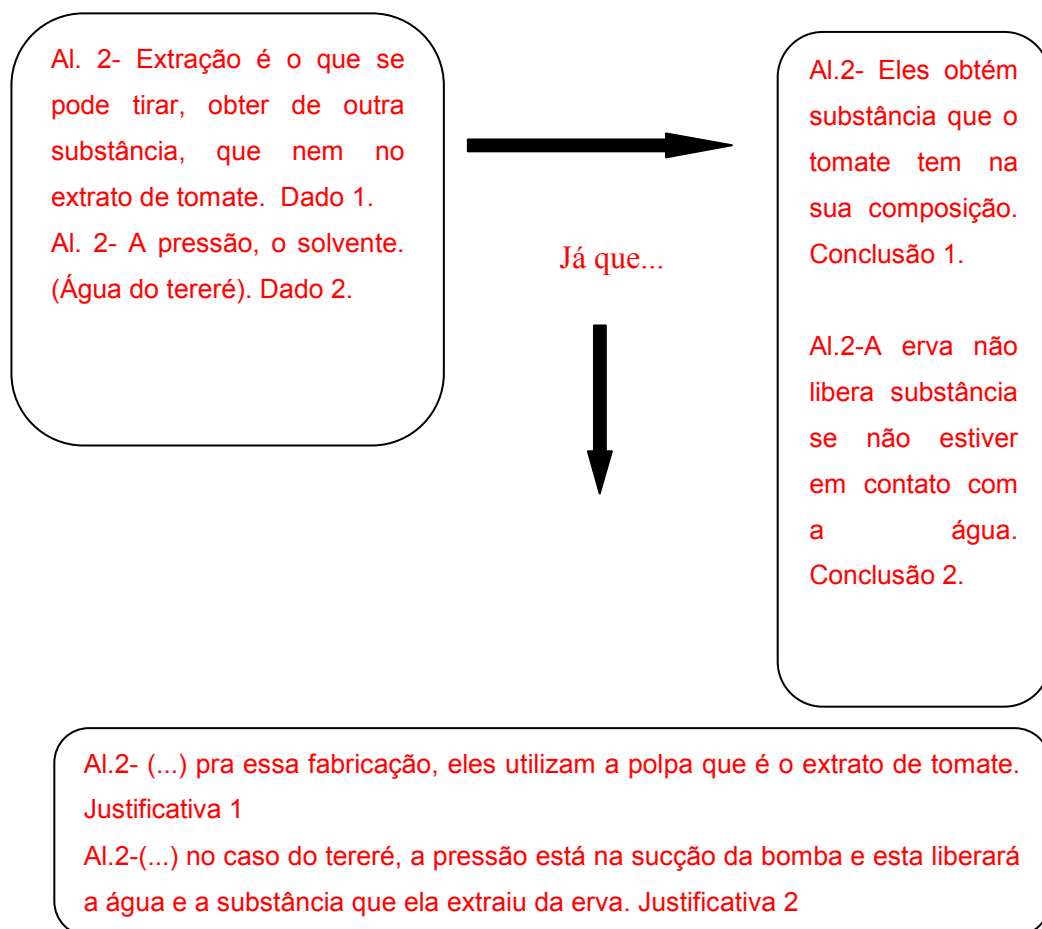


Figura 5: Modelo de argumentação de Toulmin do aluno 2 do grupo 1, 1ª etapa.

Verifica-se que o aluno 2, do grupo 1, define extração como “algo que se extrai de outra substância”, comparando isso com o extrato de tomate. Ele justifica sua descrição de dado retomando que o tomate tem uma polpa que é extraída para tal finalidade e por fim, conclui que existe uma substância no tomate que pode ser extraída para fabricação do extrato. O aluno 2 mostra que possui o padrão de argumento mais simples, de acordo com a fórmula mínima de Toulmin, pois apresenta na sua argumentação dado/conclusão/justificativa.

Considerando a situação problema para a investigação, na qual esse aluno elabora suas concepções com base no senso comum, ele consegue respondê-la explicando a extração e ainda percebe que existem outros fatores também presentes, tais como a pressão e a temperatura. Para Piaget (2007), esse aluno possuía o esquema de assimilação para formular suas reflexões. A nova informação foi relevante ao ponto dele perceber a presença de outros elementos importantes para suas reflexões tais como a pressão e a temperatura. Isso mostra que houve a aquisição do conhecimento gerando a acomodação e a equilibração.

Esse mesmo aluno consegue elaborar outro conjunto de argumento quando relaciona os fatores pressão e temperatura no exemplo do tereré, que constitui outro dado. Argumenta que “no caso do tereré, a pressão está na sucção da bomba e esta liberará a água e a substância que ela extraiu da erva” e conclui que a erva vai liberar a substância se for utilizado o solvente água. Aqui novamente, o argumento desse aluno 2 constitui um modelo de argumento simples.

Outros dados pertinentes para o modelo referido, apresenta-se nas respostas do aluno 5, no quadro 1, nota-se que ele expressa uma justificativa do tipo backing. Segue o modelo de Toulmin esquematizado na figura 6:

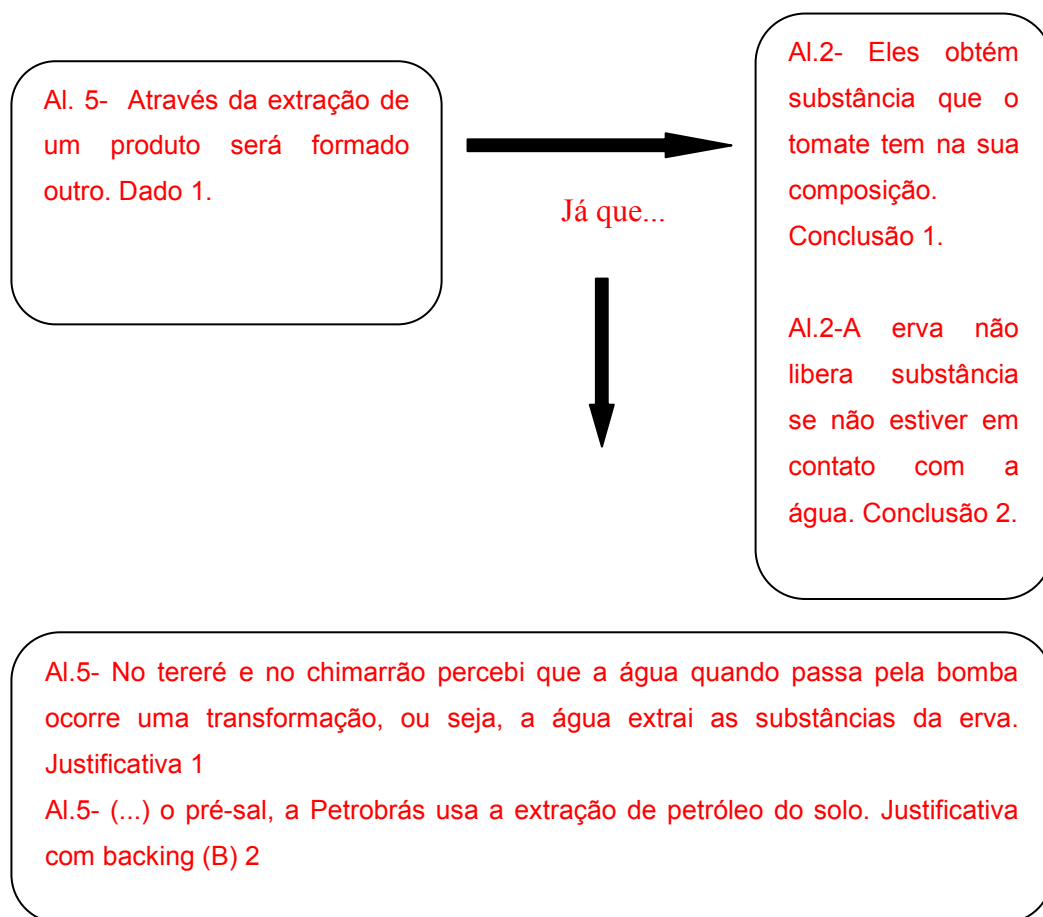


Figura 6: Modelo de argumentação de Toulmin do aluno 5 do grupo 1, 1ª etapa .

Nesse caso, o argumento do aluno 5, do grupo 1, apresenta um argumento mais bem elaborado, com o aparecimento do backing (B). Essa justificativa referencia um conhecimento básico do aluno com relação ao termo de pesquisa investigativa focado na definição de extração e nos fatores que ocorrem concomitantemente durante o processo de Destilação por Arraste a Vapor.

Quando o aluno 5 descreve “o pré-sal, a Petrobrás usa a extração de Petróleo do solo”, ele argumenta conhecer o assunto mais discutido na mídia. É possível observar que possui um argumento mais forte, mais elaborado, indicando que esse aluno acompanha notícias de jornal, ou outro material informativo de fatos ocorridos na sociedade atual. Segundo Piaget (2007), esse aluno possui um esquema de assimilação congruente com a nova informação e isso o leva-o a formular um argumento mais elaborado, ou seja, esse aluno já possuía na estrutura cognitiva uma informação que deu suporte para a compreensão do termo extração e

seus fatores. Houve a aquisição do conhecimento, passando do esquema de assimilação para a acomodação e a equilibração.

Faz-se necessário a observação do registro do modelo para o aluno 6 do grupo 1, na figura 7, visto no quadro 1, já que esse aluno mostra o padrão de argumento simples, porém com vários dados e somente uma conclusão como esquematizado abaixo:

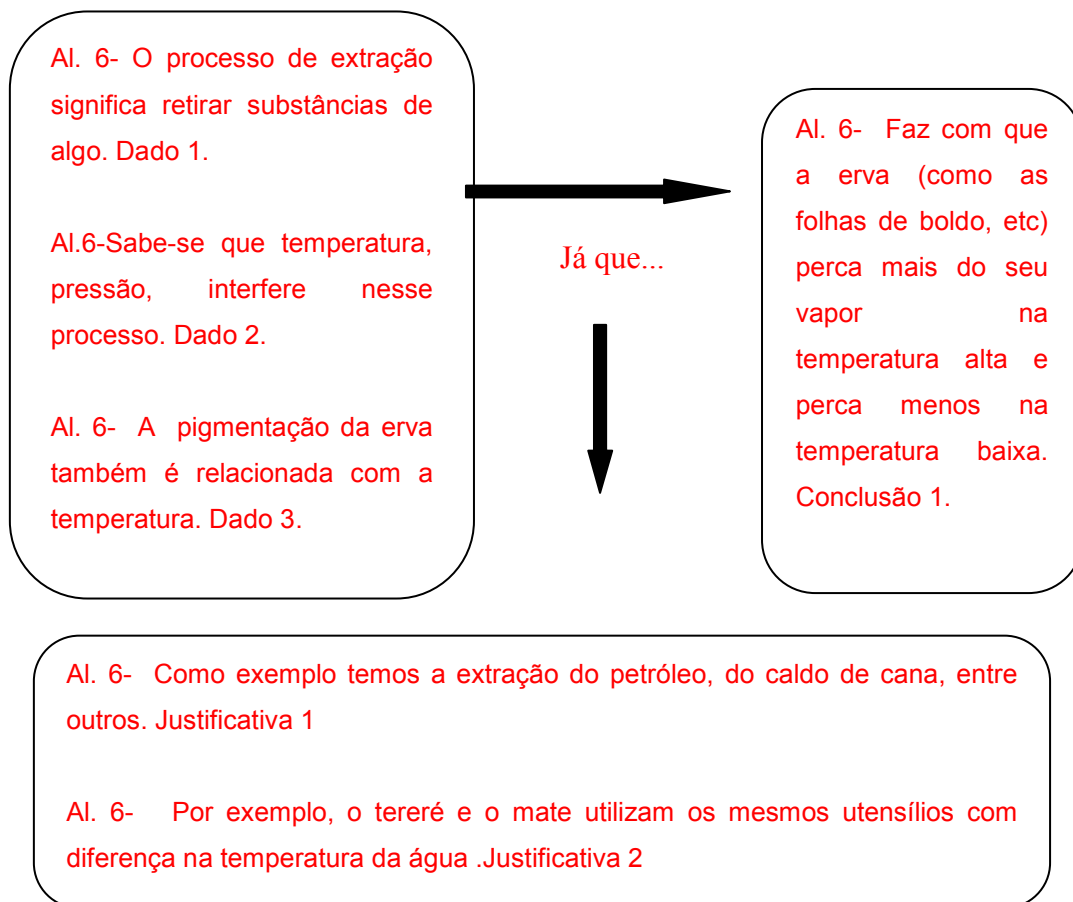


Figura 7: Modelo de argumentação de Toulmin do aluno 6 do grupo 1, 1ª etapa.

O esquema acima mostra o padrão argumentativo simples (dado /justificativa/conclusão) do Modelo de Toulmin. Este aluno apresenta 3 dados, 2 justificativas e apenas 1 conclusão. Porém, expressa sua opinião sobre a extração: “significa retirar substâncias de algo.” Além disso, ele afirma conhecer os fatores que ocorrem numa Destilação por Arraste a Vapor. Dessa forma, elucida reflexões sobre a situação problema da investigação.

O argumento do aluno 6 mostra que ele possui um forte conhecimento básico sobre conceitos científicos, pois evidencia na sua justificativa uma comparação muito importante:

“(...)como exemplo temos a extração do petróleo, do caldo de cana, entre outros.” Nesse trecho é observado o argumento dele sobre a extração que é apoiado no uso de analogias. Para Piaget (2007), esse aluno está no estágio das operações formais, como explica o autor, a partir dos 7 a 8 anos de idade a criança já possui a capacidade de raciocínios lógicos, mas nessa fase que é o estágio *operacional-concreto*, a criança ainda precisa de objetos concretos para explicar o real. Já nas operações formais, a criança está na fase da pré-adolescência e passa a explicar fatos já observáveis. Este estágio é marcado pela dedução lógica.

As operações “formais” assinalam, pelo contrário, uma terceira etapa em que o conhecimento supera o próprio real para inserir-se no possível e ligar diretamente o possível ao necessário sem a mediação indispensável do conceito; ora, o possível cognitivo, tal como, por exemplo, a sequência infinita de números inteiros [...](PIAGET, 2007, p. 48).

Nesse estágio, o aluno passa a elaborar afirmações baseadas em suas deduções, na forma como articula seus conhecimentos na estrutura cognitiva. Nesse sentido nota-se na conclusão do aluno 6, do grupo 1, que ele relaciona o fator temperatura como determinante na obtenção de outra substância, que o aluno ainda não define, mas seria o óleo essencial.

No que se refere a 2ª etapa, o aluno ainda tentando definir um argumento mais sofisticado para definir extração e os fatores que ocorrem durante uma destilação mostra um argumento mais elaborado devido ao apoio que obteve com a leitura do artigo científico (GUIMARÃES, et al., 2000).

Nesse momento foi analisado o mesmo grupo 1, observando se o artigo científico aplicado na sequência didática investigativa promoveu a evolução do conhecimento científico, a partir da argumentação. Novamente os alunos 2, 5, 6 são analisados, tendo em vista que se destacaram por apresentarem o padrão de argumento mais elaborado e persistirem até na última etapa da sequência didática, formularam argumentos mais relevantes para a análise referida. Os demais integrantes do grupo se perderam durante as etapas, ou não dispuseram de um argumento baseado na fórmula mínima (dado/justificativa/conclusão).

Cabe destacar que os motivos dos alunos 1,3,4 não apresentarem argumento diverge muito. Diante das análises, foi possível observar que em alguns momentos o aluno não leu o material para propor argumento, ou não expressou conclusão ou justificativa, ausentando-se

da sequência didática proposta. Deste modo, não foi possível concluir a investigação com base nos argumentos propostos.

