

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO - UFMA
CAMPUS VII - CODÓ
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS NATURAIS
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

RAYSSA MATOS DE SOUZA

**EXPERIMENTAÇÃO PROBLEMATIZADORA COMO MOTOR PARA
DESENVOLVIMENTO DE ARGUMENTAÇÃO CIENTÍFICA EM CIÊNCIAS
NATURAIS**

CODÓ – MA

2017

RAYSSA MATOS DE SOUZA

**EXPERIMENTAÇÃO PROBLEMATIZADORA COMO MOTOR PARA
DESENVOLVIMENTO DE ARGUMENTAÇÃO CIENTÍFICA EM CIÊNCIAS
NATURAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação do Curso de Licenciatura em Ciências Naturais do Campus VII – Codó, como parte integrante dos requisitos para obtenção do título de Licenciando em Ciências Naturais - Biologia.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Clara V. V. C. O. Marques

Modalidade: Artigo Científico.

Periódico: Revista Cadernos de Pesquisa UFMA

Codó - MA

2017

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Núcleo Integrado de Bibliotecas/UFMA

Souza, Rayssa Matos de.

Experimentação Problematizadora como Motor para
Desenvolvimento de Argumentação Científica em Ciências
Naturais / Rayssa Matos de Souza. - 2017.

40 f.

Orientador(a): Prof^a. Dr^a. Clara Virgínia Vieira
Carvalho Oliveira Marques.

Curso de Ciências Naturais - Biologia, Universidade
Federal do Maranhão, Codó, 2017.

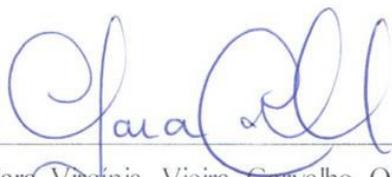
1. Aprendizagem. 2. Argumentação. 3. Ensino de
Ciências. I. Marques, Prof^a. Dr^a. Clara Virgínia Vieira
Carvalho Oliveira. II. Título.

RAYSSA MATOS DE SOUZA

EXPERIMENTAÇÃO PROBLEMATIZADORA COMO MOTOR PARA
DESENVOLVIMENTO DE ARGUMENTAÇÃO CIENTÍFICA EM CIÊNCIAS
NATURAIS

Aprovada em: 08 / 03 / 2017

BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr.ª. Clara Virginia Vieira Carvalho Oliveira Marques
(Orientadora)



Prof. Dr. Paulo Roberto Brasil de Oliveira Marques
Coordenação de Licenciatura em Ciências Naturais, Campus VII
(1º Membro)



Prof. Dr. Dilmar Kistemacher
Coordenação de Licenciatura em Ciências Naturais, Campus VII
(2º Membro)

DEDICATÓRIA

Primeiramente a Deus, que é o meu alicerce em todos os momentos.

À minha família, especialmente para aquela a qual dedico todas as minhas conquistas, minha mãe, mulher guerreira que é meu maior exemplo de vida, força, dedicação e superação.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente nesta conquista alcançada em minha vida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pelas bênçãos recebidas durante toda essa trajetória e que me possibilitaram chegar até aqui, concretizando um sonho, e por nunca me desamparar nos momentos de turbulência, me proporcionando experiências que foram indispensáveis para meu desenvolvimento, fortalecendo-me e fazendo-me superar os obstáculos.

À Universidade Federal do Maranhão – UFMA – Campus VII, pela oportunidade da realização deste curso, ao qual pôde me proporcionar esta conquista em minha vida e pelos docentes desta instituição que foram grande importância pra minha formação através de suas experiências e saberes.

À minha orientadora, Prof^ª. Dr^ª. Clara Marques, pela dedicação, paciência, confiança e por sempre acreditar em mim, na minha capacidade, que foi de fundamental importância para realização deste trabalho.

Ao Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências Naturais (GPECN), pela oportunidade concedida de fazer parte deste grupo, por todos os ensinamentos, vivências e experiências compartilhadas durante toda a caminhada e que me motivaram durante minha formação acadêmica. Aos coordenadores Prof. Dr. Paulo Brasil e Prof^ª. Dr^ª. Clara Marques por serem exemplos de profissionais, exemplos a serem seguidos, que sempre nos nortearam pelos caminhos trilhados, acreditando na capacidade de cada um de nós, como profissionais únicos. Aos membros do grupo por todo companheirismo, flexibilidade, e por sempre prontos a colaborar uns aos outros, sendo exemplos de união, família que é o que somos.

À minha família, em especial minha mãe, por todo amor e carinho e que tanto me incentivou nesta jornada.

Aos meus colegas de curso, em especial minhas amigas de todas as horas, Aline Pavão, Anita, Auricelia Moraes, e Thays Cristina, que estavam ao meu lado em todos os momentos, bons, ruins, nas horas de estudo e etc., uma incentivando a outra, colaborando para o empenho e desenvolvimento da vida acadêmica e quanto a serem futuras profissionais.

“A Educação é a arma mais poderosa que
podemos usar para mudar o mundo”.

(Nelson Mandela)

Sumário

1. INTRODUÇÃO	11
1.1 Processo Argumentativo no Ensino de Ciências	14
1.2 Experimentação Problematizadora e a Aprendizagem Significativa	17
2. METODOLOGIA.....	18
3. RESULTADOS	21
3.1 Descrição do Campo de Investigação	21
3.2 Análise da Intervenção Experimental	22
3.2.1 O que você pôde constatar?	24
3.2.2 Porque isso aconteceu?	27
3.2.3 O que você pôde concluir?	29
3.3. Compilação dos dados	31
4. CONCLUSÃO	33
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
Apêndices.....	39

Experimentação Problematizadora como Motor para Desenvolvimento de Argumentação Científica em Ciências Naturais.

Problematizing Experimentation as an Engine for Development of Scientific Reasoning in Natural Sciences.

Razonamiento de Problematizar Experimentación como un Motor para el Desarrollo Científico en Ciencias Naturales.

Rayssa Matos de Souza
Graduanda da Universidade Federal do Maranhão (UFMA)
rayssa.mattos13@gmail.com

Clara Virgínia Vieira Carvalho Oliveira Marques
Professora Doutora da Universidade Federal do Maranhão (UFMA)
clarabrasil54@bol.com.br

RESUMO: A experimentação problematizadora no ensino de ciências vem sendo apontada como um importante recurso no desenvolvimento de saberes conceituais, procedimentais e atitudinais e a argumentação científica, como uma importante ferramenta para compreender o raciocínio do aluno. O presente trabalho teve por objetivo verificar o processo da aprendizagem significativa de alunos do 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola municipal da zona urbana da cidade de Codó – Maranhão em relação a tópicos de química, pelo viés da experimentação problematizadora, buscando vislumbrar através de indicadores da alfabetização científica as evidências do processo de AC em desenvolvimento. A metodologia deste trabalho seguiu a abordagem de pesquisa qualitativa, buscando verificar como a argumentação escrita dos alunos nas aulas de ciências naturais pode favorecer o entendimento e as explicações de conceitos científicos. Os resultados mostraram que os estudantes respondem muito pouco do que lhes são questionados, muitas vezes não respondendo de fato ao fenômeno e sim apenas uma observação a cerca do mesmo, porém há aqueles estudantes que vão um pouco além do que se pede fazendo relações fundamentais para entender e explicar o fenômeno. As análises nos revelaram que os alunos possuem um raso conhecimento científico, de forma singular, adotando minimamente uma linguagem científica para explicar, justificar e concluir suas ideias.

Palavras Chave: Ensino de Ciências, argumentação, Aprendizagem.

Abstract: Problematizing experimentation in science education has been pointed to as an important resource in the development of conceptual, procedural knowledge and attitudinal and scientific arguments, as an important tool to understand the student's reasoning. This study aimed to verify the process of meaningful learning of students in the ninth grade of elementary school to a municipal school of Codó City urban area – Maranhão in relation to topics of chemistry, by problematizing trial bias, seeking a glimpse of through scientific literacy indicators evidence of the AC process in development. The methodology of this work has followed the approach of qualitative research, seeking to check the written argument of the students in the school of natural sciences can favour the understanding of scientific concepts and explanations. The results showed that students respond very little of what they are asked, often not responding in fact to the phenomenon and Yes just an observation about the same, but there are those students who go a little beyond calling for doing fundamental relations to understand and explain the phenomenon. The analyses revealed that students have a shallow scientific knowledge, in a unique way, adopting minimally a scientific language to explain, justify and complete their ideas.

Key words: Science education, reasoning, learning.

Resumen: Problematizar la experimentación en la enseñanza de las Ciencias ha destacado que como un recurso importante en el desarrollo de conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinales y científicas las discusiones, como una herramienta importante para entender el razonamiento del estudiante. Este estudio pretende verificar el proceso de aprendizaje significativo de los estudiantes de noveno grado de escuela primaria a una escuela municipal de Codó área urbana de ciudad – Maranhão en relación con temas de la química, por el prejuicio juicio problematizing, buscando vislumbrar a través de pruebas de indicadores de alfabetización científica del proceso de AC desarrollo. La metodología de este trabajo ha seguido el enfoque de la investigación cualitativa, buscando comprobar que el argumento escrito de los estudiantes en la escuela de Ciencias naturales puede favorecer la comprensión de conceptos científicos y explicaciones. Los resultados mostraron que los estudiantes responden muy poco de lo que ellos piden, a menudo no responde en realidad al fenómeno y sí sólo una observación sobre el mismo, pero hay estudiantes que van un poco más allá pidiendo hacer relaciones fundamentales para entender y explicar el fenómeno. Los análisis revelaron que los estudiantes tengan un conocimiento científico poco profundo, de una manera única, mínimamente la adopción de un lenguaje científico para explicar, justificar y completar sus ideas.