Quanto ao aluno 2, do grupo 1, na 2ª etapa, ainda na busca de resolver a situação problema, mostra que ocorreu uma melhora do argumento, pois o artigo utilizado enfatiza o processo da Destilação por Arraste a Vapor. Veja o esquema:

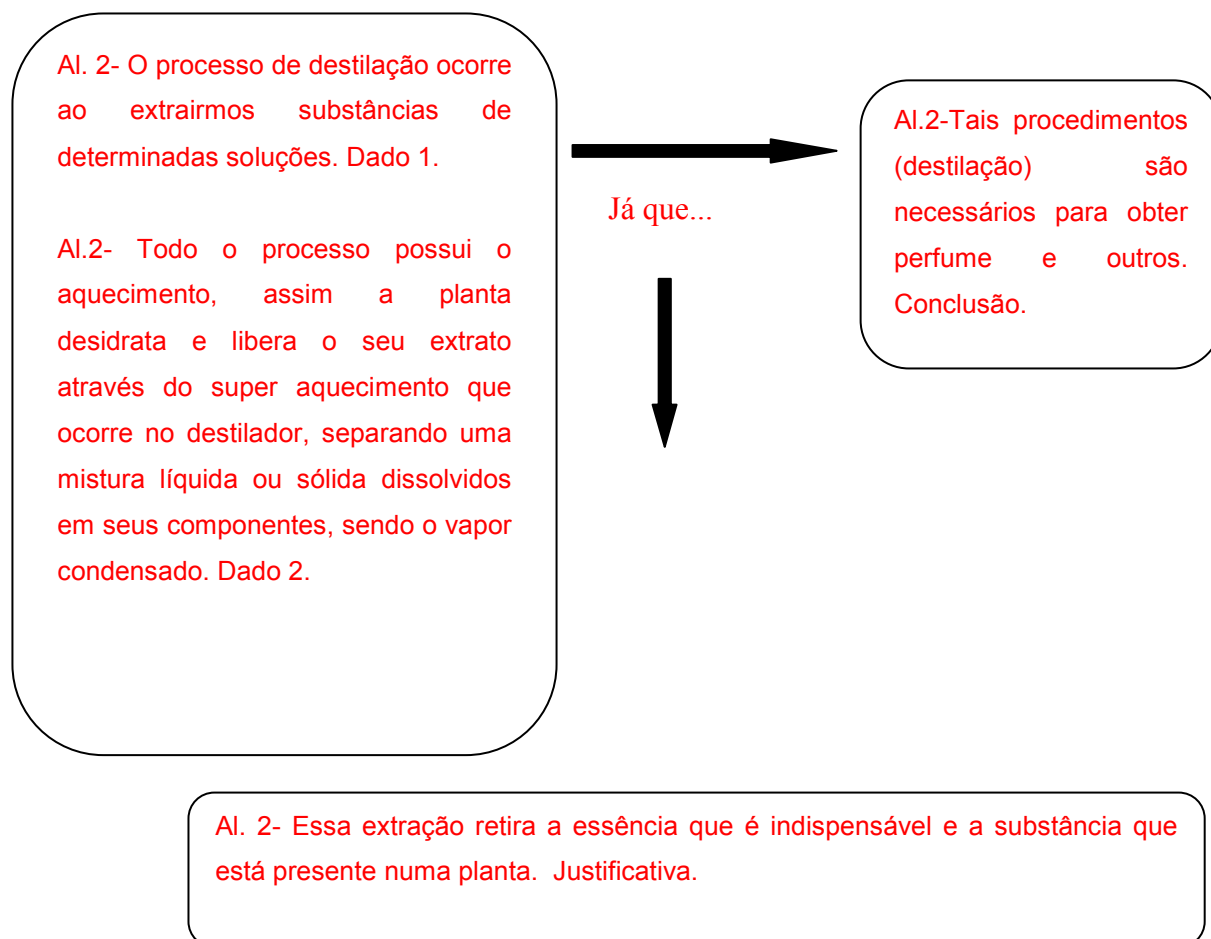


Figura 8: Modelo de argumentação de Toulmin do aluno 2 do grupo 1, 2ª etapa .

Nesse caso, o aluno 2 mostra que existe uma mistura líquida para ser destilada, que ocorre o aquecimento, ou seja, a temperatura é necessária no processo de destilação. Na tentativa de elucidar a extração, faz referência a algo que se pode extrair da planta, refere-se à essência, evidenciando a presença de óleo essencial, mesmo ele não tendo citado. De maneira geral o argumento desse aluno mostra que houve mudança na elaboração de seus conceitos, além disso afirma tudo com mais clareza na descrição.

Para Sá; Queiroz, (2007), o processo de argumentar exige escolha de explicações e raciocínio sobre os critérios de avaliação da opção escolhida para justificar. Esse processo de articulação de hipóteses para garantir a explicação também concorda com o estágio das operações formais de Piaget. O indivíduo é capaz de formular suas reflexões a partir de seus esquemas de assimilação.

No que se refere ao aluno 5, houve ausência da justificativa, mesmo recebendo as orientações por meio do artigo científico. Observa-se que para ele não aconteceu uma informação relevante que o fizesse mudar sua concepção do senso comum. Isso segundo Piaget (2007), é uma informação não relevante, que não ultrapassou o esquema de assimilação, até chegar a acomodação, como mostra o esquema:

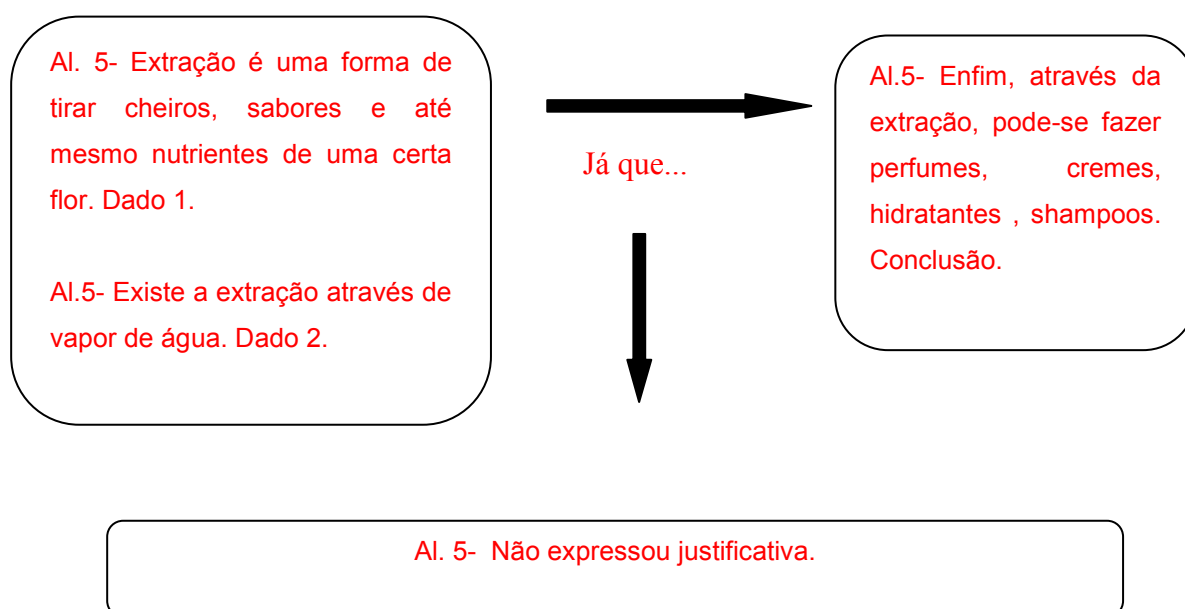


Figura 9: Modelo de argumentação de Toulmin do aluno 5 do grupo 1, 2ª etapa .

Tendo em vista o caso do aluno 5, Piaget (2007), coloca como fora do estágio de maturação, ele não atingiu o estágio das operações formais. O aluno não expressou justificativa porque o nível de maturação dele ainda se encontra fora do estágio onde ele é capaz de formular suas reflexões e hipóteses com base no que não se vê. Parece que encontrar-se no estágio pré-operacional, pois não consegue a noção de reversibilidade, de articulação de hipóteses e nem propor argumento.

O estágio pré-operacional também é marcado pela fase dos por quês e o indivíduo precisa do objeto real para propor suas reflexões. Nesse sentido o aluno observado, mostra-se inseguro para propor algo que não teve contato, a atividade experimental seria uma forma de ele observar o real, a partir da interação entre sujeito e objeto.

Já o aluno 6, do grupo 1, mostra o modelo de argumento simples descrito por Toulmin. Nesse caso, o aluno argumenta sobre a existência de óleos essenciais, um fato importante no dado, também enfoca que o processo é possível com o uso do destilador (aparelhagem). Além disso o seu argumento foi melhorado e responde a situação problema de investigação.

Nesse caso é possível perceber à medida que o argumento evoluiu, que o esquema de assimilação do aluno foi suficiente para propor uma nova definição de conceitos, acomodando a nova informação. O que não ocorreu nos casos dos alunos 1,3 e 4. O aluno 6 consegue relacionar a extração com outro processo semelhante, faz uso de analogia para justificar, expressa um argumento, utilizando termos científicos tais como destilação, óleo essencial, líquido incolor, matéria-prima, como revela o esquema abaixo:

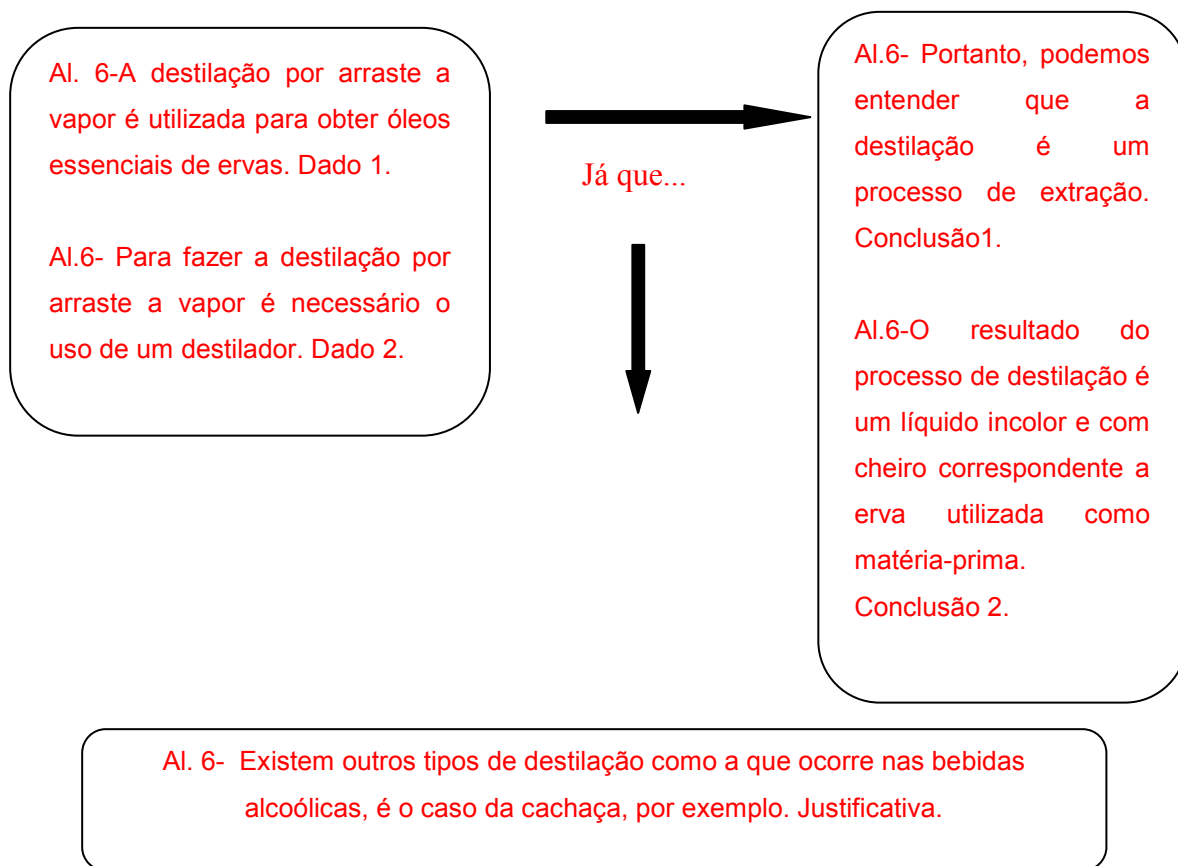


Figura 10: Modelo de argumentação de Toulmin do aluno 6 do grupo 1, 2ª etapa.

Passando para a 3ª etapa da sequência didática investigativa, foi possível elucidar o modelo do argumento do aluno 2:

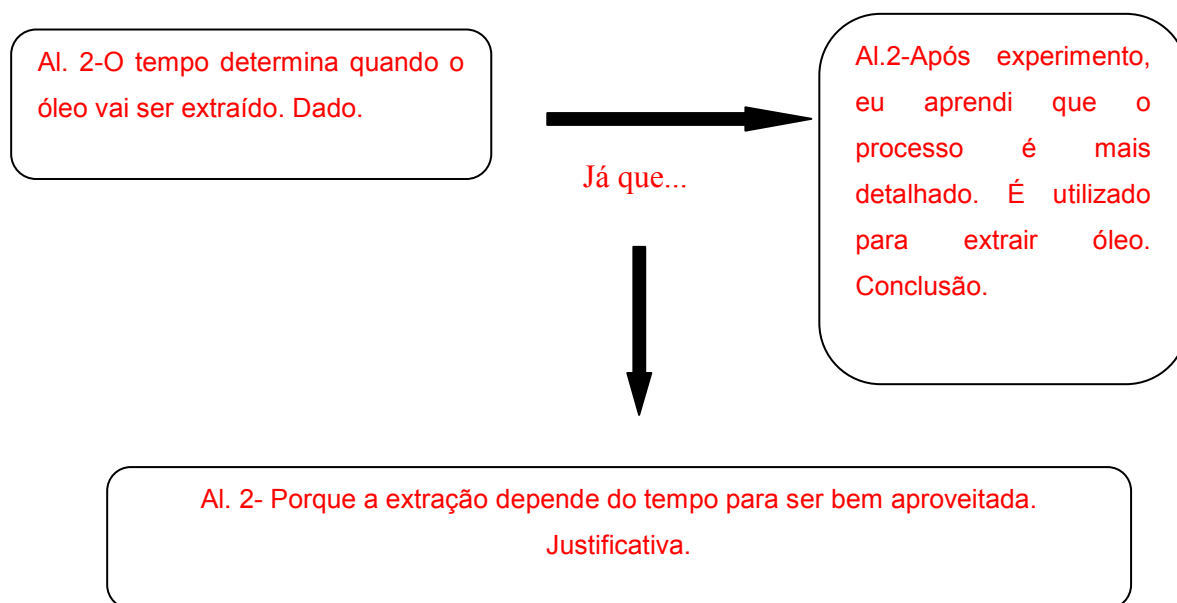


Figura 11: Modelo de argumentação de Toulmin do aluno 2 do grupo 1, 3ª etapa .

Nessa etapa, o aluno 2 expressou um argumento simples contendo dado/conclusão/justificativa, que atende ao modelo da fórmula mínima de argumentação descrito por Toulmin.

Verifica-se que o aluno 2, do grupo 1, definiu como dado o tempo determinante para obter óleo, explicando a situação problema, pois a extração é um processo simples e rápido. Na sua justificativa relaciona que a “extração depende do tempo” e concluiu seu argumento afirmando que o processo é utilizado para extrair óleo.

Nesse caso, o aluno 2, discorreu sobre a questão inicial que norteou a investigação da argumentação, a extração para esse aluno está baseada na obtenção de óleo. A argumentação aqui poderia ser mais elaborada, visto que o aluno já recebeu apoio do artigo científico e também já observou o processo da atividade experimental aplicada.

Observa-se agora os dados registrados sobre o aluno 5, do grupo 1, na figura 12:

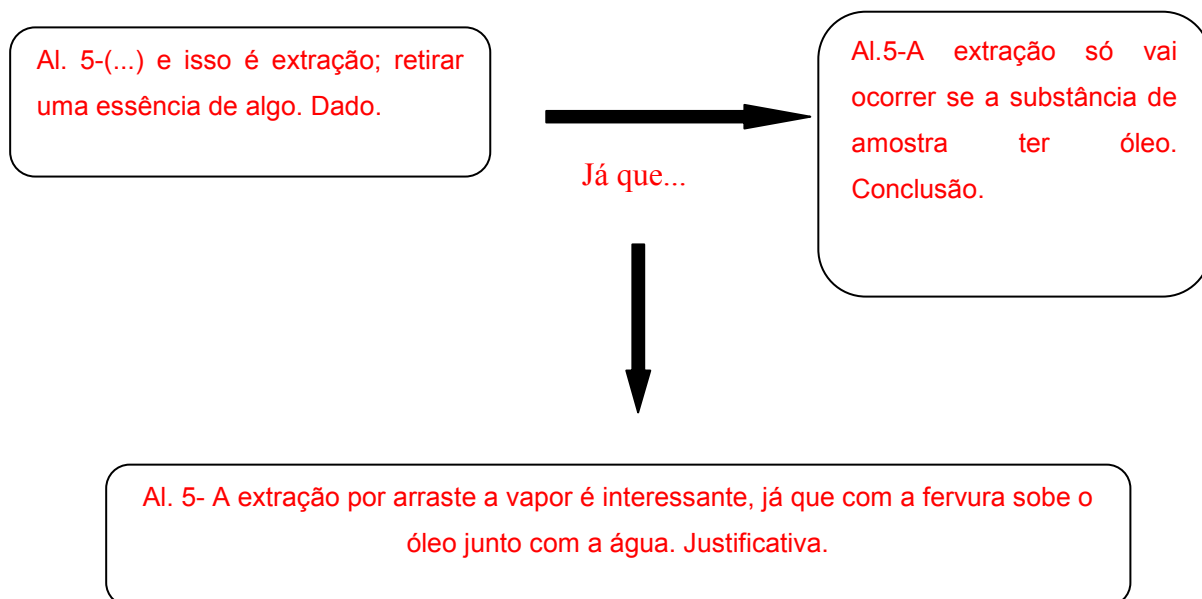


Figura 12: Modelo de argumentação de Toulmin do aluno 5 do grupo 1, 3ª etapa .

O aluno 5 mostra sua definição para extração: “retirar uma essência de algo”, segue argumentando que “com a fervura sobe o óleo junto com a água”. E conclui seu pensamento afirmando que “A extração só vai ocorrer se a substância de amostra tiver óleo.”

Nota-se que o argumento do aluno 5 mostra a preocupação que ele tem com o termo extração somente atendendo uma das questões implícitas na situação problema que para ele é relevante. Atende ao modelo de argumentação da fórmula mínima, mas quanto aos fatores que ocorrem concomitantemente durante o processo, ele não faz nenhuma colocação.

É interessante observar que para esse aluno, a ideia de extração significa obter óleo, mas deixa claro que a substância de amostra deveria ter na sua composição esse teor de óleo para ser extraído. Isso evidencia que ele aprendeu a definir de extração, mas deixou de lado as variáveis que também operam durante uma Destilação por Arraste a Vapor.

Segundo Piaget (2007), a construção do conhecimento alicerçado na experiência entre o sujeito e objeto propicia o conhecimento a partir do processo de argumentação e isso fica claro no argumento do aluno 5.

Segue-se análise do aluno 6, figura 13:

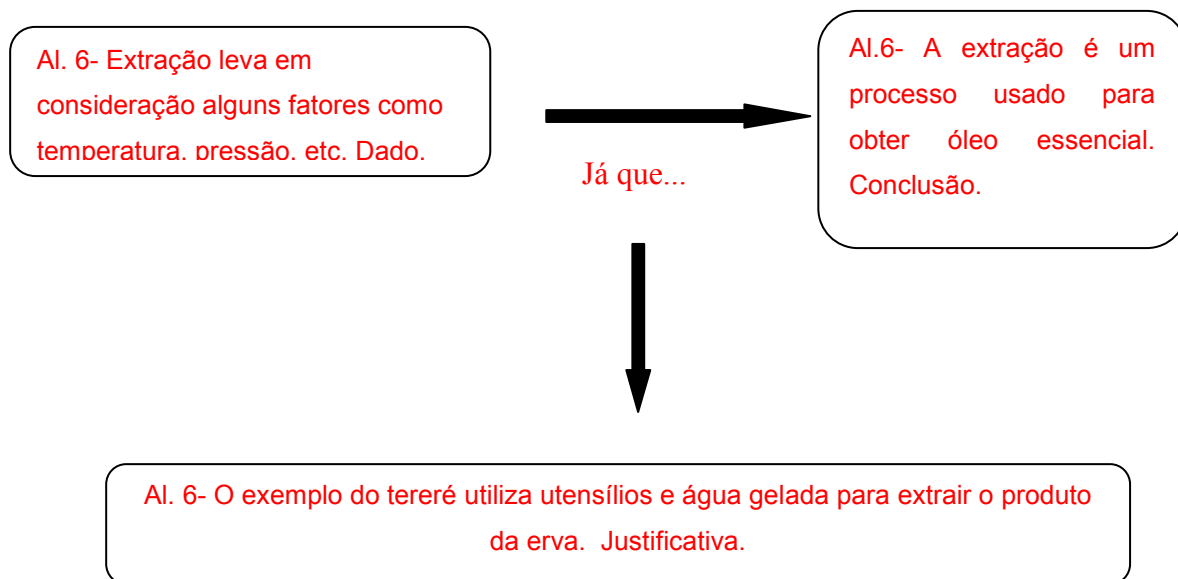


Figura 13: Modelo de argumentação de Toulmin do aluno 6 do grupo 1, 3ª etapa.

A análise do aluno 6, do grupo 1, mostra que ele possui um argumento simples, e se preocupa com os fatores que ocorrem durante a Destilação por Arraste a Vapor. Ele menciona a temperatura e a pressão como relevantes, procura definir extração como um “processo usado para obter óleo essencial”. Na argumentação usa da analogia a partir de um exemplo comum, o tereré.

Ainda é possível observar que o aluno 6, do grupo 1, mostra que ele mantém um argumento simples, procurando explicitar o significado da situação problema para essa investigação. É possível notar que ele evoluiu muito desde a 1ª etapa, e vai construindo no decorrer da sequência didática suas concepções cada vez mais elaboradas não fugindo o padrão de argumento descrito por Toulmin na figura 12.

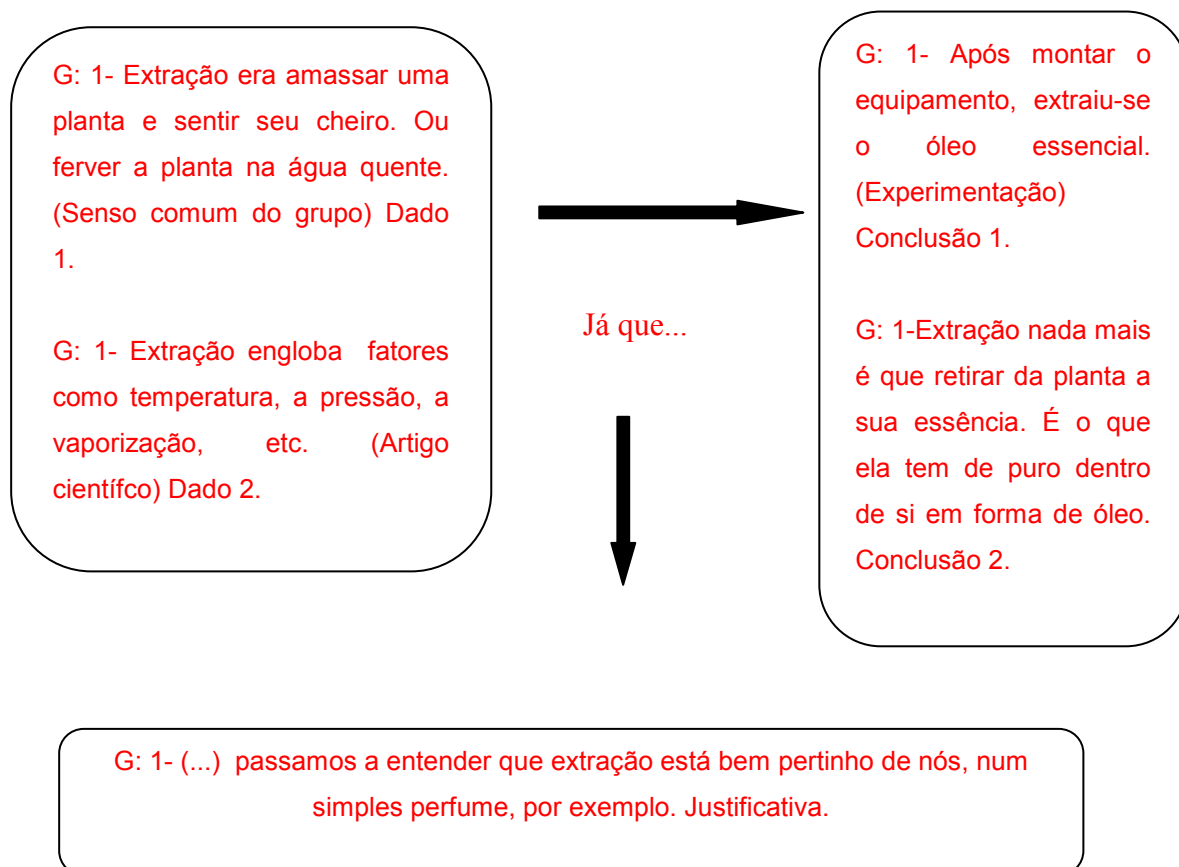


Figura 14: Modelo de argumentação de Toulmin do grupo 1, 4ª etapa .

Os dados obtidos do quadro 4, foram os registros de todos os integrantes do grupo 1 (6 alunos). Diante da análise, foi importante observar que as concepções predominantes foram as dos alunos 2,5 e 6. Observa-se no registro referido aos fatores temperatura e pressão. A obtenção de óleo essencial está muito forte evidenciando no registro dos alunos 5 e 6. O modelo de argumento é simples mas responde as duas questões implícitas na situação problema da investigação.

Seguindo as observações colocadas até o momento, analisa-se agora o grupo 2, tendo em vista, os registros de todas as etapas compreendendo a sequência didática investigativa enunciadas na metodologia desta pesquisa, como mostra o quadro a seguir:

Quadro 6: 1ª etapa do grupo 2.

<i>Dados registrados na forma de texto</i>		<i>Padrão Argumentativo</i>
<i>Professora</i>	<i>P: Como você compreende o processo de extração e os fatores que ocorrem durante a técnica de destilação por arraste a vapor para obter óleo essencial?</i>	<i>Questão proposta pela professora</i>
<i>Grupo 2</i>	<i>Al. 1 “Quando a gente fala em extração, significa retirar alguma substância que geralmente é a essência.”</i>	<i>Dado 1</i>
<i>G 2</i>	<i>Al. 1 “ Sendo que por muitas vezes os fatores que podem influenciar essa extração como a temperatura, o ambiente, o estado físico, a pressão, o sabor(...)” (Fatores)</i>	<i>Dado 2</i>
<i>G 2</i>	<i>Al. 1 “(...) por exemplo, eu acho que no caso do desodorante para extrair o seu aroma é necessário todo um processo químico de união de substâncias extraídas, ou seja, retira das plantas usando elementos orgânicos. No perfume, por exemplo existe o benzeno que é conceituado como o anel aromático.”</i>	<i>Justificativa 1(backing)</i>
<i>G2</i>	<i>Al. 1 “Quando a gente toma tereré, há um processo de separação de misturas através da água que retira a substância da erva com o auxílio da bomba para ocorrer o processo de separação.”</i>	<i>Justificativa 2</i>

G2	<i>Al. 1 “Também é utilizado o processo de separação de misturas como dissolução fracionada, destilação, filtração, decantação entre outras que podem servir para retirar a essência d e determinado produto.”</i>	<i>Conclusão 1</i>
G 2	<i>Al. 2 “Extração é a maneira de extrair alguma substância de um determinado lugar.”</i>	<i>Dado</i>
G 2	<i>Al.2 “Existe extração no tereré. A água é colocada junto com a erva.”</i>	<i>Justificativa</i>
G 2	<i>Al. 2 “A sucção com a bomba é o processo de extração.”</i>	<i>Conclusão</i>
G 2	<i>Al. 3 “Extração quer dizer que você retira algo importante, valioso ou de muito lucro econômico de alguma matéria-prima. “</i>	<i>Dado</i>
G 2	<i>Al. 3 “ Como por exemplo a extração de cana-de açúcar.”</i>	<i>Justificativa</i>
G 2	<i>Al. 3 “A retirada desses produtos, influência em muitas coisas, no meio ambiente, nas substâncias químicas, nos compostos e no meio natural.”</i>	<i>Conclusão</i>
G 2	<i>Al. 4 “Extração significa extrair as principais qualidades de uma substância.”</i>	<i>Dado</i>

G 2	<i>Al. 4 “ Temos vários exemplos: a extração de óleo de soja, tereré, etc.</i>	<i>Justificativa</i>
G 2	<i>Al. 4 “ As substâncias são extraídas através d e maquinários, elas são bem mais compactadas.”</i>	<i>Conclusão</i>
G 2	<i>Al. 5 “Extração é um processo para retirar uma substância de outra.”.</i>	<i>Dado</i>
G 2	<i>Al. 5 “(...) um bom exemplo é o óleo de soja, através de determinados processos é possível extrair o óleo de soja.”</i>	<i>Justificativa</i>
G 2	<i>Al. 5 “(...) é uma forma de separação de misturas com ajuda de equipamento ou substâncias químicas.”</i>	<i>Conclusão</i>

Quadro 7: 2ª etapa do grupo 2.

<i>Dados registrados na forma de texto</i>		<i>Padrão Argumentativo</i>
<i>Professora</i>	<i>P: Como você compreende o processo de extração e os fatores que ocorrem durante a técnica de destilação por arraste a vapor para obter óleo essencial?</i>	<i>Questão proposta pela professora</i>

Grupo 2	Al. 1 "Antes para o meu conceito a extração era algo que você retirava de alguma substância. Hoje entendo que extração ocorre quando se retira essência podendo ser de origem natural ou pronta para ser utilizada." sintética."	Dado 1
G 2	Al. 1 " A destilação é um método de separação de misturas de líquidos ou de sólidos dissolvidos em seus componentes."	Dado 2
G 2	Al. 1 "A essência pode ser originada de plantas, flores, raízes e até mesmo de animais e quando sintéticas são produzidas em laboratório."	Justificativa 1 (qualificador modal)
G 2	Al. 1 " Esse processo é caracterizado pelo fato de o vapor formado possuir uma composição diferente do líquido residual."	Justificativa 2 (qualificador modal)
G 2	Al. 1 "Através da destilação, o experimento propõe a extração de óleos essenciais encontrados no Brasil."	Conclusão 1

G 2	<i>Al. 1 “ Esse sistema de destilação por arraste a vapor pode ser montado com materiais alternativos que possibilita o baixo custo.”</i>	<i>Conclusão 2</i>
G 2	<i>Al. 1 “A água destilada pode ser incolor, indicando a eficiência da destilação e está</i>	<i>Conclusão 3</i>
G 2	<i>Al. 2 “Destilação é um processo de separação ou extração de misturas homogêneas, é um processo de extração de substância.”</i>	<i>Dado</i>
G 2	<i>Al. 2 “Esse processo é utilizado para fazer perfumes e na indústria Petroquímica. Na extração do perfume é utilizada a destilação a vácuo. Existe também a destilação simples e fracionada.”</i>	<i>Justificativa 1 (backing)</i>
G 2	<i>Al. 2 “ A essência é extraída através da vaporização. No balão ela é esquentada até que o líquido com menor ponto de ebulição comece a evaporar. Ao evaporar, ele passa pelo condensador, por onde passa água fria nas paredes gerando a troca térmica e condensando a água (passa do vapor para o líquido).”</i>	<i>Justificativa 2 (backing)</i>

G 2	<i>Al. 2 “Após algum tempo, todo o líquido de menor ponto de ebulição terá passado para o bquer, e sobrá a substância sólida no balão de vidro”.</i>	<i>Conclusão</i>
G 2	<i>Al. 3 “A extração de uma essência natural é realizada por prensagem, maceração, extração com solventes voláteis, ou através da destilação por arraste a vapor.”</i>	<i>Dado</i>
G 2	<i>Al. 3 “As essências podem ser de origem natural ou sintética. As naturais são geralmente extraídas de plantas, flores, raízes ou animais, enquanto as sintéticas tentam reproduzir no laboratório os aromas naturais.”</i>	<i>Justificativa (qualificador modal)</i>
G 2	<i>Al. 3 “O principal constituinte de um perfume é a essência (o óleo essencial). E este é obtido através da destilação.”</i>	<i>Conclusão.</i>
G 2	<i>Al. 4”A extração de uma essência natural é realizada por prensagem, maceração, extração com solventes voláteis ou pela destilação por arraste a vapor, este com mais eficiência e menor custo.”</i>	<i>Dado 1</i>
G 2	<i>Al. 4 “O arraste a vapor são equipamentos</i>	<i>Justificativa 1</i>

	<i>para a extração de óleos essenciais por vapor através de processo contínuo e separação dos óleos obtidos.”</i>	
G 2	<i>Al. 4 “Além dos ésteres, os óleos essenciais são compostos por uma mistura de hidrocarbonetos, álcoois e compostos carboxílicos geralmente pertencentes a um grupo de produtos naturais chamados terpenos”.</i>	<i>Justificativa 2.</i>
G 2	<i>Al. 4 “Muitos componentes dos óleos essenciais são substâncias de alto ponto de ebulição podem ser isolados através da destilação por arraste a vapor.”</i>	<i>Conclusão 1</i>
G 2	<i>Al. 4 “ A destilação por arraste a vapor pode ser utilizada nos seguintes casos: 1-deseja-se separar ou purificar uma substância de alto ponto de ebulição ou que apresente riscos de decomposição; 2- separar ou purificar plantas contaminadas por impurezas; 3-extração de uma substância não volátil com solventes de alto ponto de ebulição.”</i>	<i>Conclusão 2</i>
G 2	<i>Al. 5 “A palavra extração significa extrair algo de alguma substância, o processo de extração com solventes é um método</i>	<i>Dado</i>

	<i>simples empregado na separação e isolamento de substâncias, ou remoção de impurezas indesejáveis.”</i>	
<i>G 2</i>	<i>Al. 5 “A seleção do solvente mais adequado dependerá da solubilidade da substância a ser extraída e da facilidade</i>	<i>Justificativa</i>
<i>G 2</i>	<i>Al. 5 “A técnica de extração envolve a separação de um composto presente na forma de uma solução ou suspensão num determinado solvente.”</i>	<i>Conclusão</i>

Quadro 8: 3ª etapa do grupo 2.