Palabras clave: Enseñanza de las Ciencias, razonamiento, aprendizaje.

1. INTRODUÇÃO

O ensino de ciências tem um histórico que já contemplou diversos caminhos de objetivos para contribuições e formações aos estudantes (KRASILCHIK, 2000; MALAFAIA; RODRIGUES, 2008). Nas últimas décadas vem assumindo características influenciadas pela ótica de uma intensa velocidade do progresso científico e tecnológico, sugerindo um patamar que concerne para a preocupação acerca da construção do conhecimento científico e promoção para a cidadania (FREIRE, 2009).

A literatura especializada discorre que ainda é predominante nas salas de aulas, o trabalho com o ensino de ciências de forma descontextualizada e fragmentada, o que favorece a estagnação no processo de aprendizagem, uma vez que distancia o aluno da experiência e do pensamento crítico (BIZZO, 1998; HARRES, 1999). Neste contexto, ainda são levantadas questões que revelam a acentuada situação da dificuldade que os alunos apresentam em relacionar a teoria desenvolvida em sala com a realidade no seu cotidiano, onde não reconhecem, não sabem explicar e não implementam o conhecimento científico em situações reais (REGINALDO et al, 2012; SERAFIM, 2001).

Na base legal nacional, têm-se os PCN que orientam que o ensino de ciências tem por objetivo fundamental, dar condições aos alunos identificar o problema a partir de situações de observações e/ou investigações de um determinado fenômeno, fazendo com que eles possam levantar suas próprias hipóteses, testá-las, refutá-las e abandoná-las quando necessário, trabalhando de forma a tirar suas próprias conclusões (BRASIL, 1997).

Dessa maneira, propor atividades de caráter investigativo/argumentativo propicia a construção de mudanças conceituais como forma de contribuir ao aluno o desenvolvimento efetivo no seu processo de ensino e aprendizagem, adquirindo assim, linguagem científica (ZOMPÊRO, 2012). Segundo o mesmo autor, pode-se considerar que a partir do momento em que a argumentação se torna perceptível em sala de aula, os alunos passam a ser parte integrante no processo de alfabetização científica (ZÔMPERO, 2012).

Para Chassot (2003), a alfabetização científica é o conjunto de conhecimentos que auxiliam os sujeitos a compreenderem o mundo em que se encontram inseridos. No processo de alfabetização científica é importante que os alunos travem por meio do ensino de ciências contatos e encaminhamento de competências e habilidades, desenvolvendo o papel de pesquisadores na construção do conhecimento (SASSERON; CARVALHO, 2008). Para verificar se o processo de alfabetização científica está em processo, Sasseron e Carvalho (2008) propõem os Indicadores de Alfabetização Científica (AC), que têm a função de

mostrar “*se*” e “*como*” as habilidades estão sendo desenvolvidas nos alunos. Assim, conceitualmente pode-se afirmar que os indicadores são elementos que norteiam algumas competências inerentes das ciências e do fazer científico, que mostram o encaminhamento de ações que levam à resolução de um problema e se torna perceptível quando se busca as relações entre as observações do problema investigado e as construções mentais que levam ao entendimento dele, tendo como finalidade, mostrar algumas destrezas que devem ser trabalhadas quando se deseja colocar a AC em processo de construção entre os alunos (SASSERON; CARVALHO, 2008).

Segundo Sasseron e Carvalho (2008) os Indicadores de Alfabetização Científica organizam-se em três grupos, cada um destes representando um bloco de ações em que são colocadas em prática quando há um problema a ser resolvido. No Quadro 01, podem-se vislumbrar estes Indicadores de AC, categorizando-os de acordo com seus objetivos:

Quadro 01 - Resumo sobre Indicadores de Alfabetização Científica segundo Sasseron e Carvalho (2008)

Grupo I	Grupo II	Grupo III
<i>Seriação de informações</i>	<i>Raciocínio lógico</i>	<i>Levantamento de hipóteses</i>
<i>Organização de informações</i>	<i>Raciocínio proporcional</i>	<i>Teste de hipóteses</i>
<i>Classificação de informações</i>		<i>Justificativas</i>
		<i>Previsão</i>
		<i>Explicação</i>

Fonte: Elaborado pelos autores com base na obra de Sasseron e Carvalho (2008)

O primeiro grupo de indicadores relaciona-se especificamente ao trabalho com os dados obtidos em uma investigação sobre um determinado tema ou fenômeno, incorporando ações desempenhadas nas tarefas de seriar, organizar e classificar informações dos dados. Estes indicadores estão ligados ao trabalho direto com os dados empíricos ou com as bases por meio das quais se compreende um assunto ou situação. Desta forma, a categoria ***Seriação de informações*** surge quando se almeja o estabelecimento de bases para a investigação, onde não prevê, necessariamente, uma ordem a ser estabelecida, mas pode ser um rol ou uma lista de dados trabalhados ou com os quais se vá trabalhar. Já a ***organização de informações*** ocorre nos momentos em que se discute sobre o modo como um trabalho foi realizado. Este indicador pode ser vislumbrado quando se busca mostrar um arranjo para as informações novas ou já elencadas anteriormente. E a ***classificação de informações*** constitui-se em um

momento de ordenação dos elementos com os quais se está trabalhando buscando conferir uma hierarquia em relação às informações obtidas.

Para Sasseron e Carvalho (2008) estes três indicadores são de grande relevância quando há um problema a ser investigado, pois é por meio deles que se torna possível conhecer as variáveis envolvidas no fenômeno, mesmo que, o trabalho com elas neste momento ainda não esteja centralizado em encontrar relações entre estas variáveis e o porquê do fenômeno ter ocorrido tal como se pôde observar.

O segundo grupo de indicadores relaciona-se à estruturação do pensamento durante as aulas de ciências e a construção de uma ideia lógica e objetiva para as relações que regulam o comportamento dos fenômenos naturais, como uma maneira de organizar as ideias que se estão a construir (DEL-CORSO, 2014; SASSERON; CARVALHO, 2008.). A categoria, *raciocínio lógico* relaciona-se à exposição do pensamento de acordo como as ideias são desenvolvidas e apresentadas. Já o *raciocínio proporcional* igualmente ao raciocínio lógico, dá conta de mostrar como se estrutura o pensamento, porém, refere-se também à maneira como variáveis têm relações entre si, ilustrando a interdependência que pode existir entre elas.

Para finalizar, em relação ao terceiro grupo expressam-se os indicadores ligados mais diretamente à procura do entendimento da situação analisada, estes devem surgir durante as etapas finais das discussões, pois se caracterizam por ser o trabalho com as variáveis envolvidas no fenômeno e a busca por relações capazes de descreverem as situações para aquele contexto e outros semelhantes. Alguns destes indicadores estão associados ao trabalho para obtenção de dados como é o caso do *levantamento e teste de hipóteses* em relação ao problema a ser investigado. O *levantamento de hipóteses* aponta instantes em que são alçadas suposições acerca de certo fator problematizador. O *teste de hipóteses* concerne às etapas pelas quais as suposições anteriormente levantadas, são provadas. A *justificativa* apresenta-se na garantia de uma afirmação proferida, fazendo com que a afirmação ganhe aval, tornando-a mais segura. Já a *previsão* é explicitada quando se afirma a sucessão de uma ação e/ou fenômeno associado a certos acontecimentos. E por fim, a *explicação* surge quando se busca relacionar informações e hipóteses levantadas.

Vale a pena ressaltar que a presença de um indicador não inviabiliza a manifestação de outro, pelo contrário, durante as argumentações em sala de aula nas quais os alunos tentam explicar ou justificar uma ideia construída, é provável que os indicadores demonstrem suporte e apoio a explanação que estão sendo feitas, fortalecendo assim seus

argumentos, ou seja, o argumento torna-se mais rico quando é perceptível a presença de mais de um destes indicadores (SASSERON & CARVALHO, 2008).

1.1 Processo Argumentativo no Ensino de Ciências

A argumentação é uma estratégia que colabora na aquisição da linguagem científica e dessa forma possibilita desenvolver nos estudantes uma capacidade de raciocinar e discutir sobre problemas científicos e também de seu cotidiano, podendo expressar seu ponto de vista, uma ideia, apresentando razões e evidências na tentativa de convencer o outro (BARBOSA, 2011; COLOMBO, 2012; SHIN & MCGEE, 2003).

Segundo Candela (1997), à medida que práticas discursivas são incentivadas nas aulas de ciências, os alunos vão se apropriando de novas formas de se expressar, adquirindo mais independência e confiança em suas ideias, além de atitudes mais científicas baseadas na atuação do professor. A capacidade de argumentação não surge naturalmente nos indivíduos, para isso, os estudantes necessitam mergulhar em contextos que lhes permitam praticar suas capacidades argumentativas (COSTA, 2008).

O desenvolvimento das destrezas argumentativas não ocorre igualmente em todos os ambientes de aprendizagem, assumindo particular interesse aos contextos que tenham relevância para a vida dos estudantes, uma vez que o processo de argumentar requer que os estudantes sejam capazes de opinar e chegar a conclusões a partir de evidências, além de avaliar seus argumentos em relação com outras possíveis argumentações (KHUN, 1993; CAAMAÑO, 2010).