<i>Dados registrados na forma de texto</i>		<i>Padrão Argumentativo</i>
<i>Professora(P)</i>	<i>P: Como você compreende o processo de extração e os fatores que ocorrem durante a técnica de destilação por arraste a vapor para obter óleo essencial?</i>	<i>Questão Proposta pela Professora</i>
<i>Grupo 2 (G 2)</i>	<i>Aluno 1 (Al.1) “ O processo de destilação extrai a essência de algum determinado vegetal utilizando a separação de misturas. “</i>	<i>Dado.</i>

		<i>Justificativa</i>
(G 2)	(Al.1) “Esse experimento deve privilegiar o caráter investigativo. Com isso nos permite aprender sobre assuntos macroscópicos.”	
(G 2)	(Al.1) “Depois de extraído o óleo, pode ser utilizado para confecção de outros produtos.”	<i>Conclusão</i>
(G 2)	Aluno 2 (Al.2) “ Extração envolve um processo de vaporização, temperatura, onde a essência é extraída.”	<i>Dado</i>
(G 2)	(Al.2) “É um processo cuidadosamente elaborado para obter óleo de uma planta.”	<i>Dado</i>
(G 2)	(Al.2) não apresentou	<i>Justificativa</i>
(G 2)	(Al.2) não apresentou	<i>Conclusão</i>

(G 2)	(Al.3) “A extração do capim cidreira é de fácil compreensão quando se faz no laboratório.”	Dado
(G 2)	(Al.3) “ É importante entender extração depois de se consultar material adequado como artigos que discutam sobre o tema.”	Justificativa
(G 2)	(Al.3) “Aulas experimentais auxiliam na aprendizagem da destilação.”	Conclusão
(G 2)	(Al.4) “O processo de extração é bem complexo, bem montado através de equipamentos e materiais.”	Dado
(G 2)	(Al.4) “(...) é utilizado uma matéria que forneça a essência após a destilação.”	Justificativa
(G 2)	(Al.4) “O processo de extração foi importante para compreensão da extração da matéria auxiliando a aprendizagem dos alunos.”	Conclusão
(G 2)	(Al.5) “A extração é um processo muito complexo, utiliza equipamentos adequados e substâncias que sirvam de solventes.”	Dado
(G 2)	(Al.5) “Por exemplo: a cana quando é moída libera um caldo que é aplicado para fabricação de outro produto.”	Justificativa

(G 2)	(Al.5) “O capim cidreira foi utilizado na extração com o solvente água mediando a segurança dos alunos.”	Conclusão
-------	--	-----------

Quadro 9: 4ª etapa do grupo 2.

<i>Grupo 1</i>	<i>Dados registrados na forma de texto</i>	<i>Padrão argumentativo</i>
<i>Alunos 1,2,3,4,5.</i>	<i>A destilação por arraste a vapor é uma técnica empregada para destilar bebidas alcoólicas ou para extrair óleos essenciais a partir de matéria orgânica.</i>	<i>Dado.</i>
<i>Alunos 1,2,3,4,5.</i>	<i>Quando o vapor passa através da matéria orgânica, as pequenas bolsas que contém óleos essenciais liberam o óleo.</i>	<i>Justificativa.</i>
<i>Alunos 1,2,3,4,5.</i>	<i>O destilado resultante, irá conter uma mistura de vapor de água e óleos essenciais que voltam a sua forma líquida no condensador.</i>	<i>Conclusão.</i>
<i>Alunos 1,2,3,4,5.</i>	<i>O processo de destilação utiliza a água como solvente no caso de obtenção de óleos essenciais.</i>	<i>Conclusão.</i>

Com base no Padrão Argumentativo de Toulmin (TAP), segundo Sá (2009), a interpretação do aluno 1, do grupo 2, na 1ª etapa, pode ser observado e esquematizado na figura 15:

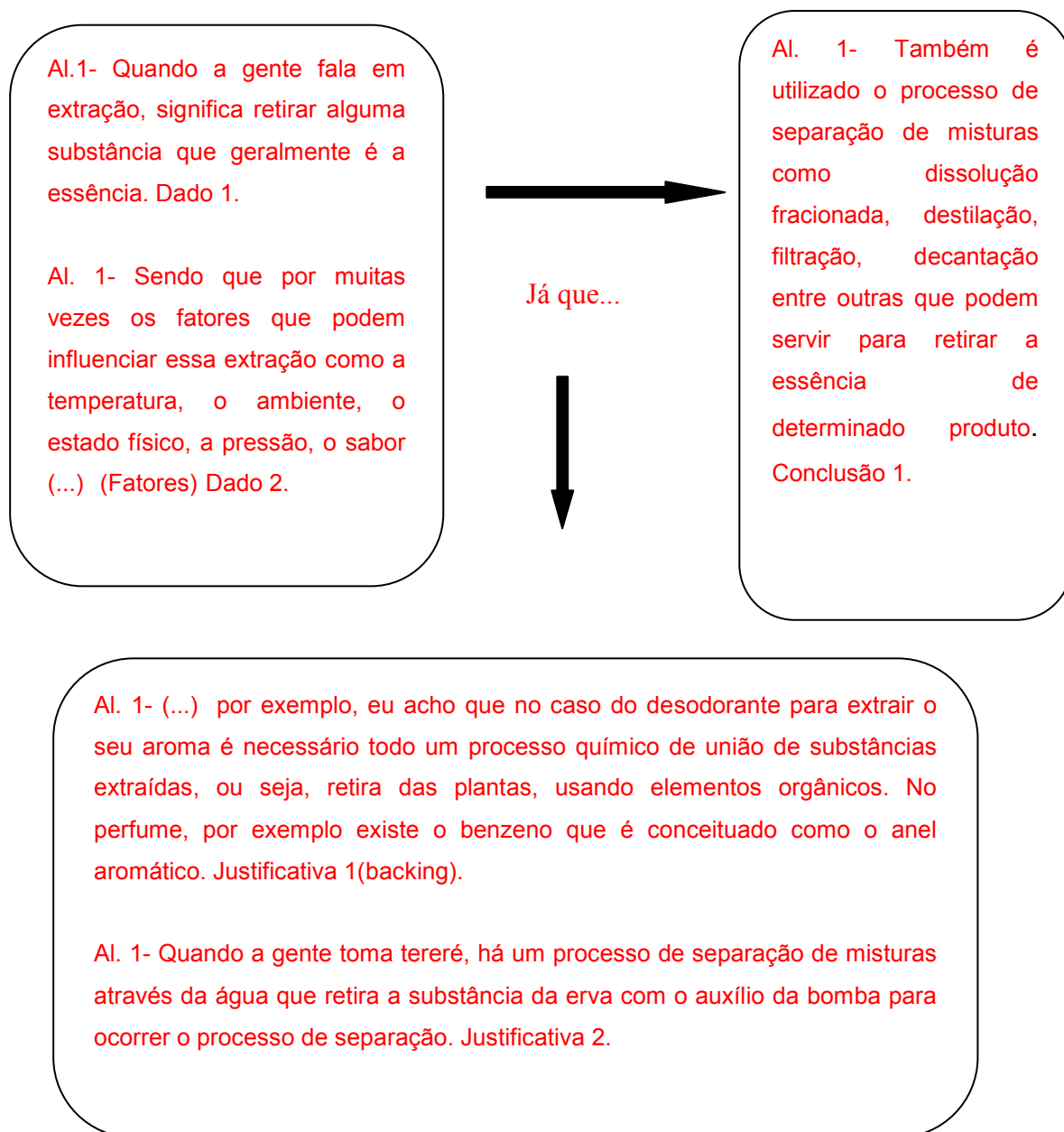


Figura15: Modelo de argumentação de Toulmin do aluno 1 do grupo 2 ,1ª etapa .

Nesse caso, o aluno 1, do grupo 2, mostra a argumentação para tentar explicar a extração e relaciona os fatores que podem ocorrer no processo de destilação. O argumento desse aluno segue o modelo de argumento da fórmula mínima de Toulmin (dado/justificativa/conclusão) com a presença do backing na sua justificativa revelando-se um argumento mais bem elaborado, segundo o modelo de Toulmin.

Na conclusão do aluno 1, nota-se que ele relaciona o conceito da química quando menciona a presença do benzeno, quando ressalta também no seu argumento relação com o conceito de separação de misturas. Isso evidencia que no registro das suas concepções do senso comum esse aluno conhece alguns conceitos de Química e consegue relacionar com a observação da situação problema da investigação. Para Piaget (2007), esse aluno possui esquema de assimilação na estrutura cognitiva capaz de subsidiar a acomodação.

Seguindo com as análises, julga-se necessário a esquematização do argumento do aluno 3 do grupo 2, como mostra na figura 16:

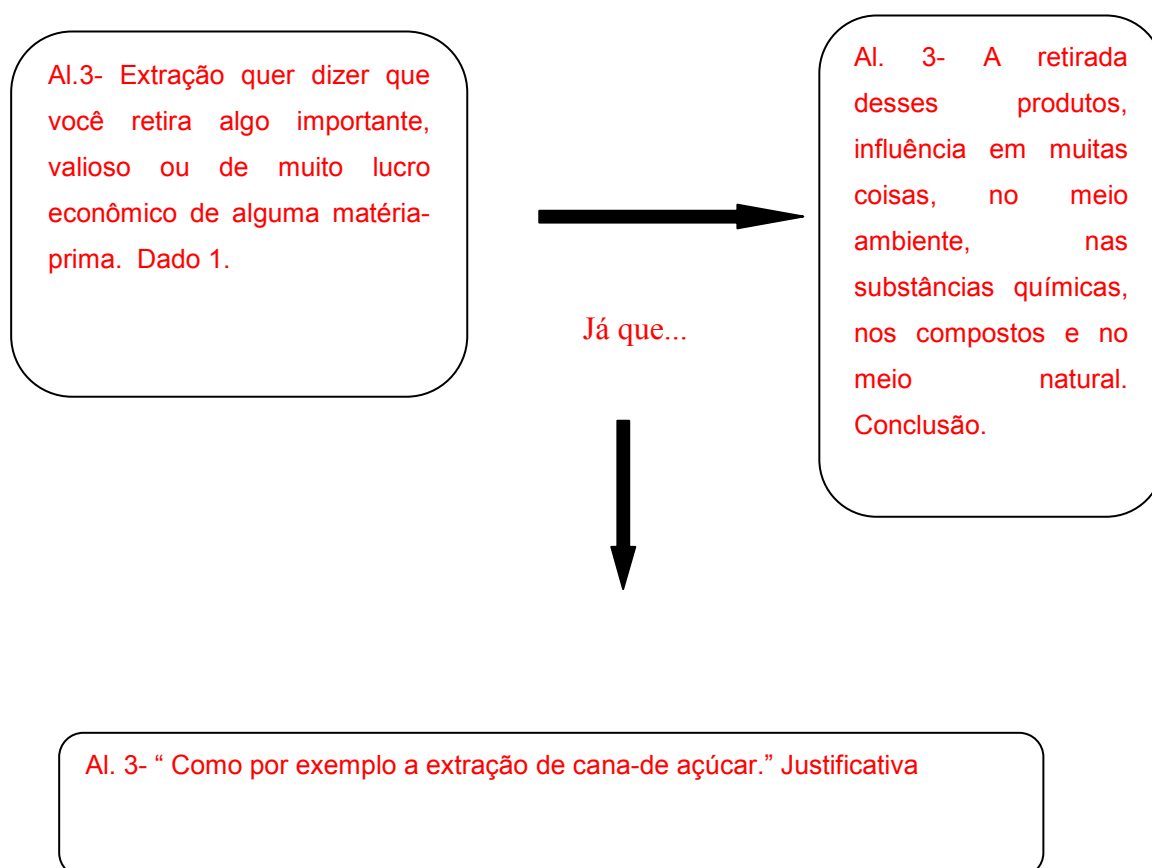


Figura 16: Modelo de argumentação de Toulmin do aluno 3 do grupo 2 , 1ª etapa .

Verifica-se que o argumento do aluno 3, do grupo 2, na 1ª etapa, revela seu nível de amadurecimento quando ele relaciona a extração como um processo que possa viabilizar lucro econômico. Nas concepções de Piaget (2007), esse aluno está no *estádio das operações formais*.

De maneira geral o aluno 3, possui um argumento completo (dado/justificativa/conclusão), no qual se evidencia a maturidade desse aluno quando relaciona a aula aplicada com o cotidiano, menciona a economia da região: cana - de- açúcar. Ele consegue argumentar hipóteses e relacionar com o contexto da economia da sociedade em que vive. No entanto, nessa etapa ele responde somente a uma das questões propostas para a investigação: a extração. Não menciona os fatores entrelaçados ao processo de destilação.

De acordo com as explicações de Piaget (2007), esse aluno não apresentou esquema de assimilação para compor argumento sobre os fatores que ocorrem juntamente com a extração. Aqui seria importante a mediação do professor para que oferecer condições de argumentar sobre tal questão, mas como nessa 1ª etapa, o intuito da pesquisa era investigar o que o aluno apresentava como conhecimento do senso comum, a professora pesquisadora ateve-se e não mediou o conhecimento, deixando para aferir suposições nas outras etapas. Segue então as observações dos mesmos alunos, durante a 2ª etapa da sequência didática investigativa, conforme a figura.

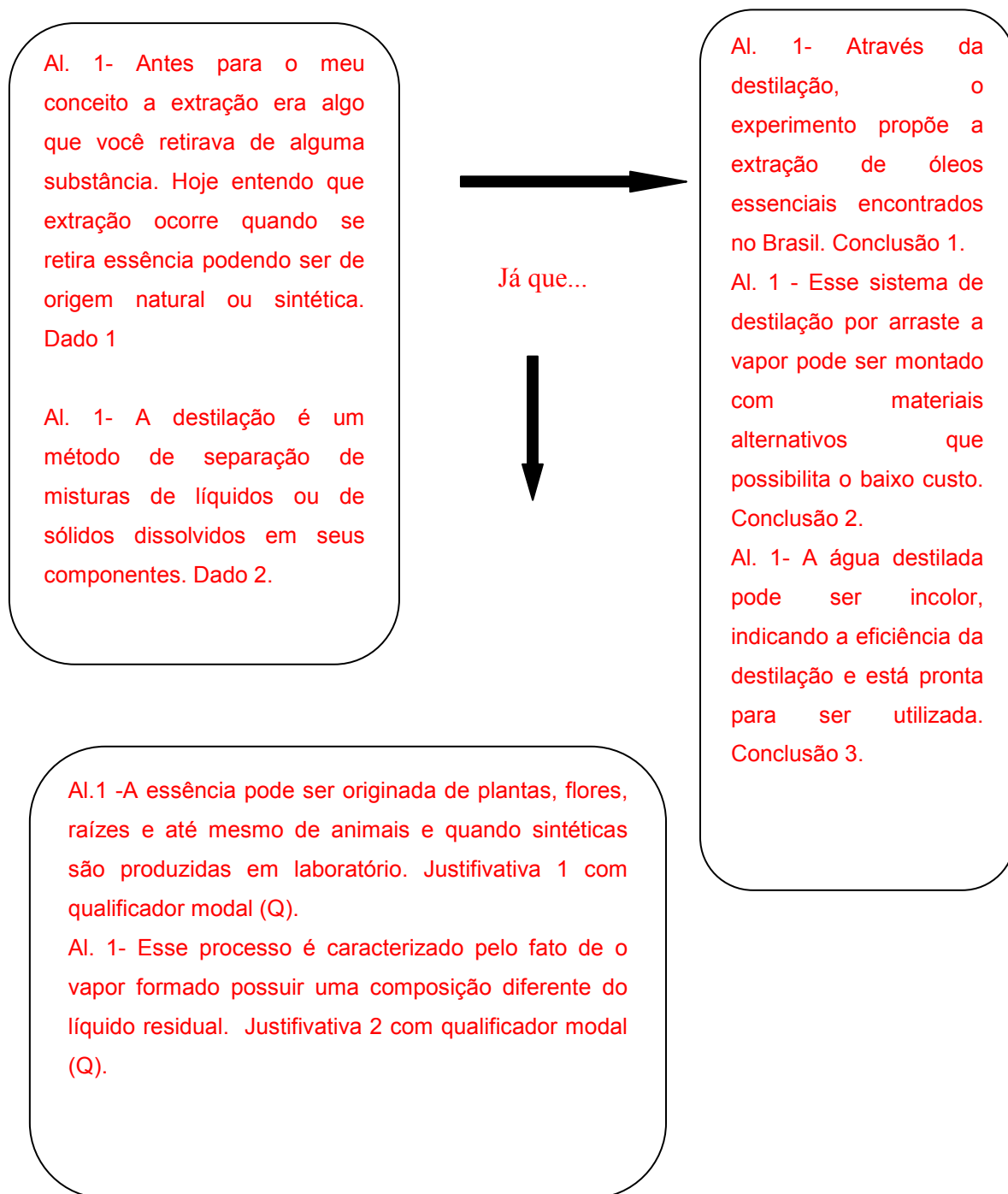


Figura 17: Modelo de argumentação de Toulmin do aluno 1 do grupo 2, 2ª etapa .

Na análise do aluno 1, do grupo 2, na 2ª etapa, evidencia-se um argumento mais elaborado, pois esse é um exemplo de argumento com uma justificativa e qualificador modal.

Esse é um requisito utilizado para validar uma dada justificativa segundo o Modelo de Argumentação de Toulmin (SÁ, 2009).

Quanto a situação problema investigada, foi possível analisar que o aluno 1 do grupo 2 procura dar significado ao conceito de extração, evidenciando portanto que provém da origem natural ou sintética, e assim promove um argumento justificando inclusive as fontes de origem para tais matérias-primas. Mostra uma preocupação com a escolha do método quando se refere aos materiais alternativos e de baixo custo, neste caso, a Destilação por Arraste a Vapor seria a mais indicada.

E no que se refere à outra pergunta investigativa, os fatores concomitantes ao processo de destilação, ele não cita explicitamente, mas nas entrelinhas, fala da questão do vapor. Isso delimita uma concepção de temperatura. Quando se refere à água, frisa a importância de ser destilada para garantir o grau de pureza do processo e também um solvente relativamente de baixo custo quando comparado aos solventes orgânicos.

É um aluno com um bom argumento completo dado/justificativa/conclusão e com qualificador modal. Desse modo compõe um argumento mais elaborado.

Quanto ao aluno3 do grupo 2, 2ª etapa, apresenta-se o esquema seguinte:

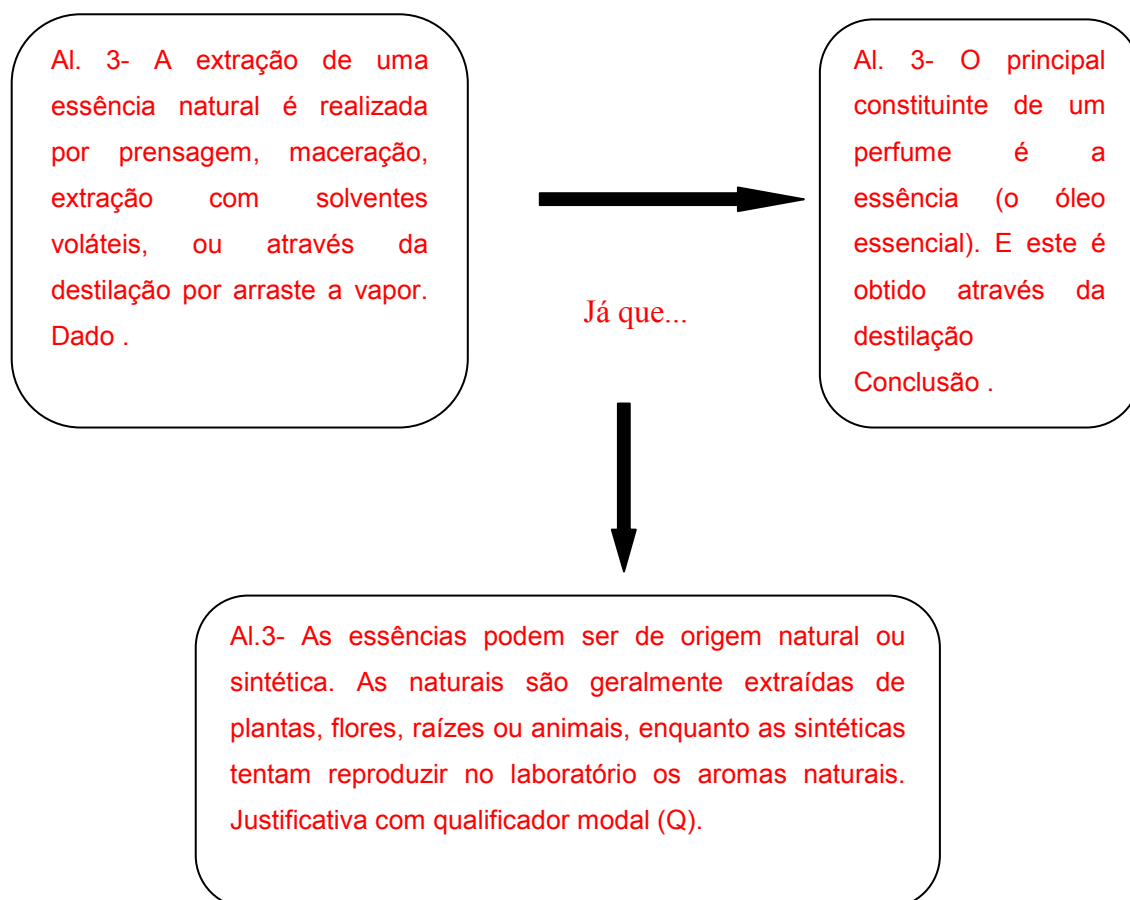


Figura 18: Modelo de argumentação de Toulmin do aluno 3 do grupo 2, 2ª etapa.

De acordo com o esquema, foi possível analisar que o aluno 3 do grupo 2 na 2ª etapa apresenta um argumento mais elaborado e que possui também um qualificador modal. Sá (2009), determina qualificador modal como uma justificativa que dá suporte a conclusão. Nesse argumento, as essências são classificadas em naturais ou sintéticas, especificando a conclusão do aluno: a essência é o que o perfume contém.

O argumento desse aluno mostra que ele relaciona o que está aprendendo com produtos que encontra no seu contexto social. Para Piaget (2007), esse aluno está no *estádio das operações formais*. Possui noções de transitividade.

Em comparação com a 1ª etapa, o aluno 3 não aprofundava suas reflexões quanto a natureza do produto, apenas sabia que a extração retirava substância de uma matéria prima, mas ainda não apresentava argumento sobre a origem dessa matéria-prima. O argumento dele

foi melhorado, uma vez que na 2ª etapa, o artigo científico serviu de apoio para a argumentação.

Dessa forma, analisa-se que o conhecimento desse aluno 3, na 2ª etapa, aumentou. Segundo Piaget (2007), o esquema de assimilação rompe com uma informação velha e adquire uma nova que seja mais relevante e que explicita melhor a ideia em questão.

A seguir elucida-se o modelo de Toulmin para o aluno 1, do grupo 2, na 3ª etapa:

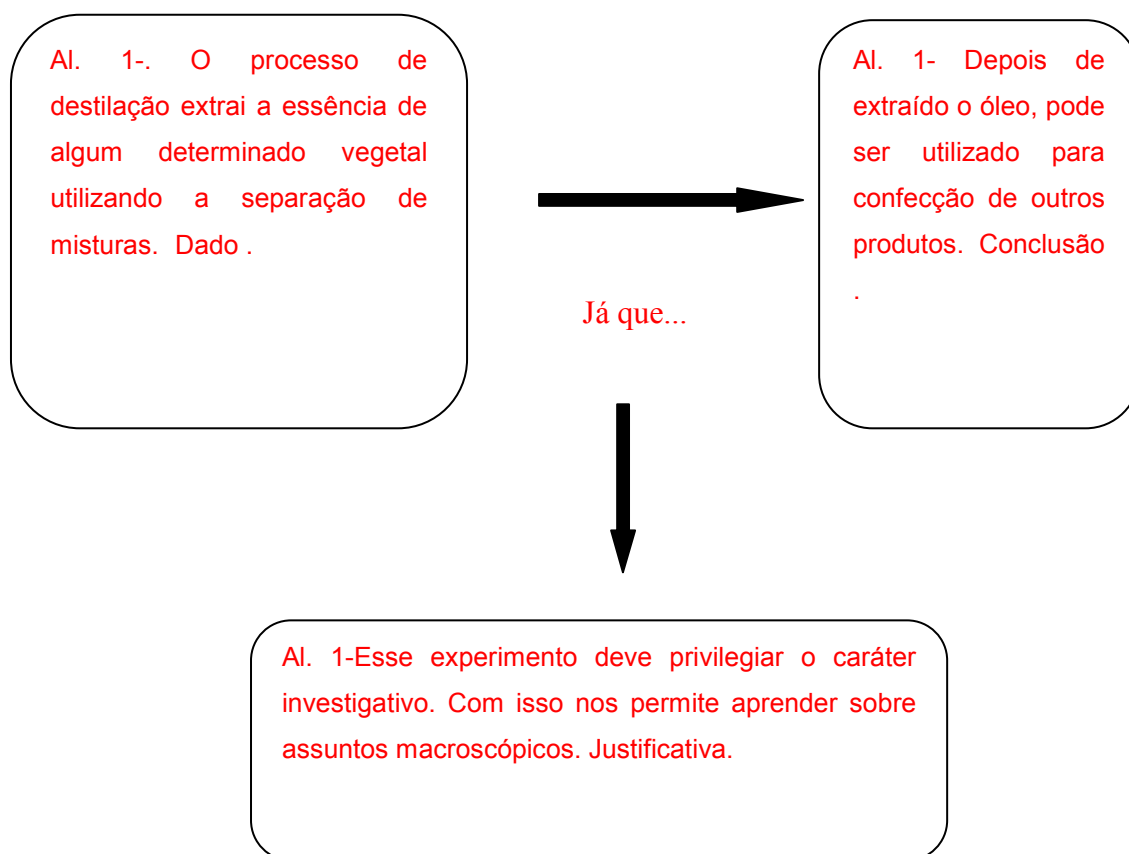


Figura 19: Modelo de argumentação de Toulmin do aluno 1 do grupo 2, 3ª etapa.

O aluno 1, na 3ª etapa, mostra um argumento completo, baseado na fórmula mínima (dado/justificativa/conclusão). Relata que o processo de destilação é um processo de separação de misturas, o que confere que o conhecimento científico está ocorrendo no decorrer da investigação. O mesmo aluno refere a investigação no experimento como importante para a aprendizagem de assuntos macro (observáveis).

Para esse aluno o processo de experimentação marca sua aprendizagem, é algo que facilita a interação entre o sujeito e o objeto, como destaca Piaget (2007). Com o desenvolvimento das etapas, o sujeito também é exposto ao desenvolvimento mental, passando por um processo de amadurecimento do conhecimento. Quando o sujeito articula suas reflexões e observações ele está também interagindo com o objeto do conhecimento, entrelaçando os esquemas de assimilação/acomodação e de equilíbrio, promovendo a construção do conhecimento.

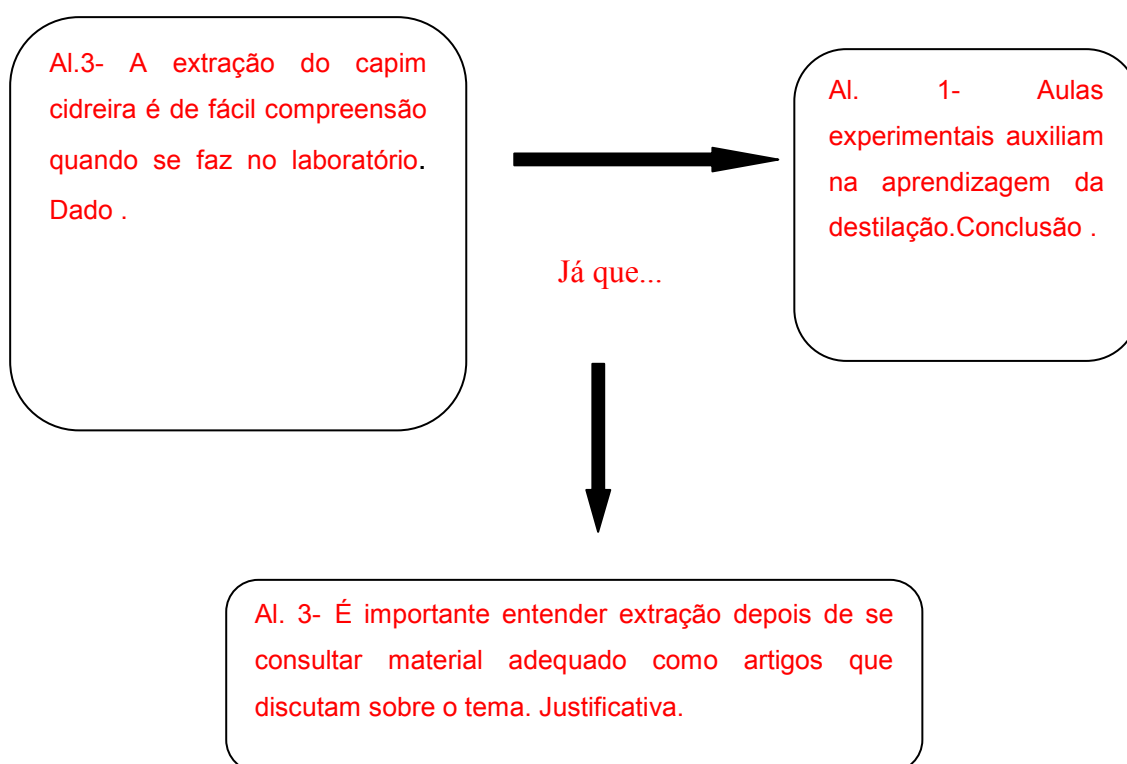


Figura 20: Modelo de argumentação de Toulmin do aluno 3 do grupo 2 , 3ª etapa.

O aluno 3 na 3ª etapa, mostra que a aula de laboratório foi importante na aquisição de conhecimento, nesse sentido, Piaget (2007) ressalta o papel da interação do sujeito com o meio como fundamental no processo de desenvolvimento mental. O aluno evidencia, ainda, que o aporte teórico utilizado na sequência didática também auxiliou na sua compreensão sobre a extração, com ênfase na extração do capim-cidreira. Para ele, as aulas experimentais contribuíram muito, deixando implícito que existe uma outra substância originada da extração: o óleo. Cabe atentar para o fato de que na etapa anterior o aluno definiu as essências

em naturais ou sintéticas explicitando suas reflexões de maneira mais clara. Aqui ele responde a pergunta central de maneira implícita, valoriza os aspectos direcionados da aula investigativa. Foi necessário a interpretação do contexto desse aluno para compreender a sua reflexão.