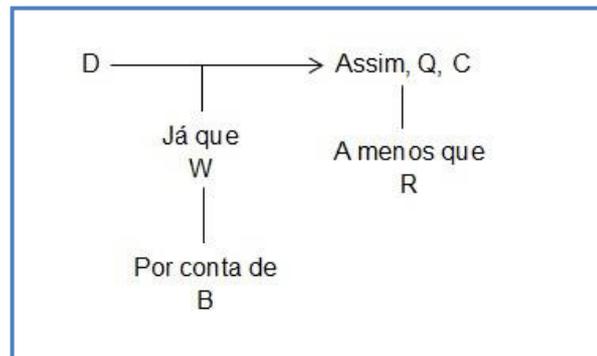
Boavida (2005) defende a necessidade de envolver os discentes da Educação Básica, em situações de desenvolvimento de argumentações nas explicações de fenômenos, pois a competência argumentativa abrange a capacidade de comunicar, ouvir e agir de forma crítica e atenciosa, o que pode levar os discentes a assumirem suas posições de forma esclarecida. Villas Boas (2004) afirma que, quando se dá chances ao aluno de falar, de desenvolver a argumentação oral, escrita e de posicionar-se diante de vários temas, ocorre o enriquecimento do seu processo de aprendizagem.

Kelly e Takao (2002) entendem a argumentação como uma importante ferramenta para compreender o raciocínio do aluno. Na literatura especializada, muitos são os trabalhos que vem sendo discutidos acerca da construção de argumentos, tanto em sala de aula quanto em produções escritas pelos alunos, baseadas pelo modelo estrutural proposto por Toulmin (2001). Os autores relatam que as análises derivadas do *layourt de Toulmin* (2006)

primeiramente foram aplicadas para o discurso oral em sala de aula, mas posteriormente foi considerado também em relação aos argumentos escritos.

Segundo Toulmin (2006) nem toda frase se caracteriza como um argumento, e muito que se ouve e é lido não contém qualquer argumento, pois se não há intencionalidade em convencer qualquer coisa, apenas se descrevendo uma situação, conta-se uma história, reporta-se a um evento, ou até mesmo se expressa uma atitude pessoal, então dessa maneira é um uso instrumental da língua. Porém, se houver essa intenção, muitas vezes por pequenas palavras, que denotam convencer algo ou alguém, pode-se estabelecer um confronto argumentativo, desde que a estrutura seja reconhecida e permita iniciar uma discussão. A teoria de Toulmin apresenta um padrão/esquema para análise estrutural do processo de argumentação, onde se faz a distinção entre os diferentes componentes que constituem um argumento. Este padrão é eficiente e de grande importância na análise de argumentações científicas, pois estabelece relações entre vários elementos e as argumentações propriamente ditas, realçam as limitações de uma dada teoria e dá significado ao papel das evidências para a construção de explicações causais. Ele serve como um parâmetro para se entender qual é o papel da argumentação na construção do conhecimento científico (COSTA, 2008). A Fig. 01 mostra além dos elementos fundamentais que compõem um argumento, as relações existentes entre eles.

Figura 01 - Esquema estrutural de Argumento de Toulmin (2001)



Fonte: Toulmin (2001)

Neste esquema existem elementos fundamentais de um argumento, que segundo Toulmin (2001), são codificados como:

- **Dado (D)** – fatos aos quais recorre-se para fundamentar a conclusão, que toma-se como ponto de partida para o raciocínio.
- **Conclusão (C)** – afirmações que busca-se estabelecer como válidas, ou seja, é a tese que pretende-se defender em relação aos dados utilizados como base para suas conclusões.

- **Justificativa ou garantias (W)** – que justificam a passagem dos dados a conclusão, atribuindo forças ao argumento, ou seja, são argumentos propriamente ditos que se reúne e analisa-se com o objetivo de sustentar a tese ou conclusão.

Segundo este esquema, é possível apresentar um argumento contando apenas com esses elementos, cuja estrutura básica é: “a partir de um dado (D), já que (W), então (C)”, que se refere ao que Toulmin chama de argumento reduzido. Nesta perspectiva, para que um argumento seja considerado completo, pode-se especificar em que condições a justificativa apresentada é válida ou não, indicando um peso para tal justificativa. Dessa forma podem ser acrescentados ao argumento qualificadores modais (Q), ou seja, especificações das condições necessárias para que uma dada justificativa seja válida. Este qualificador modal ou modalizador é a palavra ou expressão por meio da qual manifesta-se determinada atitude em relação à conclusão proposta. Desta mesma maneira, é possível especificar em que condições a justificativa não é válida ou suficiente para dar suporte à conclusão. Nesse caso é apresentada uma refutação (R) da justificativa, ou seja, contestações que seriam possíveis fazer ao raciocínio do argumentador. Além destes elementos já citados, a justificativa, que apresenta um caráter hipotético, pode ser apoiada em uma alegação categórica baseada em uma lei, regras ou princípios, por exemplo. Trata-se de uma alegação que dá suporte à justificativa, denominada *backing* (B) ou conhecimento básico. O *backing* é uma garantia baseada em alguma autoridade, uma lei jurídica ou científica, por exemplo, que fundamenta a justificativa (SÁ et al, 2014).

Sobre as contribuições para o conhecimento das metodologias de pesquisa em ensino de ciências, Erduran (2008) lembra que o modelo de Toulmin tem sido apropriado, adaptado e estendido para pesquisas não somente da área de educação científica, mas também em outros campos como comunicação, filosofia e inteligência artificial. Jiménez-Aleixandre et al. (2000) colocam que a argumentação é relevante na educação em ciências, desde que seu objetivo de investigação científica seja a geração e a justificativa das afirmativas do conhecimento, crenças, e tomadas de ações que levem ao entendimento da natureza. Neste sentido, entendem a educação e argumentação como unidas numa mútua preocupação com a racionalidade e dimensões normativas da razão e do raciocínio. Jiménez-Aleixandre et al. (2000) defendem a argumentação como elemento estrutural da linguagem científica, porém enfatizam que a capacidade de desenvolver argumentos é uma meta normalmente não estabelecida em salas de aula de ciência.

1.2 Experimentação Problematizadora e a Aprendizagem Significativa

Nas últimas décadas, a experimentação no ensino de ciências vem sendo intensamente debatida na literatura entre os pesquisadores da área de educação em ciências e geralmente apontada como um importante recurso no desenvolvimento de saberes conceituais, procedimentais e atitudinais (GALIAZZI et al., 2001; CARVALHO, 2007; GUIMARÃES, 2009). Assim como relata Rosito (2008) a utilização da experimentação no ensino de ciência é considerada como essencial para promoção da aprendizagem científica, fazendo com que o aluno desenvolva habilidades de conhecimento científico e seja capaz de levantar hipóteses. Nesse sentido, defende-se que as aulas experimentais podem estimular os alunos a observar, registrar, refletir, discutir com os colegas, analisar e propor hipóteses para suas observações, bem como rever o que pensam a fim de construir suas próprias conclusões sobre um determinado fenômeno (BIASOTO & CARVALHO, 2007). Para Guimarães (2009) a experimentação deve ser capaz de motivar alunos a (re)significar seu conhecimento inicial, problematizá-los e levá-los na direção de construir conhecimentos mais abrangentes e consistentes, através das mediações feitas pelos professores, tornando a aprendizagem mais significativa.

Segundo Ausubel et al. (1980) para a aquisição de uma aprendizagem significativa deve haver alguma associação entre o novo conhecimento e aquele já existente na estrutura cognitiva do aluno. Segundo o mesmo autor, quando a aprendizagem significativa não se efetiva, o estudante passa a incorporar a utilização da aprendizagem mecânica, ou seja, apenas 'decora' o assunto, que não sendo significativo para estes alunos, é armazenado de maneira isolada, podendo inclusive levá-lo ao esquecimento logo em seguida (AUSUBEL, 1976). Desta forma, as atividades experimentais devem auxiliar os alunos no processo de construção dos saberes científicos por meio de questionamentos partindo de suas hipóteses e conhecimentos prévios, requerendo a superação do ensino fragmentado e desarticulado das situações cotidianas, contribuindo para o desenvolvimento do raciocínio lógico dos alunos em busca de uma aprendizagem significativa (CARVALHO, 2007; GALIAZZI et al, 2004).

As atividades experimentais devem ser sistematizadas e rigorosas desde sua gênese, despertando nos alunos um pensamento reflexivo e crítico, fazendo os estudantes sujeitos da própria aprendizagem (FRANCISCO Jr et al, 2008). Quando os alunos são instigados a solucionar um problema torna-se evidente o envolvimento no processo de pensar o que os possibilita no desenvolver de potencialidades de raciocínio. Para Carmo e Suart (2006) o professor deve ser mediador e planejar situações potencialmente problemáticas, que

permitam a explicitação de ideias e, ao mesmo tempo possam ser questionadas e debatidas, permitindo uma reflexão para o planejamento de novas ideias.

O trato do ensino de ciência implementado por experimentação problematizadora tem sido a orientação de algumas pesquisas no sentido de ser o grande desafio de tornar o ensino de Ciências prazeroso, instigante, mais interativo, dialógico e baseado em atividades capazes de persuadir os alunos a admitirem as explicações científicas para além dos discursos autoritários, prescritivos e dogmáticos (RAMOS; ROSA, 2008; WILSEK; TOSIN, 2009; GUIMARÃES, 2009). Portanto, nesta pesquisa pretendeu-se investigar a implementação de atividades experimentais problematizadoras na seguinte perspectiva: *Como se dá o desenvolvimento dos argumentos científicos dos alunos do Ensino Fundamental quando estes são levados a questionarem os fenômenos naturais por meio de problematização?*

Para responder esta questão de pesquisa o objetivo deste trabalho foi verificar o processo da aprendizagem significativa de alunos do 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola municipal da zona urbana da cidade de Codó – Maranhão em relação a tópicos de química, pelo viés da experimentação problematizadora para elaboração de argumentos científicos, buscando vislumbrar através de indicadores da alfabetização científica as evidências do processo de AC em desenvolvimento.

Como objetivos específicos, propôs-se: 1) Implementar uma Sequência Didática baseada em experimentação problematizadora; 2) Registrar a elaboração de textos dos alunos em esquemas adaptados pela teoria de Toulmin; 3) Identificar níveis de AC por meio de indicadores de alfabetização científica presentes nos registros elaborados pelos alunos; 4) Construir panorama do nível argumentativo dos alunos em explicações de fenômenos em relação aos conteúdos de ciências.

2. METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho seguiu a abordagem de pesquisa qualitativa, buscando verificar como a argumentação escrita dos alunos nas aulas de ciências naturais por meio de experimentação problematizadora pode favorecer o entendimento e a explicação de conceitos científicos. A pesquisa qualitativa em educação, segundo Ludke e André (1986), possibilita a obtenção de uma diversidade de dados descritivos, os quais são obtidos através do contato direto do pesquisador com o ambiente e a situação a ser estudada, onde considera a sua preocupação em retratar a perspectivas dos participantes e os elementos fundamentais para compreensão do problema, e enfatiza mais o processo do que o produto.

A escolha do campo de pesquisa voltou-se para uma das escolas de Ensino Fundamental da zona urbana da cidade de Codó, pelo fato de que já existiam contatos de pesquisas desenvolvidos anteriormente em outras versões de trabalhos elaborados pelo Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências Naturais (GPECN), onde se teve todo levantamento e caracterização das escolas e do conjunto de professores de ciências atuantes. Após a escolha da escola, passou-se a ter contato com o docente de ciências do 9º ano do Ensino Fundamental por meio de sessões de discussões para delineamento dos trabalhos a serem desenvolvidos na sala de aula. Ressalta-se que nesta pesquisa, os sujeitos participantes receberam designação fictícia de forma aleatória utilizando-se os números naturais para ser mantido o anonimato dos alunos, e denominou-se o referido professor de ciências pelo nome fictício de *João*.

A coleta de dados fez uso de dois instrumentos, os quais foram implementados em momentos diferentes, a saber: no primeiro momento, fez-se uso de questionários semiestruturados com perguntas abertas e fechadas, onde este questionário foi aplicado aos alunos, pela própria pesquisadora com auxílio do professor João, e para o segundo momento, foi aplicado um formulário investigativo (apêndice 01) com questões voltadas para a intervenção experimental proposta aos alunos. Ressalta-se que este formulário foi idealizado em consenso entre as pesquisadoras e professor João, bem como foi aplicado por este. Segundo Gil (2010), o uso de questionários e/ou formulários investigativos levam os estudantes a se expressarem abertamente, e por isso fica possível conhecer suas opiniões, valores, crenças, situações vivenciadas, sentimentos e expectativas. Vale ressaltar que todo o processo que oportunizou a coleta de dados foi estruturado por meio da implementação da sequência didática proposta.

Neste sentido, entendeu-se que para o desenvolvimento da sequência didática seria necessário escolher um procedimento experimental trabalhado sob a ótica de uma situação problema, retirada do próprio livro didático utilizado nas aulas de ciências da turma. Desta forma, o capítulo escolhido versou para o conteúdo que os alunos apresentaram maior dificuldade durante o período de coleta, informação dada pelo professor. Nesta perspectiva, o procedimento experimental selecionado foi inicialmente validado para posteriormente ser aplicado a um conjunto de 25 alunos do 9º ano do ensino fundamental, aos quais são os sujeitos desta pesquisa. Ressalta-se que o livro didático utilizado nas aulas de ciências da turma é pertencente à coleção Teláris, obra de Gewandsznajder, e esta tem sido a coleção mais utilizada no ensino fundamental pelos educadores das escolas públicas da cidade da Codó - MA.

A situação-problema intencionou explorar com os alunos sobre as mudanças de estado físico da matéria, pontualmente sobre o fenômeno que ocorre no processo de sublimação (apêndice 02), trabalhada no capítulo de *matéria e energia: propriedades gerais do livro didático utilizado pela escola*. A partir da situação-problema que se ilustra no Quadro 02, foram desenvolvidas as etapas da sequência didática proposta.

Quadro 02 - Descrição da situação-problema adaptada do livro texto dos alunos

SITUAÇÃO PROBLEMA – O SUMIÇO DA PEDRA CHEIROSA!
Algumas pessoas usam pedra de cânfora (ou pedra de naftalina), uma substância com cheiro forte, nos armários para espantar traças. A pedra de cânfora diminui de tamanho e acaba desaparecendo. Como você explica isso? (Pista: a pedra não foi comida por traças ou outros animais!).
Referência: Gewandsznajder, F. Projeto Teláris: Ciências– 1ª Edição: São Paulo: Ática, 2012.
Você saberia explicar o fenômeno que aconteceu?

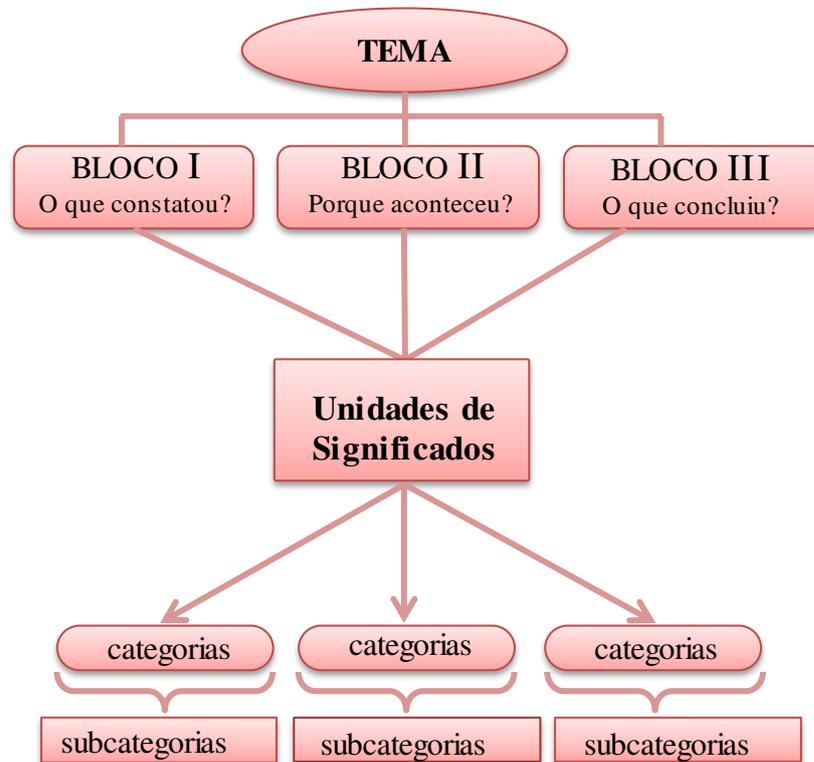
Fonte: Quadro elaborado pelos autores com base na obra de Gewandsznajder (2012)

A análise dos dados buscou vislumbrar a organização dos argumentos científicos dos alunos a partir do modelo estrutural proposto por Toulmin (2006), utilizando-se algumas adaptações de Sá et al (2014), e posteriormente direcionou-se para a verificação de indicadores de alfabetização científica. Vale ressaltar que os Indicadores de Alfabetização Científica utilizados nesta pesquisa são adaptados dos trabalhos Sasseron e Carvalho (2008) os quais norteiam o entendimento na verificação da estruturação do argumento oral ou escrito desenvolvidos em sala de aula, e a partir destas análises buscou-se conciliar com a estrutura do argumento proposta por meio da teoria de Toulmin. Pontualmente, utilizou-se os IAC descritos *no Grupo II*, relacionando a estruturação do pensamento e a construção de uma ideia lógica e objetiva. Para Sasseron (2008) estes dois indicadores atuam no trabalho investigativo e pode-se entendê-los como o meio que permite acontecerem às ações das investigações, pois estão direcionados em organizar as ideias que estão a se construir.

Os argumentos escritos pelos alunos no formulário investigativo da intervenção experimental foram tratados pela metodologia de análise de conteúdo delineando-se nas ideias de Strauss e Corbin (2008) e de adaptações de Marques (2010), procedendo-se a retirada dos signos mais frequentes nos registros elaborados pelos estudantes, os quais foram agrupados em unidades de significados, que por sua vez deram origem as categorias e subcategorias que retratam o fenômeno investigado, de acordo com as investigações da pesquisa em questão.

Nesta vertente, as categorias e subcategorias foram estruturadas em um esquema de rede sistêmica, suscitando blocos de análise que foram denominados: Blocos I, II, III, conforme o esquema ilustrado abaixo:

Figura 01 - Esquema utilizado para tratamento dos dados contidos nos registros escritos os alunos.



Fonte: Elaborado pelos autores (2017)

3. RESULTADOS

3.1 Descrição do Campo de Investigação

O campo de investigação fica situado na zona urbana da cidade de Codó e encontra-se num local de fácil acesso. Sua estrutura física conta com seis salas de aula em pleno funcionamento, onde duas destas são destinadas aos alunos do 9º ano do Ensino Fundamental, além de uma sala de professores, uma secretaria, uma sala da direção, uma sala de informática, mas a mesma não é utilizada pelos alunos por falta de monitor, um auditório que se encontra inativo, um pátio pequeno arborizado, uma biblioteca, uma cantina, bebedouros disponíveis aos estudantes e quatro banheiros.

A escola oferece ensino regular de 6º ao 9º ano, atendendo um público estudantil de faixa etária entre 11 a 15 anos de idade, cada sala comporta em média 35 alunos. Observou-se que há carteiras disponíveis a todos os alunos, possui mesas e cadeiras em todas

as salas para os professores, há materiais didáticos disponíveis para uso dos professores, possui acesso à internet aos professores e uso administrativo, a merenda escolar é oferecida aos alunos, possui espaços acessíveis destinados a portadores de deficiência e não possui um sistema de esgotamento sanitário, utiliza-se fossas.