Além disso, na 1ª etapa, esse aluno mostrou-se com maturidade, relacionando suas reflexões com questões do meio em que vive. Agora, ele mostra-se com pouca habilidade em elaborar um argumento frente à situação problema, foca as aulas e diante da maneira como foi trabalhada, constituiu melhora na sua aprendizagem, deixando compreender que os materiais utilizados como aporte foram suficientes para suas reflexões.

Nesse momento é curioso observar que esse processo acontece frequentemente nos ambientes escolares, a ausência de argumentos dos alunos que ora foram participativos, conforme Piaget (2007). Assim, observa-se que o material utilizado na aula experimental não foi considerado por esse aluno um fator desequilibrador, que o fizesse romper com as informações do esquema de assimilação que tinha e para formular outro. Portanto, o conhecimento científico que ele somou na 2ª etapa permaneceu na 3ª etapa, em resumo foi possível observar que ele aprendeu sobre o conceito de extração, mas não expressou maior habilidade em argumentar, já que o fez na etapa anterior.

A seguir, esboça-se o esquema do grupo 2 (alunos 1,2,3,4,5) na 4ª etapa:

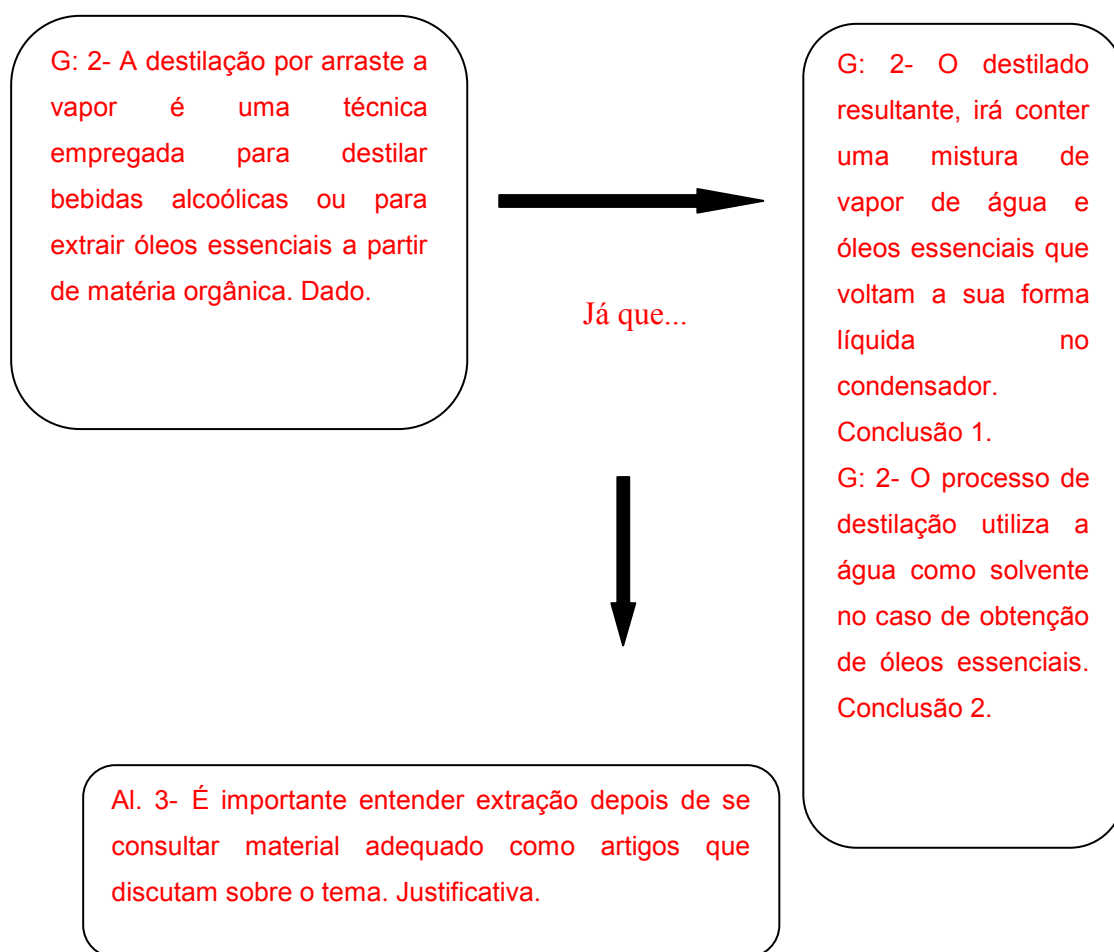


Figura 21: Modelo de argumentação de Toulmin do grupo 2, 4ª etapa.

Os alunos do grupo 2 analisado era composto de 5 alunos, já que 1 aluno foi remanejado para o noturno. O motivo da escolha desse grupo foi justamente observar se 5 alunos eram capazes de realizar a sequência didática com o mesmo aproveitamento do grupo 1 com 6 alunos.

Nas observações realizadas, foi possível perceber que a menor quantidade de alunos possibilita melhora nas discussões, pois quando se trabalha em grupo maiores, muitas vezes os integrantes podem se dispersar, deixando somente alguns alunos “carregando” o grupo inteiro. Notou-se que no grupo 2, os argumentos foram mais elaborados com a presença de qualificador modal.

Os alunos do grupo 2 exploraram mais os materiais de apoio buscando explicitar suas reflexões e aprofundando as discussões, de acordo com Piaget (2007) os esquemas de assimilação foram congruentes com a nova informação, causando a equilíbrio e consequentemente o aumento do conhecimento científico.

O estágio de maturação da mente também foi importante para a formulação das hipóteses, uma vez que o aluno dispunha de processos de *reversibilidade* e *transitividade* contidos no *estádio das operações formais* para explicitar seus argumentos sobre a situação problema.

De forma geral, foi possível observar, que tanto o grupo 1 atendeu a situação problema proposta para investigação, quanto o grupo 2. O trabalho de argumentação científica na busca de resolução da proposta investigativa incentivou aos alunos na arte de argumentar. Em ambos os grupos houve a presença de um argumento mais elaborado para definir o conceito de extração e também os fatores que ocorrem durante uma Destilação por Arraste a Vapor.

Alguns casos apresentou, também o backing no argumento. Não apareceu, no grupo 1, qualificador modal e nem refutação que confere um argumento mais forte. A maioria dos argumentos compôs a estrutura simples (dado/justificativa/conclusão) e no mais sofisticado, o acréscimo do backing.

Alguns conceitos foram estruturados para melhor compreensão dos argumentos dos alunos durante a sequência didática investigativa do grupo 1. Segue-se o quadro 6, 7, 8 e 9 com estas observações para os argumentos das etapas investigadas:

Quadro 10: Concepções dos alunos do grupo 1 na 1ª etapa (obs: os números se referem a quantidade de alunos que pensam dessa forma).

Dados	Justificativa	Conclusão
Retirar - 3	-água quente do tereré extrai	-experimentos e estudos
Obter - 1	mais da erva, deixando-a	para determinar os fatores
Transformar - 2	mais forte, (mais refinada) –	do processo - 1
Selecionar - 1	3	-obter a substancia da
Pigmentação - 2	-água libera a substancia da	composição do tomate - 1
Solvente - 2	erva – 3	-temperatura influenciando
pressão - 3	-temperatura da água	cor, pigmentação, valor e
temperatura - 4	influenciando as bebidas:	quantidade extraída – 4.

luz - 1 umidade - 1 purificação - 1	chimarrão – quente; tereré – fria – cores diferentes - 1 -nessas bebidas, a água extrai por um processo de transformação das substancias -1 -a pressão da sucção atua na extração da erva -1 -extração do petróleo (1), pré-sal (1), obtenção do óleo de girassol (2), extrato de tomate (2), extração do álcool (2)	
---	--	--

Nesta etapa percebe-se que os alunos do grupo 1 constroem um dado com conceitos básicos do senso comum, mas também apresentam dados como a pressão, a temperatura, a umidade e outros que fazem parte do universo das ciências e que com certeza eles adaptaram das aulas de ciências durante a fase escolar.

Nesse contexto, as justificativas dos alunos constituem um argumento completo, baseado na fórmula mínima, e buscam em coisas cotidianas para atrelar aos dados, elementos que tem muito contato, que faz parte do contexto em que estão inseridos. A conclusão mostra que conhecem a temperatura e determinam que ela é importante na compreensão do experimento.

É preciso reconhecer que os alunos necessitam de mais conceitos quando afirmam “estudos e experimentos” para melhorar o conhecimento. Percebe-se que nessa etapa inicial, eles buscaram mostrar algo que possuem do senso comum e da aprendizagem escolar no decorrer dos anos que estiveram na escola estudando ciências (são alunos de 3º ano do Ensino Médio), mas deixam claro, que ainda desconhecem o que é extração e quais são os fatores que ocorrem durante uma Destilação por Arraste a Vapor.

Verifica-se a seguir as concepções dos alunos do grupo , na 2ª etapa:

Quadro 11: Concepções dos alunos do grupo 1 na 2ª etapa (obs: os números se referem a quantidade de alunos que pensam dessa forma).

DADOS	JUSTIFICATIVA	CONCLUSÃO
-Separação de misturas líquidas – 1 -Separação de substâncias utilizando o aquecimento – 1 -Extração de substâncias de soluções – 1 -Descrição do processo - Todo o processo possui o aquecimento, assim a planta desidrata e libera o seu extrato através do super aquecimento que ocorre no destilador, separando uma mistura líquida ou sólida dissolvidos em seus componentes, sendo o vapor condensado – 1 -Selecionar – 1 -Extrair – 1 -Origem das essências – 1 -Tirar cheiros, sabores, nutrientes – 1 -Vapor de água como veículo - 1. -Obtenção de óleos essenciais – 1 -Uso de destilador – 1	-volatilidades diferentes entre si - 1 -destilação de bebidas alcoólicas -2 -separação de, solução de água e sal – 2 -extração de essência – 1 - comparação de essências naturais e sintéticas – 1	-obtem-se líquido incolor com cheiro característico a matéria prima - 1 -descrição do processo - a bebida é feita pela condensação dos vapores de álcool que escapam pelo aquecimento de um mosto fermentado. como o teor alcoólico na bebida destilada é maior do que aquele no mosto caracteriza-se aí um processo de purificação - 1 -separando água e sal. -obtenção de perfumes – 2 -vapor é condensado e o produto conhecido como destilado – 1 -vapor formado com composição diferente do residual – 1 -temperatura – 1 -estados físicos da matéria – 1 -insaturação – 1 -pressão – 1 -obtenção de cremes - hidratantes - 1 -obtenção de xampus – 1 -processo de extração – 1

Na 2ª etapa, é possível analisar o aumento de conceitos científicos no argumento dos alunos. Relacionam a questão da separação de misturas, extração de cheiros, de óleos,

utilização de aparelhagens para tais finalidades. Nesse momento o aluno entra no cenário da experimentação e começa a fluir então para onde vai cada produto obtido de um experimento: xampus, hidratantes, controle de temperatura, estados físicos da matéria.

Os conceitos vão surgindo lembrando os conteúdos abordados desde o 1º ano do Ensino Médio até o 3º ano do ensino médio. Para os alunos, vão surgindo, sem noção do quando aprenderam, mas ao olhar do educador, observa-se que informações na estrutura cognitiva desses alunos foram melhoradas. Para Piaget (2007), essa constatação seria *acomodação* de novos esquemas de *assimilação*. O processo de elaboração de hipóteses exerce no aluno forte capacidade de argumentar sobre um determinado fato. Como nessa etapa foi utilizado o artigo científico como suporte teórico, os alunos puderam então trabalhar suas argumentações.

A habilidade de argumentar faz com que o aluno crie estratégias que consigam resolver as situações problemas. Ao propor hipóteses, esse aluno exerce sua capacidade cognitiva, contribuindo para seu desenvolvimento conceitual (STUART; MARCONDES; LAMAS, 2010).

No quadro abaixo confere-se as concepções dos alunos do grupo 1 na 3ª etapa:

Quadro 12: Concepções dos alunos do grupo 1 na 3ª etapa (obs: os números se referem a quantidade de alunos que pensam dessa forma).

DADOS	JUSTIFICATIVA	CONCLUSÃO
-produto destilado – 1	-tempo - 1	processo usado para
-pressão - 3	-como o tereré usa água e	extração de essências – óleo
-temperatura –3	utensílios – 1	essencial – 3
-vaporização - 1	-com a fervura sobe óleo e	processo mais complexo que
-retirar essências de algo – 2	água – 1	imaginava – 3
-aquecimento determinando	-o extrato não tem coloração	só ocorre se a substância for
o tempo de processo – 2	verde como o tereré - 1	oleaginosa – 1

Na 3ª etapa, a formulação de hipóteses é iniciada eliminando possíveis erros de conceitos. Aqui o professor orienta apenas o norteamento das concepções formuladas, mas o aluno é sujeito ativo dessas hipóteses. Observa-se como o argumento aqui é enriquecido

“produto destilado”, “processo usado para extração de essências” e outros. Num constante progredir, observa-se o quadro abaixo:

Quadro 13: Concepções dos alunos do grupo 1 na 4ª etapa (obs: os números se referem a quantidade de alunos que pensam dessa forma).

DADOS	JUSTIFICATIVA	CONCLUSÃO
-Extração era amassar uma planta e sentir seu cheiro. Ou ferver a planta na água quente -Extração engloba fatores como temperatura, a pressão, a vaporização, etc.	-Passamos a entender que extração está bem pertinho de nós, num simples perfume, por exemplo ...	-Extração nada mais é que retirar da planta a sua essência. É o que ela tem de puro dentro de si em forma de óleo -Após montar o equipamento, extraiu-se o óleo essencial

Nessa última etapa, é possível perceber claramente que o aluno conseguiu dominar o processo de extração quando justifica: “Passamos a entender que extração está bem pertinho de nós, num simples perfume, por exemplo (...)” e consegue relacionar com a realidade.

As reflexões apresentadas valorizam o papel da presente pesquisa, uma vez que atende as exigências dos PCN. O aluno mostra-se apto para atuar no mercado de trabalho, com conhecimento sobre destilação. Conhece a aparelhagem do extrator, como manusear, quais fatores estão sendo vistos “temperatura, pressão, vaporização, etc.”. Para Piaget (2007), o aluno ao relacionar bem os conhecimentos adquiridos com os fatores que interferem na sua realidade demonstra a maturidade nos âmbitos da *reversibilidade* e *transitividade* que discorre na obra de Piaget.

Nesse contexto, diante da perspectiva economia da região de Dourados/MS, no qual usinas estão sendo instaladas em grande demanda, percebe-se que a utilização da atividade experimental em aulas de Química do Ensino Médio das redes Públicas pode viabilizar cidadãos mais preparados para o mercado de trabalho, tendo em vista a ética profissional no papel de exercer a cidadania.

Atualmente, as pesquisas acerca da argumentação na educação de Ciências, foram intensificadas, conferindo uma mudança na prática pedagógica, pois a argumentação leva os

estudantes a compreender melhor conceitos científicos. Dessa forma, a investigação atrelada à experimentação permite uma metodologia inovadora na busca da construção do conhecimento (SÁ, 2009).

Com relação ao grupo 2, cabe elucidar as concepções mais fortes que nortearam as análises.

Quadro 14: Concepções dos alunos do grupo 2, 1ª etapa:

Dados	Justificativa	Conclusão
Substância-3 essência-3 temperatura-2 ambiente-1 estado físico-1 pressão-1 sabor-1 extração de substâncias de matéria-prima-2	extrair aroma do desodorante é necessário processo químico-1, união de substâncias-1, benzeno como aromático no perfume-1, separação de misturas através da água-1, pressão-1, extração do tereré -3, extração de cana-de- açúcar-1, extração de óleo de soja- 2.	separação de mistura como dissolução fracionada, destilação, filtração, decantação e outros para extrair essência-1, sucção é extração-1, os produtos extraídos influem no meio ambiente- 1, extração com maquinários-1, separação de misturas com equipamento -2,

Nessa 1ª etapa do grupo 2, foi possível observar que diante da situação problema de investigação, os alunos apresentaram algumas concepções do senso comum que norteava a compreensão de extração e dos fatores presentes na destilação. Mostram alguns esquemas de assimilação Piaget (2007) tais como: separação de misturas, extração do tereré, filtração, decantação e outros, mencionam a existência de aroma. Esse grupo mostra que a estrutura cognitiva de alguns alunos apresenta um esquema de assimilação congruente com a nova informação: a separação de misturas.