O professor João é formado em Química, seu tempo de atuação está em torno de 5 a 10 anos, possui especialização na área Docência do Ensino Superior, leciona as disciplinas de Ciências e Química, adota metodologicamente aulas expositivas, utiliza o livro como principal recurso didático, pontualmente da coleção Teláris¹ e como instrumento de ensino atividades experimentais dentro de sala de aula. O professor afirma que é um profissional flexível, incentivador e acredita no potencial de seus alunos, costuma passar exercícios para verificação de aprendizagem e tarefas para casa, muitas delas retiradas do próprio livro didático. Os alunos, na sua grande maioria mostram-se bastantes participativos durante as aulas, fazem questionamentos a respeito do assunto abordado, o que propicia um ambiente favorável à aprendizagem.

3.2 Análise da Intervenção Experimental

Para analisar argumentos, Toulmin (2001) sugere organizar toda a estrutura textual em um esquema que possibilite uma apreciação minuciosa do processo argumentativo. Dessa maneira, para tratamento, organização e análise dos dados desta pesquisa obtidos através da intervenção experimental, adaptou-se o modelo de Toulmin a uma estrutura em três blocos analíticos dentro de uma rede sistêmica (Fig. 02), levando em consideração três questões da pesquisa sobre o processo de construção de explicações dos alunos, a saber: ***O que você pôde constatar? Por que isso aconteceu? O que você pôde concluir?***

Os blocos se reportam a representação da situação problema por meio da intervenção experimental, para fazer com que os alunos pudessem verificar o fenômeno na prática e que pudessem identificar as concepções de suas hipóteses e criar suas conclusões através de seus registros escritos para defender suas opiniões através da situação problema em questão, buscando-se assim todo o entendimento do aluno através de toda sequência didática proposta. Nesta perspectiva, buscou-se identificar o que os alunos puderam constatar, as suas justificativas para explicá-lo e através de suas concepções quais conclusões chegaram para defender seu ponto de vista.

¹ Para Queiroz (2015) esta coleção tem sido a mais utilizada pelos docentes na maioria das escolas públicas de Ensino Fundamental da rede escolar da cidade de Codó – MA.

3.2.1 O que você pôde constatar?

Neste bloco, buscou-se verificar os fatos/evidências constatados pelos alunos, por meio da retirada dos signos mais recorrentes nos registros elaborados para explicarem as suas conclusões do fenômeno observado. Com isto, suscitaram-se duas categorias que delinham a discussão em questão, encaminhadas em duas vertentes, a saber: (i) *Mudanças físicas* e (ii) *Alterações da matéria*. Estas categorias serão explicadas nas seções seguintes.

3.2.1.1 Mudanças Físicas

Nesta categoria, foram catalogados 47 signos dos registros escritos pelos estudantes. Nesta perspectiva, duas subcategorias emergiram, as quais foram trabalhadas, organizadas e classificadas da seguinte forma: (i) *Sólido para gasoso* e (ii) *Gasoso para sólido*. Os signos que explicam estas duas subcategorias estão ilustrados no Quadro 03 abaixo:

Quadro 03 – Descrição das unidades de significados para a categoria *Mudanças físicas*

1 O que você pôde constatar?			
Categoria	A categoria mudanças físicas pôde seguir dois caminhos distintos que é <i>Sólido para líquido</i> , sendo perceptível o fenômeno sublimação e <i>Gasoso para o sólido</i> que diz respeito ao processo inverso do fenômeno em questão.		
Subcategorias	Unidades de Significados	Quant.	Citação
1.1.1 Sólido para gasoso	Percepção de mudanças de estado físico	20	Vimos acontecer o processo de sublimação da naftalina, acompanhamos a sua mudança de estado, ou seja, passando do sólido para o gasoso [...]. A09
	Fenômenos aparentes	9	A naftalina começou a soltar um gás, que é o processo de sublimação. A01
	Sofre sublimação	11	Ocorreu o processo de sublimação a naftalina passou do sólido para o gasoso. A06
1.1.2 Gasoso para sólido	Percepção inversa do fenômeno	7	[...] e logo após aconteceu o inverso, do estado gasoso passou para o sólido [...]. A25

Fonte: Elaborado pelos autores (2017)

Observou-se que 85,11% dos signos direcionaram-se para subcategoria *Sólido para gasoso*, onde se encaixaram um total de 40 signos, os quais estão divididos em três unidades de significados, sendo que a primeira denominada de *percepção de mudanças de estado físico* foi a mais representativa numericamente, correspondendo um total de 80% dos signos, considerando-se assim que os alunos evidenciam o processo de alteração física do material da experimentação, respondendo minimamente ao fenômeno.

A partir do trecho da citação do aluno **A09** (Quadro 03) pode-se verificar a percepção imediata do fenômeno e uma explicação associada a conceitos trabalhados em sala evidenciados pelos alunos para responder a questão de pesquisa, onde constataram que o fenômeno observado refere-se a um processo de mudança do estado sólido para o gasoso, e através destas considerações foi notável que os alunos argumentaram minimamente sobre o fenômeno em questão, não saindo das explicações que o livro didático oferece.

Para Oliveira (2010), as atividades experimentais proporcionam aos alunos condições para refletirem e reverem suas ideias a respeito dos fenômenos científicos quando necessário, permitindo-os a fazer suas observações e conclusões acerca do problema em investigação.

Ainda para a categoria *Mudanças físicas*, tratando da segunda unidade de significado, onde nove (9) registros dos alunos se encaixam, correspondendo a um total de 36%, evidenciaram que foi perceptível *fenômenos aparentes* e 44% se encaixaram na unidade de significado, *Sofre sublimação*, correspondendo um total de onze (11) alunos, relataram que no fenômeno em questão puderam constatar que ocorre a sublimação, que é uma mudança de estado físico, onde a naftalina passa do estado sólido diretamente para o estado gasoso.

Pode-se constatar que o (a) aluno (a) **A01** reconhece o fenômeno observado que é o processo de sublimação, mas não aborda em seus argumentos que esta liberação do gás observado é referente ao processo de estado gasoso, o que foi possível conferir em relação a este trecho é que o (a) aluno (a) obtém tanto a percepção de termos científicos quanto a resolução de um problema baseado em seu senso comum. Já o aluno **A06** redigiu uma afirmação mais completa e de fácil compreensão para o entendimento da situação, apresentando em seu argumento, linguagem científica.

Ainda nesta seção, na categoria *mudanças físicas*, em relação à subcategoria *Gasoso para sólido*, obteve como unidade de significado a *percepção inversa do fenômeno*, onde se encaixaram sete (7) signos recorrentes nos registros elaborados pelos sujeitos desta pesquisa, o qual afirmaram que no fenômeno em questão ocorre o processo de ressublimação, que é a passagem do estado gasoso para o estado sólido.

A citação referente ao Quadro 03 do aluno **A25** evidencia a percepção do aluno em relação às mudanças de estado físico, onde a pedra de cânfora está no estado gasoso e retorna para seu estado sólido, acontecendo o inverso do processo de sublimação. Vale ressaltar que o aluno relata muito pouco sobre sua constatação a cerca do fenômeno, explorando apenas as mudanças de seu estado físico, e assim não nomeia o processo evidenciado nas suas explicações, a ressublimação.

A prática experimental problematizadora é de grande relevância como instrumento para a aprendizagem de ciências para contribuir no processo reflexivo e argumentativo dos estudantes (LABURÚ, 2005; FRANCISCO Jr. et al, 2008).

3.2.1.2 Alterações da matéria

Para esta categoria, foram catalogados 14 signos. Nesta perspectiva, evidenciou-se uma subcategoria, que foi estruturada e organizada da seguinte forma: (i) *Formação de cristais*. No Quadro 04 a seguir estão ilustrados os signos que explicam esta subcategoria:

Quadro 04 - Descrição das unidades de significados para a categoria *Alterações da matéria*.

1 O que você pôde constatar?			
Categoria	A categoria, alterações da matéria, seguiu apenas um caminho a <i>Formação de cristais</i> , o qual foi perceptível através das explicações dos alunos acerca do fenômeno em questão.		
1.2 Alterações da matéria			
Subcategorias	Unidades de Significados	Quant.	Citação
1.2.1 Formação de Cristais	Cristalização	14	Vimos gerar também cristais nesse processo. A09 [...] se transformou em cristais sólidos, ocorrendo assim uma ressublimação. A17

Fonte: Elaborado pelos autores (2017)

Verificou-se que todos os signos encontrados nesta subcategoria *formação de cristais* se direcionaram para unidade de significado *cristalização*, correspondente a um percentual de 56%, que consideraram a formação de pequenos cristais sólidos em seus argumentos. A partir das citações do Quadro 04, baseado no argumento do aluno **A09**, pode-se verificar que o mesmo relata minimamente o fenômeno, fazendo referência apenas ao observado, que no caso foi a constatação da formação de cristais neste processo. Dessa maneira, o aluno por sua vez acaba não associando a formação destes cristais para reconhecer do que se trata o fenômeno. Já em relação ao estudante **A17** pode-se observar que o mesmo relaciona esta formação de cristais com a ocorrência do processo de Ressublimação, tornando seu argumento mais esclarecedor e com mais elementos para defender seu ponto de vista.

Com base nestes argumentos foi notável que muitos alunos respondem muito pouco do que lhes são questionados, muitos vezes não respondendo de fato ao fenômeno e sim apenas uma observação a cerca do mesmo, porém há aqueles estudantes que vão um pouco além do que se pede fazendo relações fundamentais para entender e explicar o fenômeno.

Segundo Macedo (1994) o erro faz parte do processo de ensino e pode ser analisado de diferentes ângulos, então não se trata de justificá-los ou negá-los de maneira complacente, nem mesmo evitá-los por meio de punições, mas sim de problematizá-lo, transformando-o em situação de aprendizagem.

3.2.2 *Porque isso aconteceu?*

Neste segundo bloco, buscou-se identificar as garantias dos argumentos para justificar um fenômeno através das explicações apresentadas nos registros elaborados pelos sujeitos desta pesquisa. Nesta questão, suscitou-se uma categoria, a saber: (i) *Alteração de temperatura*. Esta categoria será explicada na seção seguinte.

3.2.2.1 *Alteração de temperatura*

Em relação a esta categoria, foram encontrados 42 signos, os quais foram retirados das explicações elaboradas pelos alunos. Dessa forma, organizou-se em duas subcategorias que melhor definisse os signos mais recorrentes: (i) *aquecimento* e (ii) *resfriamento*. Os signos que explicam estas duas subcategorias estão ilustrados no Quadro 05 abaixo:

Quadro 05 - Descrição das unidades de significados para a categoria *Alterações de temperatura*

2 Porque isso aconteceu?			
Categoria	As alterações de temperatura, que diz respeito às justificativas apresentadas para o fenômeno proposto, o qual seguiu dois caminhos distintos: <i>Aquecimento</i> e <i>Resfriamento</i> .		
2.1 Alterações de temperatura			
Subcategorias	Unidades de Significados	Quant.	Citação
2.1.1 Aquecimento	Fonte de calor	25	Por causa da temperatura foi por isso que aconteceu. A05, A07, A14 e A15 Por conta de um aquecimento a naftalina acelerou a sua sublimação. A24
	Mudanças de temperatura	5	Por que a naftalina aqueceu, fazendo com que se desmanchasse e virando em gás. Isso se chama sublimação. A17 Acontece por meio do ganho de calor [...]. A20
2.1.2 Resfriamento	Fonte de resfriamento	4	[...] e a fonte de resfriamento localizada em cima do béquer. A20
	Retorno ao estado inicial	8	A cânfora retornou pro seu estado inicial. A14

Fonte: Elaborado pelos autores (2017)

Constatou-se que 71,43% direcionaram suas falas para a subcategoria *aquecimento*, onde se encaixam 30 signos, os quais foram divididos em duas unidades de significados, sendo que a primeira unidade de significado apresenta um valor significativo,

correspondendo um total de 100% dos sujeitos desta pesquisa, considerando em seus argumentos à *fonte de calor* como justificativa para fomentar suas explicações. Para unidade de significado *mudanças de temperatura* obteve-se um total de cinco (5) signos, baseados nas argumentações dos discentes, onde teve o propósito de verificar o entendimento do aluno para justificar seu ponto de vista a cerca do fenômeno.

As citações do Quadro 05 a partir dos argumentos referidos por **A05**, **A07**, **A14**, **A15**, **A20** e **A24** pode-se verificar que os estudantes defendem que o processo aconteceu por conta da temperatura, do aquecimento e assim por meio do ganho a qual foi submetido, foi o que fez com que acelerasse o processo que ocorre naturalmente com a cânfora, a sublimação. O aluno **A17** ainda faz referência que nesse momento que a naftalina desmancha, após o aquecimento, torna-se um gás, o qual o mesmo denomina este processo de sublimação.

Observou-se a partir destes argumentos que alguns destes alunos responderam minimamente a acerca fenômeno, fazendo referência apenas ao aquecimento e não explicaram além do observado. Porém, teve outros estudantes, os quais escreveram em seus registros uma resposta mais explicativa, reconhecendo e defendendo o porquê do aquecimento ter influenciado em suas explicações, e assim também nomeando o fenômeno.

Para Galiazzi e Gonçalves (2004) quando instigados a pensar e propor hipóteses para soluções de problemas ou fornecer explicações para os fenômenos observados nos experimentos, os alunos são estimulados a tomar decisões e expressarem suas ideias para as outras pessoas.

Os demais 28,57% dos signos, representando a subcategoria *resfriamento*, que se subdividiu em duas (2) unidades de significado, sendo a primeira, *fonte de resfriamento*, onde encaixaram-se quatro (4) alunos, totalizando 16%, e a segunda unidade de significado, *retorno ao estado inicial*, sendo a mais representativa, correspondendo um total de 32%. Vale ressaltar que esta categoria diz respeito às explicações propostas pelos estudantes como garantias em seus argumentos.

Os argumentos dos alunos **A14** e **A20** se relacionam entre si para uma melhor compreensão de suas explicações, onde defendem que a fonte de resfriamento localizada em cima do béquer foi um fator indispensável para que a cânfora retornasse para seu estado inicial, o estado sólido, a fim de completar todo o ciclo do processo de sublimação e ressublimação. Porém, vale ressaltar, que os argumentos expressos pelos estudantes individualmente responderam minimamente à situação em questão.

3.2.3 O que você pôde concluir?

Neste bloco, buscou-se identificar as conclusões ou afirmações dos alunos a fim de estabelecer como válidos o seu ponto de vista a partir de suas explicações a respeito do fenômeno observado. Dessa maneira, para delineamento das discussões em questão suscitou-se uma categoria a qual se direcionou a uma vertente, a saber: (i) *Fenômeno*.

3.2.3.1 Fenômeno

Nesta categoria, obteve-se um total de 32 signos, estes provenientes dos registros elaborados pelos alunos para assegurarem suas conclusões em relação aos seus argumentos. Nesta perspectiva, geraram-se duas (2) subcategorias, as quais foram trabalhadas e organizadas da seguinte forma: (i) *Processo de sublimação* e (ii) *Processo inverso (Ressublimação)*. Estão ilustrados no Quadro 06 os signos que explicam estas duas subcategorias:

Quadro 06 - Descrição das unidades de significados para a categoria *Fenômeno*

3 O que você pôde concluir?			
Categoria	Para esta categoria, fenômeno físico, buscou verificar as conclusões dos alunos acerca do fenômeno investigado. Dessa forma, seguiu dois caminhos distintos: <i>Processo de Sublimação</i> e o <i>Processo inverso (Ressublimação)</i> .		
3.1 Fenômeno			
Subcategorias	Unidades de Significados	Quant.	Citação
3.1.1 Processo de Sublimação	Verificação de mudanças	9	Que a naftalina se transforma [...] ocorrendo uma mudança de estado [...] um processo de sublimação [...]. A17
	Sofre sublimação	10	A passagem de estado sólido para o gasoso da naftalina (Sublimação) que é um fenômeno físico, pois a naftalina não deixou de ser o que é. A25 Pode se concluir que aconteceu um processo de sublimação. A15 e A06
3.1.2 Processo inverso (Ressublimação)	Sofre ressublimação	7	[...] e logo após aconteceu o inverso [...] Ressublimação. A15
	Fenômeno Físico	6	[...] uma sublimação e uma Ressublimação, por que é do estado sólido pro gasoso e depois ela volta do gasoso para o sólido. A12 Pude concluir que o que aconteceu foi um fenômeno físico [...]. A13 e A07

Fonte: Elaborado pelos autores (2017)

Observou-se que 59,37% encontram-se na subcategoria *Processo de sublimação*, que se encaixaram 19 signos no total, os quais foram divididos em duas unidades de significado, onde pôde-se verificar maior representativa a primeira unidade de significados *sofre sublimação* apresentando um total de dez (10) argumentos, correspondendo um percentual de 40%. Já em relação à segunda unidade de significado, *verificação de mudanças*,

obteve-se um total de nove (9) signos, totalizando um percentual de 36%, os quais relacionam seus argumentos para concluir suas ideias. Essa categoria diz respeito às conclusões das explicações dos estudantes para responder o fenômeno em questão.

A partir das citações do Quadro 06, pode-se verificar nos argumentos do **A17** que o mesmo apresenta suas conclusões defendendo que a naftalina se transforma, ocorrendo uma mudança de estado, o que se refere ao processo de sublimação. Da mesma forma, ocorre com as citações dos alunos **A15** e **A06** que afirmam em suas conclusões que aconteceu o processo de sublimação. Dessa maneira, foi possível verificar que estes alunos reconheceram o fenômeno em questão, porém abordando minimamente sobre ele. Em relação à citação do aluno **A25** foi possível destacar que o mesmo apresenta evidências para defender seu ponto de vista, relatando que é um fenômeno físico, pois ocorre uma mudança de estado, que é a passagem do estado sólido para o estado gasoso, a qual é chamada de sublimação. Este aluno já aborda mais informações em seus argumentos adotando termos científicos de fácil assimilação para entendimento do fenômeno.

Para a subcategoria *processo inverso (Ressublimação)* foram catalogados 40,63% dos signos, os quais se subdividiram em duas (2) unidades de significados, sendo a primeira, *sofre ressublimação*, onde encaixaram-se sete (7) argumentos, totalizando um percentual de 28%, e em relação a segunda, *fenômeno físico*, obteve um total de seis (6) signos corresponde a percentual 24%. Ressalta-se que intencionou-se verificar as suas conclusões a partir de seus registros escritos para responder o fenômeno.

Os alunos **A13** e **A07** concluíram que se tratava apenas de um fenômeno físico, porém os mesmos não identificam qual o fenômeno em questão, onde este argumento remete-se a um leque de possibilidades. Já o aluno **A15** destaca em suas explicações que ocorreu o fenômeno chamado ressublimação e defende seu ponto de vista afirmando que se tratava do processo inverso ao processo de sublimação. Em relação ao aluno **A12**, este por sua vez já apresenta ambos os fenômenos que pôde concluir a partir de todas as suas observações a cerca do fenômeno.

A elaboração destes argumentos foi imprescindível para a compreensão de todo o ciclo desta abordagem ao fenômeno investigado na atividade experimental, pois além de perceber a ocorrência do processo de sublimação foi perceptível também a inversão deste processo chamado ressublimação.