Dessa forma, para o grupo 2, parece que se tornou mais fácil a compreensão do que se investigava, já que as etapas foram sendo aplicadas e os alunos mostraram-se bem reflexivos na elaboração das hipóteses. Além disso, há uma preocupação com o meio ambiente com relação ao produto obtido no processo e com a importância de maquinários, ou equipamentos para se realizar a destilação. Esse comportamento seria uma característica do *estádio operacional-concreto* mencionado por Piaget. Nesse estágio ocorre noções de reversibilidade, o indivíduo passa a formular hipóteses com base na representação real.

Nas concepções dos alunos do grupo 2 na 2ª etapa observa-se:

Quadro 15: Concepções dos alunos do grupo 2, 2ª etapa:

Dados	Justificativa	Conclusão
Extração-2 , Substância-2, essência natural ou sintética-2, separação de misturas líquidas, ou separação de sólidos-2, separação de misturas homogêneas-1 prensagem-2 maceração-2, solventes voláteis -2, extração é extrair algo de alguma substância -2, extração com solventes é um método simples empregado para separar ou isolar substâncias ou impurezas-2	essência originária de flores, plantas, raízes-1, vapor-1, líquido residual-1, processo de perfumaria -1, destilação simples e fracionada-1, destilação a vácuo-1, vaporização-1, líquido de menor ponto de ebulição evapora-1, condensação-1, essência natural ou sintética-2, arraste a vapor processo de extração de óleo com vapor de água-1, óleos essenciais: ésteres, hidrocarbonetos-1, solvente-1, facilidade de separação pelo solvente utilizado-1, solubilidade-1.	destilação é usado para extrair óleo no Brasil-1, arraste a vapor é de baixo custo-1, água incolor é eficaz no método da destilação-1, substância sólida no balão de vidro-1, o líquido de menor ponto de ebulição passa para o béquer-1, tempo-1, destilação=essência=perfu me-1, muitos componentes dos óleos essenciais são substâncias de alto ponto de ebulição podem ser isolados-2 através da destilação por arraste a vapor-1, destilação é empregada para separar ou purificar substâncias com ponto de ebulição alto-1, separação de impurezas-1, extração com solvente de alto ponto de ebulição para substâncias não voláteis- 1, extração de solução-1,

Nessa etapa foi possível analisar que os conceitos adquiridos com o uso do artigo científico contribuíram de forma significativa para a contextualização. Os alunos nessa etapa ganham uma maior habilidade para propor as hipóteses, a habilidade na argumentação foi acentuada. Os alunos relacionam o ponto de ebulição das substâncias com o tipo de solvente, um dos pontos articulado na teoria de momento dipolar discutido na pesquisa.

Com relação a argumentação, são consideradas habilidades cognitivas de ordem mais alta as relativas a síntese, análise, elaboração de hipóteses, avaliação de condições. No entanto, quando o aluno utiliza para a resolução de um problema habilidades como aplicação de conceitos ou informações lembradas, argumenta-se que ele utilizou habilidades cognitivas de ordem mais baixa (STUART; MARCONDES; LAMAS, 2010).

Nesse caso, a 2ª etapa apresenta alunos com habilidades cognitivas de ordem mais baixa. E no que se refere ao processo de acomodação (PIAGET, 2007), observa-se que as informações da 1ª etapa foram sendo acomodadas, pois aqui nessa etapa, os conceitos são mais explícitos e mais voltados para conceitos químicos.

Ao passo que quando o aluno relaciona o produto destilado com a finalidade, aplicação na perfumaria, por exemplo, exerce o papel da cidadania, no ato de selecionar ideias para desenvolver bens que atendam a necessidade da sociedade. Nesse sentido, segundo o PCN (Brasil 2000) ao “aplicar as tecnologias associadas às Ciências Naturais na escola, no trabalho e em outros contextos relevantes para sua vida”, esse aluno consegue entrelaçar a realidade em que se insere com a informação recebida.

Analisa-se assim, as concepções dos alunos do grupo 2 na 3ª etapa:

Quadro 16: Concepções dos alunos do grupo 2 , 3ª etapa.

Dados	Justificativa	Conclusão
destilação é a separação de misturas -3 vaporização, temperatura, essência -2 extração é um processo para obter óleo-3 a extração do capim-cidreira é de fácil compreensão no laboratório-2 extração é complexo pois utiliza materiais e substâncias adequadas-2	experimento investigativo-1, aprender assuntos macroscópicos-1, extração precisa se compreendida com apoio de material teórico-1, matéria com essência-1, cana moída libera caldo aplicado para outro fim-1,	óleo aplicado para outra finalidade-1, experimentação auxilia a aprendizagem de destilação-1, extração de matéria-prima-1, o capim-cidreira foi extraído com o solvente água para segurança dos alunos-1.

Na 3ª etapa, alguns alunos têm uma compreensão sobre o método aplicado, a utilização para extração de óleos essenciais. Também discernem sobre a separação de misturas. Relacionam a questão da essência com a amostra utilizada e o tipo de solvente. É possível observar que nesse grupo a compreensão do processo de destilação ocorreu.

Aqui o grupo apresenta noções de separação de misturas que constitui então um esquema de assimilação congruente com a informação recebida que é o processo de destilação.

Segundo O PCN (Brasil 2000), o aluno deve ser capaz de identificar variáveis relevantes e selecionar os procedimentos necessários para produção, análise e interpretação de resultados de processos ou experimentos científicos e tecnológicos. Nessa etapa, o aluno esteve frente a realização da atividade experimental, em um processo de interação entre sujeito e objeto, para elaborar hipóteses sobre a situação problema de investigação. É nessa inter-relação, do sujeito com o meio que ocorre o processo de construção do conhecimento a partir dos esquemas de assimilação/acomodação/equilíbrio.

Assim, se a aula experimental coloca o aluno diante da situação problema, e se estiver direcionada para a resolução desse problema, contribuirá para que o aluno raciocine sobre a situação e apresente argumentos para tentar uma solução. Se o estudante acompanha as etapas de investigação ele possivelmente será capaz de formular hipóteses, testá-las, discuti-las, aprendendo os conceitos químicos estudados, desenvolvendo as habilidades cognitivas e o raciocínio lógico esperados pela aula experimental (STUART; MARCONDES, 2008).

Por fim, verifica-se as concepções dos alunos do grupo 2 na 4ª etapa:

Dados	Justificativa	Conclusão
destilação é empregada para destilar bebidas alcoólicas-1, destilação serve para extrair óleo essencial-2, retira algo de matéria orgânica-1.	vaporização-4, matéria-orgânica-2, óleo essencial-3, essência-3.	o destilado contém vapor de água e óleos essenciais-2, condensação-2, solvente água para óleos essenciais-3.

Quadro 17: Concepções dos alunos do grupo 2 , 4ª etapa

Nessa etapa final, o grupo 2 articula conhecimento, define que o método pode ser aplicado para extrair óleo essencial, para destilar bebidas, o tipo de solvente, a mistura de água e óleo, a concepção de vaporização e outros. Clarifica bem suas reflexões, mostram-se habilidosos no uso de argumentos.

Tendo em vista as etapas, nota-se que o estudante acompanha as etapas de investigação ele possivelmente será capaz de formular hipóteses, testá-las, discuti-las, aprendendo os conceitos químicos estudados, desenvolvendo as habilidades cognitivas e o raciocínio lógico esperados pela aula experimental (SUART; MARCONDES, 2008).

Nesse contexto o PCN (Brasil 2000) afirma que: “Identificar variáveis relevantes e selecionar os procedimentos necessários para produção, análise e interpretação de resultados de processos ou experimentos científicos e tecnológicos.” Observa-se, assim, que nesse grupo

a compreensão do experimento foi significativa para compreender o processo de extração e os fatores conjugados. Para Piaget (2007), os esquemas de assimilação dos alunos foram suficientes para acomodar e equilibrar a nova informação. Como o grupo apresentou vários esquemas, conforme mencionado na análise da 1ª etapa, a aprendizagem foi facilitada.

Nesse contexto, a presente pesquisa viabilizou uma atividade experimental de cunho investigativo, propondo a participação do aluno frente uma situação problema para investigar e desenvolver a habilidade de argumentar.

Nas aulas experimentais investigativas, os alunos têm a oportunidade de acompanhar as etapas de investigação: levantamento de hipótese, elaboração do procedimento experimental, coleta e análise dos dados, proposição de conclusões e participando dessas etapas, desenvolvem habilidades de questionamentos, organização, síntese, responsabilidade entre outras (STUART; MARCONDES; LAMAS, 2010).

Retomando algumas noções dos estádios de Piaget, o estágio operacional-concreto proposto na obra de Piaget, é a fase que a criança passa a elaborar hipóteses, seja verdadeiro ou não, e ela precisa da observação do objeto para nortear suas reflexões. Nessa fase observam-se noções de reversibilidade. Aqui precisa de fatos concretos para explicar a realidade.

As operações “formais” assinalam, pelo contrário, uma terceira etapa em que o conhecimento supera o próprio real para inserir-se no possível e ligar diretamente o possível ao necessário sem a mediação indispensável do conceito; ora, o possível cognitivo, tal como, por exemplo, a sequência infinita de números inteiros (...) (PIAGET, 2007, p. 48).

Quando a criança passa para o estágio das operações-formais passa a exercitar a dedução lógica. A criança começa a raciocinar sobre determinado conceito. Não precisa de objetos para explicar a realidade, consegue entender fatos que não são observáveis.

Baseado nessa perspectiva dos estádios de Piaget, foi possível observar que os dois grupos (1 e 2) propuseram hipóteses, articulando o raciocínio lógico. Um ou dois alunos em cada grupo tiveram momentos em que se mostraram fora do estágio das operações-formais e mais inseridos no estágio operacional-concreto. A maturação desses alunos não foi atingida.

Tendo em vista a perspectiva da reversibilidade, observou-se que o grupo 2 apresentou maior destreza ao elaborar suas hipóteses, clarificaram bem suas ideias, articularam respostas, levando-os a compreensão do termo extração e dos fatores conjugados ao método. Fato esse observado pela elaboração de argumentos completos, segundo a fórmula mínima de Toulmin, e com a presença de qualificadores modais (Q).

No que se refere ao grupo 1, apresentou mais dificuldade para explicitar as reflexões, mas apresentaram bons argumentos e completos segundo a fórmula mínima de Toulmin. As reflexões do grupo tiveram justificativas com backing, baseado no conhecimento comum.

Nesse sentido segundo Bogdan e Biklen (1994) toda a investigação qualitativa enquanto metodologia de pesquisa, baseia-se numa realidade múltipla e não única, para que se possam explicar situações envolvendo sujeitos diferentes e contextos variados. Assim, cada grupo teve uma forma de explicitar suas reflexões, de acordo com a realidade de cada indivíduo, com a soma de experiências que o sujeito possui.

Nesse contexto, Locatelli valoriza a capacidade do indivíduo em refletir e argumentar, propor uma possível solução: “Todo esse exercício contribui muito para a formação do cidadão crítico, capaz de tomar decisões relevantes frente aos problemas sociais”. (LOCATELLI, et al., 2010, p. 28).

Assim também, o PCN - Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil 2000) afirma que: “entender o impacto das tecnologias associadas às Ciências Naturais na sua vida pessoal, nos processos de produção, no desenvolvimento do conhecimento e na vida social.” De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais, o indivíduo além de tomar suas decisões, deve associar as informações de conhecimento científico com a realidade e fazer parte desse processo compreendendo e articulando as diferentes tecnologias. Nesse caso, a Destilação por Arraste a Vapor.

Para que se tenha um ambiente escolar com maior participação do aluno é necessária uma nova prática pedagógica, assumindo posturas de reflexões por parte de educadores bem como propor aos alunos esse ambiente de reflexões. A habilidade de argumentar sobre determinado conceito científico, faz do indivíduo um ser mais crítico frente aos problemas apresentados na sociedade.

Para o profissional da Educação, a tomada de posturas e ações educativas inovadoras, muitas vezes, significa a ruptura com atitudes, ideias e comportamentos que já se encontram solidificados em suas práticas e que frequentemente,

transformam-se em verdadeiros obstáculos para uma mudança didática. (LOCATELLI, et al., 2010, p. 27).

Como a realidade das escolas públicas são alunos originários de um sistema capitalista, no qual aumenta a cada dia a pobreza no Brasil, se julga necessária a inserção desses alunos no mercado de trabalho, mas não somente como mão-de-obra, mas como um ser ético, que exerça seu papel na sociedade em busca de melhoria nos âmbitos sociais, econômicos e políticos.

A presente pesquisa foi desenvolvida também com o intuito de colocar os alunos frente uma situação problema investigativa de maneira que ele como ser participante tentasse resolver propondo hipóteses, argumentando. Essa abordagem investigativa passa além da sala de aula, pois esse mesmo aluno vai ser mais tarde o cidadão atuante na sociedade.

Segundo (SILVA; MACHADO, 2008), ao discorrer sobre sua visão a respeito do Ensino Médio de Química, apontou que as dificuldades observadas no ensino público. Entretanto, a discussão ressalta a importância de materiais alternativos na elaboração de atividades experimentais. Para se ter laboratório não precisa de equipamentos sofisticados, mas sim disponibilidade para montar aparelhagens com materiais acessíveis e baratos, e às vezes até mesmo “sucatas”.

A atividade experimental pode ser feita a partir de materiais alternativos, dessa maneira auxilia ainda mais na participação dos alunos no processo de investigação. O professor pode propor ao aluno o arrecadamento desses materiais para realizar as atividades, desenvolvendo a conscientização dos mesmos com o meio ambiente.

Os argumentos elaborados pelo grupo 1, foi classificado como argumento completo, de acordo com a fórmula mínima de Toulmin (dado/justificativa/conclusão) e alguns alunos apresentaram justificativa com backing (B) baseado no conhecimento comum, constituído como argumento completo mais elaborado.

O grupo 1 era composto por 6 alunos, e apresentaram mais dificuldade em elaborar as hipóteses para explicitar suas ideias sobre extração e os fatores conjugados no processo de destilação, mas apresentaram argumento completo.

O grupo 2 apresentou argumento completo, de acordo com a fórmula mínima de Toulmin (dado/justificativa/conclusão). Foi um grupo composto por 5 alunos e apresentaram maior destreza ao elaborar suas reflexões sobre a situação problema. É possível observar que nas atividades que envolvem trabalhos coletivos, é importante que se divida em grupos

menores de 4 pessoas, por exemplo, para se ter melhores resultados. Depende do que se quer investigar. Nessa proposta realizada, o grupo 2 se desenvolveu melhor.

O grupo 2 também apresentou mais esquemas de assimilação do que o grupo 1. Foi mais diversificada as proposições que tinha na estrutura cognitiva. E como houve congruência entre os vários esquemas proposto pelo grupo com a informação obtida, foi possível aumentar o conhecimento dos alunos em maior proporção. Isso depende do contexto do grupo, conforme Locatelli (2010). Segundo Toulmin (2006) possui limitações. Dessa forma, para observar e validar um argumento é preciso valorizar alguns aspectos relevantes do contexto do indivíduo para classificar o argumento.