O aprendizado de ciências não requer somente habilidade de observação e manipulação, exige também especulação, formulação de hipóteses e formação de ideias próprias para que os estudantes sejam capazes que defender seus pontos de vista de forma a

construir uma bagagem cognitiva para vida, propiciando assim o conhecimento científico a partir do processo de investigação (KRASILCHIK, 1987).

3.3. Compilação dos dados

A partir dos dados obtidos e apresentados na rede sistêmica buscou-se verificar e organizar os indicadores pertencentes ao grupo II, que obtiveram maior representatividade nesta seção, considerando cada bloco de análise e a fim de constatar o desenvolvimento da alfabetização científica dos alunos no sentido de entender como estruturam-se o pensamento científico dos estudantes para responderem a situação em questão com vistas a intervenção experimental.

Quadro 07 - Descrição dos blocos de análise em relação aos indicadores de AC (Grupo II)

	CATEGORIAS	IAC	
BLOCO I	Mudanças Físicas	Raciocínio Lógico	Presente
		Raciocínio Proporcional	Presente
BLOCO II	Alterações de temperatura	Raciocínio Lógico	Presente
		Raciocínio Proporcional	Presente
BLOCO III	Fenômeno	Raciocínio Lógico	Presente
		Raciocínio Proporcional	Presente

Fonte: Elaborado pelos autores (2017)

O Quadro 07 demonstra evidência que os argumentos dos alunos encaixam-se tanto com o uso do raciocínio lógico, que proporciona coesão e coerência na estruturação dos argumentos apresentados quanto no raciocínio proporcional como forma de entender e explicar as relações de interdependências entre as variáveis.

Em relação ao Bloco I, na categoria *mudanças físicas*, foi possível identificar a estruturação de suas ideias de forma coerente e que respondessem ao fenômeno proposto, que foi perceptível através do raciocínio lógico apresentado pelos estudantes, o qual diz respeito como as ideias são estruturas e expostas. Também foi perceptível o uso do raciocínio proporcional para apresentar suas constatações acerca do fenômeno, onde foi possível identificar que os alunos puderam evidenciar a percepção inversa do fenômeno e as relações que fizeram com que este fato acontecesse, pois quando a naftalina estava em seu estado gasoso ela retornou ao estado sólido formando pequenos cristais, e para defender este ponto de vista correlacionaram que a existência destes cristais foi proveniente do processo de aceleração a qual a naftalina foi submetida.

“Vimos acontecer o processo de sublimação da naftalina, acompanhamos a sua mudança de estado, ou seja, passando do sólido para o gasoso, vimos a naftalina sumir”. **A09**

“[...] e logo após aconteceu o inverso, do estado gasoso passou para o sólido [...]”.

A25

Já tratando do Bloco II, na categoria *alterações de temperatura*, também foi possível perceber a estruturação de como o pensamento é exposto e a relação existente entre as variáveis do fenômeno, a partir das explicações elaboradas pelos alunos em seus registros escritos.

“No processo natural demoraria meses”. **A11**

“Não tivesse a fonte de calor o processo não aconteceria tão rapidamente [...]”.

A20

“Se não tivesse fonte de resfriamento o processo não aconteceria naturalmente”.

A21

Os alunos evidenciaram as variáveis envolvidas neste processo de experimentação, haja vista que para que os estudantes pudessem perceber o fenômeno em questão, foram utilizadas uma fonte de calor e uma fonte de resfriamento para ajudar no aceleração deste processo, sendo que este demoraria muito tempo para acontecer de forma natural, e não seria possível vislumbrar a mudança de estado físico do sólido para o estado gasoso e vice e versa, mostrando que se trata de um fenômeno físico, pois não há alterações em sua matéria.

No Bloco III, na categoria *fenômenos*, pode-se identificar tanto o raciocínio lógico durante as conclusões apresentadas pelos alunos, quanto o raciocínio proporcional, uma vez que estruturam seu ponto e estabelecem relação entre as variáveis do fenômeno em suas explicações para defender suas ideias.

“Pode se concluir que aconteceu um processo de sublimação e logo após aconteceu o inverso [...] Ressublimação”. **A15**

“[...] a naftalina não deixou de ser o que é”. **A12**

“Pude concluir que o que aconteceu foi um fenômeno físico”. **A13 e A07**

Com base nestes dados podemos verificar que os estudantes defendem seus pontos de vista apresentando relações favoráveis para identificação do problema, quando conseguem associar que apesar da naftalina ter passado por mudanças no seu estado físico não deixou de ser o que é, sendo por sua vez, um fenômeno físico, pois não há alteração em sua matéria. Evidenciaram também que todo este processo experimental realizou-se por conta do aceleração ao qual foi submetido e que desta forma foi possível identificar o fenômeno ao

qual se referia a situação problema, apresentando em suas conclusões a percepção do processo de sublimação e seu inverso, chamado ressublimação.

4. CONCLUSÃO

As análises nos revelaram a potencialidade de se trabalhar atividades experimentais para construção do “Conhecimento Químico” em sala de aula, uma vez que potencializam processos argumentativos e a evolução de entendimento de situações problematizadoras na direção de formulação de ideias e criação de explicações próprias dos fenômenos químicos. Também ficou evidente que os alunos possuem um raso conhecimento científico, de forma singular, adotando minimamente uma linguagem científica para explicar, justificar e concluir suas ideias e delineando seu nível cognitivo e argumentativo, porém é bastante perceptível que os alunos argumentam de forma precária o que lhes são questionados, e muitas delas demonstradas por memorização das explicações que o livro didático oferece.

Percebeu-se que o aluno tenta buscar novos meios para defender seus diferentes pontos de vista, porém apresentam em seu imaginário apenas algumas palavras científicas que muitas não fazem conexão entre os elementos de seus argumentos deixando-os soltos. Dessa maneira, acaba não apresentando uma explicação consistente para responder um determinado fenômeno.

Levando em consideração os indicadores de alfabetização científica foi possível constatar em relação aos registros elaborados pelos sujeitos desta pesquisa, que o processo de alfabetização científica está em desenvolvimento nas aulas de ciências, onde os alunos estruturam seu raciocínio de forma compreensível para explicação de um fenômeno. Vale ressaltar também que os estudantes apresentam em suas explicações às relações/variáveis que estes fenômenos possuem entre si, buscando o entendimento a cerca do fenômeno. Esta evidência confirma que a escrita argumentativa envolve o uso de indicadores do processo de alfabetização científica.

Vale ressaltar que alguns dos sujeitos desta pesquisa, ainda são carentes de interpretação científica quando nos referimos que os mesmos conhecem o que está sendo proposto, porém encontram muitas vezes dificuldades para transcrever seus saberes, porém no desenrolar de suas conclusões mostram conhecimento a respeito da situação em questão, o que lhes faltam pode ser a carência de construção de suas ideias para produção de seus argumentos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. Tradução de Eva Nick et al. Rio de Janeiro, Interamericana, 1980. Tradução de Educational psychology, New York: Holt, Rinehart and Winston, 1978.

AUSUBEL, D.P. (1976). **Psicología educativa: um punto de vista cognoscitivo**. México, Editorial Trillas. Traducción al español de Roberto Helier D., de la primera edición de Educational psychology: a cognitive view.

BARBOSA, G. A. da S. (2011). **A Contribuição da Sequência Didática no Desenvolvimento da Leitura e da Escrita no Ensino Médio: Análise dos Materiais Didáticos “Sequência Didática Artigo de Opinião” e “Pontos de Vista”**. - Presidente Prudente : [s.n], 2011.

BIASOTO, J. D.; CARVALHO, A. M. P. **Análise de uma atividade experimental que desenvolva a argumentação dos alunos**. In.: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6, Florianópolis, 2007. *Anais...* Florianópolis, 2007.

BIZZO, N. **Ciências: fácil ou difícil?** São Paulo: Ática, 1998.

BOAVIDA, A. M. R. **A argumentação em Matemática Investigando o trabalho de duas professoras em contexto de colaboração**. 20a05. 975f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, 2005.

BRASIL. (1997). **Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais**. Brasília: MEC. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro04.pdf>>. Acesso em: 08 de Março de 2016.

CAAMAÑO, A. (2010). **Argumentar em ciências**. *Alambique - Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 63, 5-10.

CANDELA, A., 1997. **El Discurso Argumentativo de la Ciencia en el Aula**. *Encontro sobre Teoria e Pesquisa em Ensino de Ciências*, Belo Horizonte.

CARMO, M. P. do; SUART, R. de C. (2006). **A Experimentação Investigativa no ensino: reflexões sobre suas potencialidades e dificuldades**. São Paulo: Yumpu, 33 slides, color. Disponível em: <<https://www.yumpu.com/pt/document/view/12468684/a-experimentacao-investigativa-no-ensino-reflexoes-sobre-suas->>. Acesso em: 14 de Abril de 2016.

CARVALHO, A. M. P. et al. *Ciências no Ensino Fundamental: o conhecimento físico*. São Paulo: Scipione, 2007.

CHASSOT, A. I. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. *Revista Brasileira de Educação*, São Paulo, v. 23, n. 22, p. 89-100, 2003.

COLOMBO, P. D.; LOURENÇO, A. B.; SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P.; Ensino de Física nos anos iniciais: Uma análise de argumentação na resolução de uma atividade de conhecimento físico. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 17, n. 2, pp. 489-507, 2012.

COSTA, A. (2008). Desenvolver a capacidade de argumentação dos estudantes: um objetivo pedagógico fundamental. *Revista Ibero americana de Educación*, nº 46/5, 1-8. Disponível em: <<http://www.rieoei.org/deloslectores/2233Costa.pdf>>. Acesso em: 08 de março de 2016.

DEL-CORSO, T. M. **Indicadores de Alfabetização Científica, Argumentos e Explicações** – Análise de relatório no contexto de uma sequência ensino investigativo, 2014. 130f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biologia, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

ERDURAN, S. (2008). *Methodological Foundations in the Study of Science Classroom Argumentation*, In: Jiménez-Aleixandre e Erduran, *Argumentation in Science Education: Perspectives from Classroom-Based Research*, Springer; Dordrecht.

FRANCISCO JR.; W. E. FERREIRA, L. H. e HARTWIG, D. R. Experimentação Problematizadora: Fundamentos Teóricos e Práticos para a Aplicação em Salas de Aula de Ciências. *Revista Química Nova na Escola*, n. 30, p. 34-41, 2008.

FREIRE, P. *Pedagogia da Autonomia*. 39ª edição. Editora Paz e Terra, São Paulo, 2009.

GALIAZZI, M. C. et al. Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. *Ciência & Educação*, v.7, n.2, p.249-263, 2001.

GALIAZZI, M. C.; GONÇALVES, F. P. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em Química. *Química Nova*, v.27, n.2, p.326-331, 2004.

GEWANDSZNAJDER, F. *Projeto Teláris: Ciências*– 1ª Edição: São Paulo: Ática, 2012.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Atlas, 2010.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química nova na escola**. Vol. 31, n. 3, Bahia, 2009.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; BUGALLO-RODRIGUÉZ, A.; DUSCHL, R. A. “Doing the Lesson” or “Doing Science”: Argument in High School Genetics, **Science Education**, v. 84, p. 757-790, 2000.

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

KRASILCHIK, M. *O professor e o currículo das Ciências*. São Paulo: EPU, 1987, 80p.

KRASILCHIK, M. **Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências**. São Paulo em perspectiva, 14 (I) 2000.

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

LABURÚ, C. E. Seleção de experimentos de Física no Ensino Médio: uma investigação a partir da fala de professores. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.10, n.2, p.161-178, 2005.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: Cortez, 1986.

MACEDO, L. A importância dos jogos de regras para a construção do conhecimento. **Revista Construção Psicopedagógica**, 2 (2), p. 21-4, São Paulo, 1994.

MALAFAIA, G.; RODRIGUES, A. S. de L. Uma reflexão sobre o ensino de Ciências no nível fundamental da educação. **Ciência & Ensino**, vol. 2, n. 2, junho de 2008.

MARQUES, C. V. V. C. O. (2010). *Perfil dos Cursos de Formação de Professores dos Programas de Licenciatura em Química das Instituições Públicas de Ensino Superior da Região Nordeste do Brasil*. 291 flhs. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

OLIVEIRA, J. R. S. de. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Acta Scientiae**, v.12, n.1, jan./jun. 2010.

QUEIROZ, T. L. S. **Avaliação de propostas de experimentação em livros didáticos de ciências de escolas públicas do ensino fundamental da cidade de Codó-MA**. 2015. 53 f. Monografia (Curso de Licenciatura em Ciências Naturais – Biologia) – Universidade Federal do Maranhão – Campus VII.

RAMOS, L. B. da C.; ROSA, P. R. da S. O ensino de ciências: fatores intrínsecos e extrínsecos que limitam a realização de atividades experimentais pelo professor dos anos iniciais do Ensino Fundamental. **Investigação em Ensino de Ciências**. São Paulo, v.13, n.3, p. 299-331, 2008.

REGINALDO, C. C.; SHEID, N. J.; GULLICH, R. I da C. **O ensino de ciências e a experimentação**. In: IX ANPED SUL, Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul, 2012.

ROSITO, B. A. **O Ensino de Ciências e a Experimentação**. In: MORAES, R. (org.). **Construtivismo e Ensino de Ciências: Reflexões Epistemológicas e Metodológicas**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2008.

SÁ, Luciana P.; KASSEBOEHMER, Ana C.; QUEIROZ, Saete L.; Esquema de Argumento de Toulmin como Instrumento de Ensino: Explorando Possibilidades. In: **Revista Ensaio**, v. 16, nº 03, p. 147-170, Belo Horizonte, 2014.

SASSERON, L. H. **Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: Estrutura e Indicadores deste processo em sala de aula**. 2008, 265p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 13, n.3, p. 333-352, 2008.

SERAFIM, M. C. A falácia da dicotomia teoria-prática. **Revista Espaço Acadêmico**, v. 1, n. 7, 2001. (Revista eletrônica).

SHIN, N. J.; D & McGee, S. (2003). **Predictors of well-structured and ill-structured problem solving in an astronomy simulation**. *Journal of Research in Science Teaching*, 40 (1), 6-33.

STRAUSS, A.; CORBIN, J. (2008). **Pesquisa Qualitativa: técnicas e procedimentos para o desenvolvimento de teoria fundamentada**. Porto Alegre: Artemed, 2008.

TOULMIN, S. (2006). “O layout de argumento” (cap. 3). In: Toulmin, “**Os usos do argumento**”, São Paulo: Martins Fontes, 2ª. ed., 135-207, 2006.

TOULMIN, S. *Os usos do argumento*. Trad. Reinaldo Guarany. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

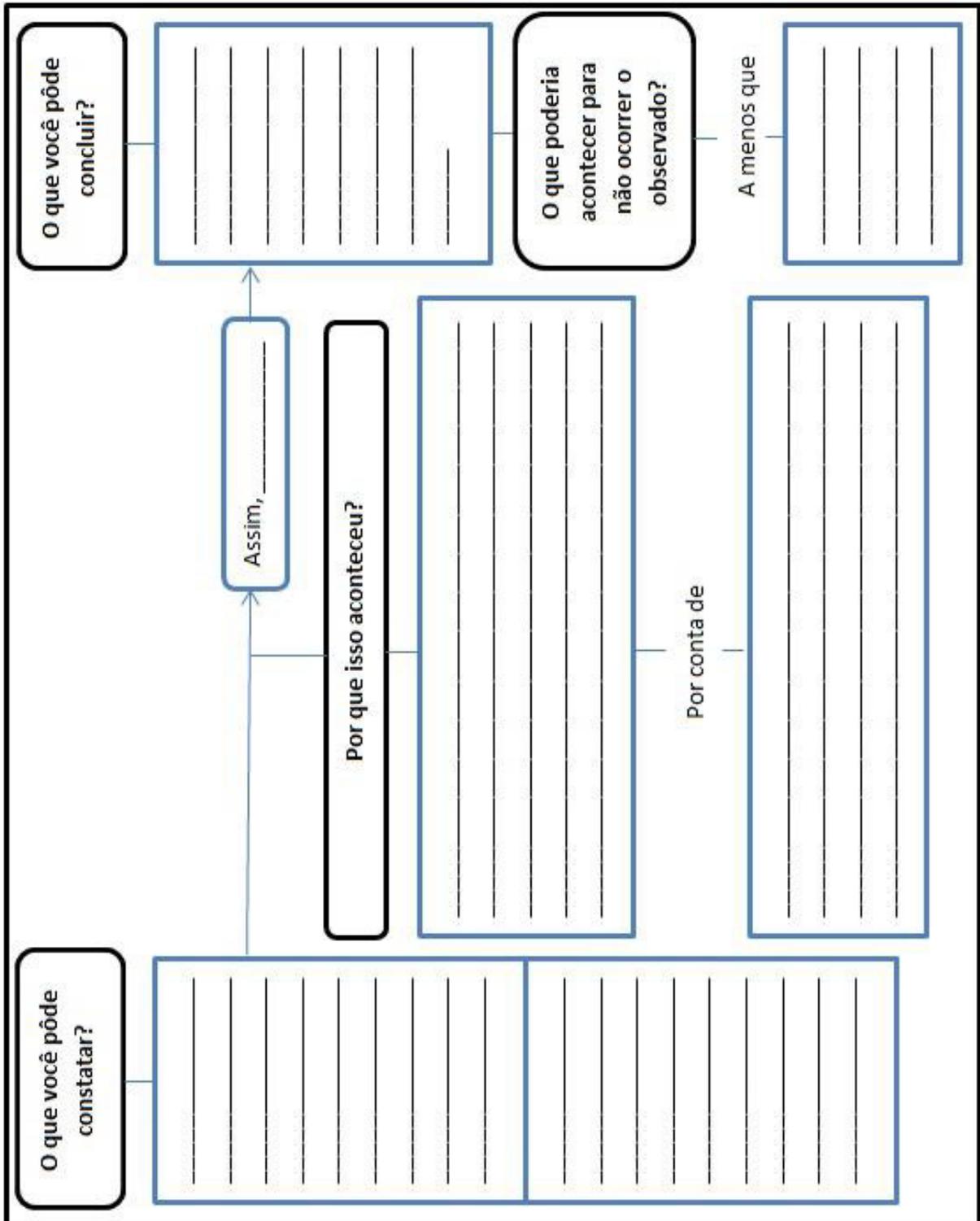
VILLAS BOAS. B.M. **Portfólio, Avaliação e trabalho Pedagógico**. Campinas, SP: Papyrus, 2004.

WILSEK, M. A. G., TOSIN, J. A. P. **Ensinar e Aprender Ciências no Ensino Fundamental com Atividades Investigativas através da Resolução de Problemas**. Paraná, 2009.

ZÔMPERO, A. F.; PASSOS, A. Q.; CARVALHO, L. M. A docência e as atividades de experimentação no ensino de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental. **Experimentação no Ensino de Ciências**, v. 7, n.1, 2012.

Apêndices

Apêndice 01. Fluxograma correspondente ao formulário investigativo adaptado do TAP²



Fonte: Elaborado pelos autores com base na obra do TAP (2006)

² O Esquema de Argumento de Toulmin, que também é conhecido como *Toulmin's Argument Pattern* (TAP).

Apêndice 02. Validação do experimento do processo de Sublimação.

Figura 01. Sistema Montado



Fonte: Autora (2016)

Figura 02. Validação do experimento



Fonte: Autora (2016)