Para melhor compreensão do que se quer explicitar na discussão acima, vamos elucidar a figura com o modelo de Toulmin para a 1ª etapa, do grupo 1, e do grupo 2, que mostram as concepções do senso comum de cada grupo:

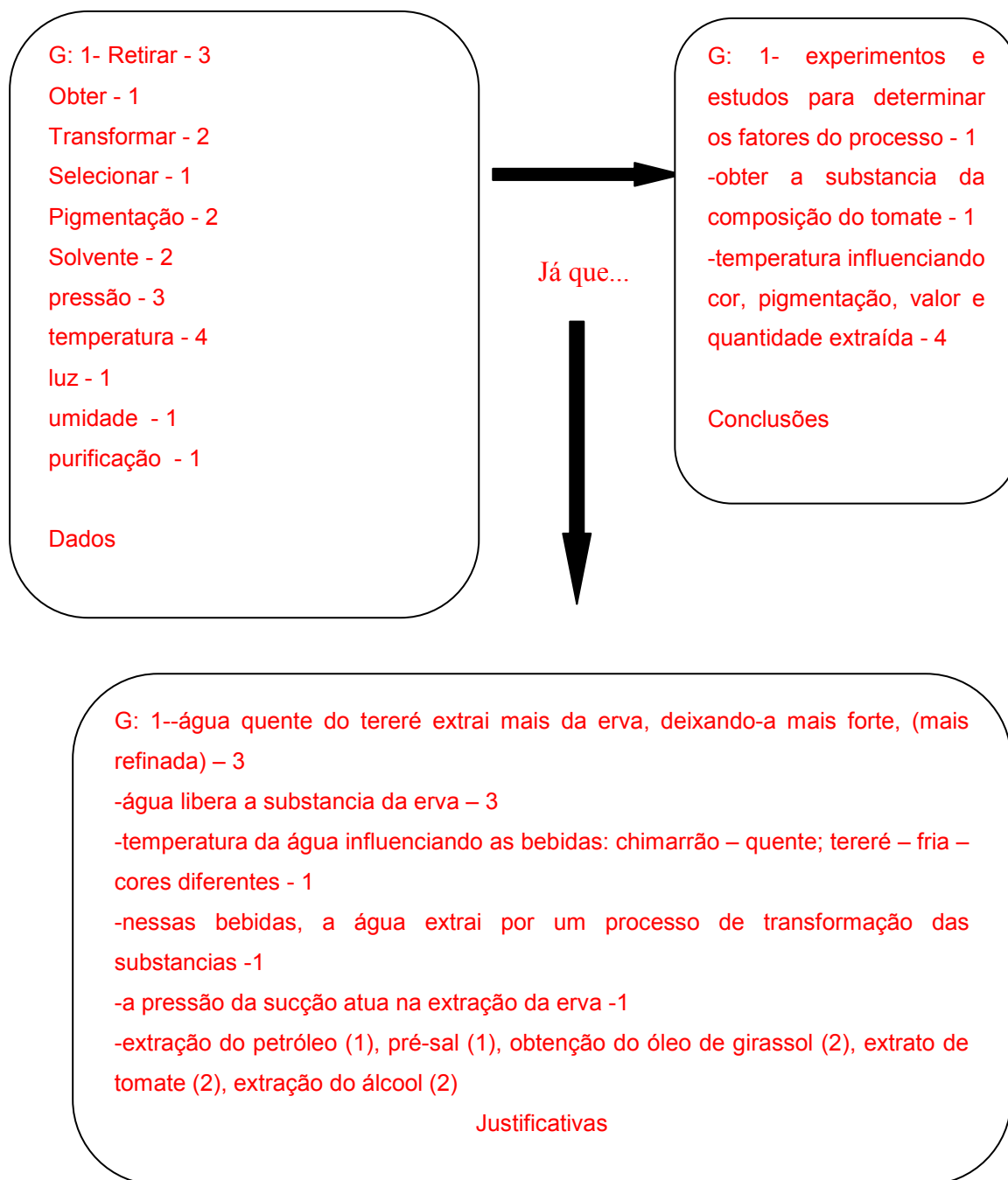


Figura 22: Modelo de Toulmin para a 1ª etapa do grupo 1: esquemas de assimilação (concepções do senso comum).

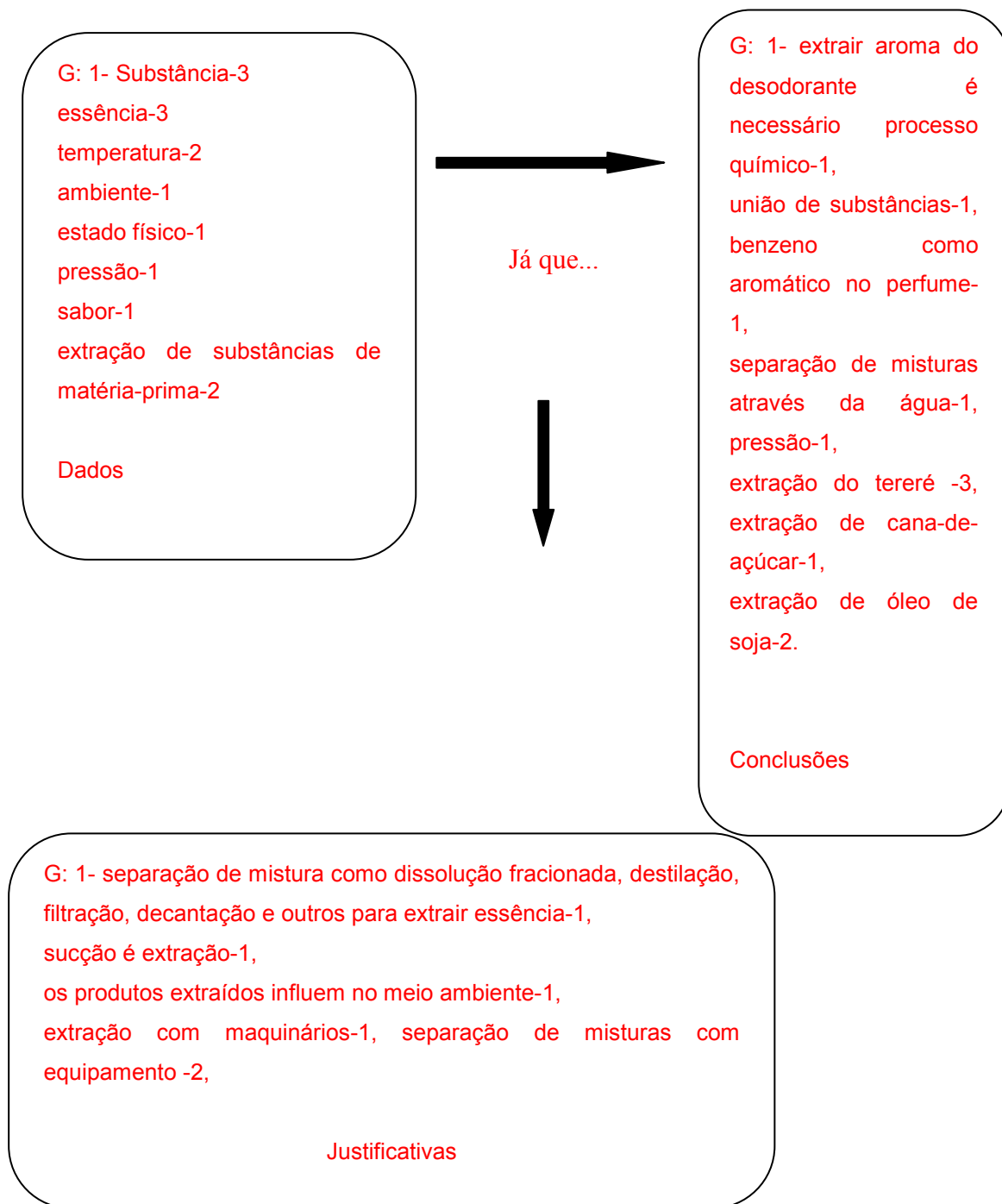


Figura 23: Modelo de Toulmin para a 1ª etapa do grupo 2: esquemas de assimilação (concepções do senso comum).

A partir da esquematização do modelo de fórmula mínima de Toulmin é possível concluir que as hipóteses elaboradas pelos alunos do grupo 2, possuíam o qualificador modal (Q) na justificativa, enquanto que o do grupo 1, possuíam o backing (B).

O qualificador modal (Q) confere um argumento mais elaborado do que o backing (B) pois esse tipo de justificativa dá suporte para a conclusão. O aluno mostra equilíbrio e domínio de conceito para propor esse argumento. Em ambos os casos são argumentos completos, mas no caso do grupo 2 percebe-se que os esquemas de assimilação eram mais acessíveis para a situação investigativa.

A situação problema para investigação proposta foi “Como você compreende o processo de extração e os fatores que ocorrem durante a técnica de destilação por arraste a vapor para obter óleo essencial?”. Portanto, quando o grupo 2 propõe os esquemas de assimilação sobre separação de misturas, noções de pressão, temperatura, extração de essências por diversos métodos, facilita a compreensão da questão investigativa, desenvolvendo habilidade na hora de elaborar as hipóteses e consequentemente, os argumentos.

No caso do grupo 1, os esquemas de assimilação foram entre outros: purificação, pressão, temperatura, falam de transformação da matéria. É ausente a separação de misturas. Deixando a elaboração de hipóteses mais limitada. Por esse motivo, os argumentos dos alunos desse grupo apresentaram somente o backing (B), que é uma justificativa baseada em conhecimentos do cotidiano.

Observando que o modelo de Toulmin possui limitações e uma delas seria a desconsideração do contexto do aluno. Nessa análise foi preciso observar o contexto do aluno para interpretação da qualidade do argumento. Dessa forma, os argumentos propostos pelos dois grupos foram completos.

Segundo Piaget (2007) a aprendizagem ocorre quando ocorre a *equilibração* entre os esquemas de *assimilação* e *acomodação* e dessa maneira ocorre a construção do conhecimento gradativamente.

De um lado, o conhecimento não procede, em suas origens, nem de um sujeito consciente de si mesmos nem de objetos já constituídos (do ponto de vista do sujeito) que se lhe imporiam: resultaria de interações que se produzem a meio caminho entre sujeito e objeto, e que dependem, portanto, dos dois ao mesmo

tempo, mas em virtude de uma indiferenciação completa e não de trocas entre formas distintas. (PIAGET,2007 p. 8).

Portanto, o processo de desenvolvimento da sequência didática investigativa, foram promovendo as interações do sujeito com o objeto do conhecimento, aprimorando os conceitos de assimilação/acomodação/equilibração na estrutura cognitiva do indivíduo, e assim, auxiliando a construção do conhecimento científico.

VI –CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível concluir a partir da presente pesquisa que em ambos os grupos analisados os alunos apresentaram um argumento completo baseado na fórmula mínima (dado/justificativa/conclusão) de Toulmin (2006).

No grupo 1, o argumento foi completo e com acréscimo de backing (B), que seria um argumento mais elaborado de acordo com um conhecimento comum, ou uma lei científica. E no grupo 2, o argumento foi completo com acréscimo de qualificador modal (Q) na justificativa de alguns alunos. Este tipo de argumento serve de suporte para a conclusão.

De acordo com os objetivos gerais da pesquisa, obtivemos um resultado satisfatório. Foi possível a utilização do extrator de baixo custo com o solvente água para obter o óleo do capim cidreira. A argumentação durante a atividade experimental foi estimulada mediante o processo de construção do conhecimento.

Como o intuito da pesquisa era também propiciar a habilidade da argumentação de acordo com os esquemas de assimilação, acomodação e equilíbrio de Piaget (2007), foi possível observar que algumas competências e habilidades do PCN (Parâmetro Curricular Nacional) foram atendidas conforme previsto.

Cabe observar que a questão investigativa era a extração e seus fatores durante a Destilação por Arraste a Vapor. Foi possível analisar a partir dos argumentos dos alunos que a compreensão desses fatores e do termo foi atingida. Fato esse comprovado pela presença do argumento completo.

Portanto, a sequência didática investigativa facilitou o processo de ensino e aprendizagem, propiciando um ambiente de argumentação envolvendo os alunos na atividade experimental para compreensão do termo extração e dos fatores que ocorrem durante a destilação.

VII –REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLINGER, N.L. et al. **Química Orgânica**. Rio de Janeiro, 2ª edição. LTC-Livros Técnicos e Científicos Editora S.A..1976.

BRASIL-MEC-Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Ciências Matemáticas e da Natureza e suas tecnologias. Brasília: Ministério da Educação (Secretaria de Educação Média e Tecnologia), 2000.

BOGDAN, R. C. BIKLEN, S. K. **Investigação Qualitativa em Educação**. Portugal: Porto Editora, LDA. 1994.

CASTAÑON, G. A. Construtivismo, Inatismo e Realismo: compatíveis e complementares. **Ciências e cognição**, 2007, vol. 10: 115-131.

DALLABRIDA, N. A Reforma Francisco Campos e a modernização nacionalizada do ensino secundário. **Educação**. Porto Alegre, v. 32, n. 2, p.185-191, maio/ago. 2009.

Disponível em: < www.giltonepedro.com.br/.../Quimica_Covest_2004_fase-2.pdf -> . Acesso em: 14/03/2011.

Disponível em: <www.jardineiro.net/.../cymbopogon_citratus.php>. Acesso em: 14/03/2011.
Disponível em: <www.sbhe.org.br/.../Solange%20Aparecida%20Zotti%20-%20Texto.pdf >. Acesso em: 22/02/2011.

FERRACIOLLI, L. Aprendizagem, Desenvolvimento e Conhecimento na obra de Jean Piaget: uma Análise do Processo de Ensino-Aprendizagem em Ciências. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, Brasília, v. 80, n. 194, p. 5-18, jan./abr. 1999.

GONÇALVES, D. Et al. **Química Orgânica Experimental**. Curitiba Paraná; Gráfica Editora Barddal Ltda. 1985.

GUIMARÃES, P. I. C. et al. Extraíndo Óleos Essenciais de Plantas. **Química Nova na Escola**. São Paulo. Nº 11, maio, 2000.

JAPIASSU, Hilton. **Introdução ao Pensamento Epistemológico**. 6ª edição. Rio de Janeiro: Francisco Alves 1991.

JÚNIOR, W.E.F. Uma Abordagem Problematicadora para o Ensino de Interações Intermoleculares e Conceitos Afins. **Química Nova na Escola**. Nº 29, agosto de 2008.

KRASILCHIK, M. Ensino de Ciências e a formação do cidadão. **Em Aberto**, Brasília, ano 7, n 40, out/dez/1988.

LOCATELLI, S. W. et al. O Debate como Estratégia em Aulas de Química. **Química Nova na Escola**. Vol. 32 nº 1, fevereiro, 2010.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU.1999.

McMURRY, J. **Química Orgânica**. Tradução técnica Ana Flávia Nogueira e Izilda Aparecida Bagatin. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

NASCIMENTO, S. S. VIEIRA, R. D. Contribuições e limites do padrão de argumento de Toulmin aplicado em situações argumentativas de sala de aula de ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. Vol. 8 , nº 2,2008.

PIAGET, Jean. **A Epistemologia Genética**. 3ª edição. São Paulo: Martins Fontes, 2007. (Psicologia e Pedagogia).

PIAGET,J.: uma Análise do Processo de Ensino-Aprendizagem em Ciências. **Rev. Bras. Est.Pedagógicos**, 80 (194), 5-18.

SÁ, L.P. ,QUEIROZ, S.L. Promovendo a Argumentação no Ensino Superior de Química. **Química Nova**. vol. 30, nº 8, 2035-2042, 2007.

SÁ, L.P., FRANCISCO, C.A., QUEIROZ, S.L. Estudos de Casos em Química. **Química Nova**. vol. 30, nº 3, 731-739, 2007.

SÁ, L. P. **Estudo de Casos no Ensino de Química**. Campinas. SP: Editora Átomo, 2009.

SANTOS, A. et al. Determinação do rendimento e atividade antimicrobiana do óleo essencial de *Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf em função de sazonalidade e consorciamento. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. 19 (2A): 436-441, Abr/Jun 2009.

SANTOS, W. L. P. MALDANER, O.A. **Ensino de Química em Foco**.Ijuí: Ed. Unijuí, 2010. Coleção Educação em Química.

SILVA, R. R. ; MACHADO, P.F. L. A Experimentação no Ensino Médio de Química: a Necessária Busca da Consciência Ético-Ambiental no Uso e Descarte de Produtos Químicos- Um Estudo de Caso. **Ciência e Educação**, v.14, n.2.p. 233-249,2008.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. A Argumentação em uma Atividade Experimental Investigativa no Ensino Médio de Química. **VII Empec Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Florianópolis, 8 de novembro de 2009. Disponível em: <www.foco.fae.ufmg.br/cd/pdfs/222.pdf> Acesso em: 10/06/2010.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. Atividades experimentais investigativas: habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio. **XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ)**. UFPR, 21 a 24 de julho de 2008. Curitiba/PR. Disponível em: <www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0342-1.pdf ->. Acesso em: 28/02/2011.

SUART, R.C. MARCONDES, M. E. R. LAMAS, M.F.P. A Estratégia “Laboratório Aberto” para a Construção de Conceito de Temperatura de Ebulição e a Manifestação de Habilidades Cognitivas. **Química Nova na Escola**. Vol. 32, nº 3, agosto de 2010.

TOULMIN, Stephrn Edelston. **Os usos do argumento**. 2ª ed.-São Paulo: Martins Fontes, 2006.

VILLANI, C.E.P.; NASCIMENTO, S.S. A Argumentação e o Ensino de Ciências: uma Atividade Experimental no Laboratório Didático de Física de Ensino Médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, v 8 (3), p. 187-209, 2003.