

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA
MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

FELIPE ARAGÃO FREIRE

**PRÁTICAS EPISTÊMICAS E ARGUMENTAÇÃO EM UMA ATIVIDADE
INVESTIGATIVA DE FÍSICA**

São Cristóvão - SE

2021

FELIPE ARAGÃO FREIRE

**PRÁTICAS EPISTÊMICAS E ARGUMENTAÇÃO EM UMA ATIVIDADE
INVESTIGATIVA DE FÍSICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Sergipe como um dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Área de concentração: Ensino de Ciências e Matemática

Linha de pesquisa: Currículo, didáticas e métodos de ensino das Ciências Naturais e Matemática

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Adjane da Costa Tourinho e Silva

São Cristóvão – SE

2021

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

F866p Freire, Felipe Aragão
Práticas epistêmicas e argumentação em uma atividade investigativa de Física / Felipe Aragão Freire; orientadora Adjane da Costa Tourinho e Silva. – São Cristóvão, SE, 2021.
223 f.; il.

Dissertação (mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Sergipe, 2021.

1. Ciência – Estudo e ensino. 2. Epistemologia. 3. Raciocínio. 4. Expansão de sólidos I. Silva, Adjane da Costa Tourinho e orient. II. Título.

CDU 5:37



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA - PPGE/CIMA



PRÁTICAS EPISTÊMICAS E ARGUMENTAÇÃO EM UMA ATIVIDADE
INVESTIGATIVA DE FÍSICA

APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA EM
31 DE MARÇO DE 2021

Adjane da Costa D. e Silva

PROFA. DRA. ADJANE DA COSTA TOURINHO E SILVA

Tiago Nery Ribeiro

PROF. DR. TIAGO NERY RIBEIRO

Lúcia Helena Sasseron

PROFA. DRA. LÚCIA HELENA SASSERON

Bruno Ferreira dos Santos

PROF. DR. BRUNO FERREIRA DOS SANTOS

AGRADECIMENTOS

À minha mãe, Maria José. Minha primeira incentivadora, me mostrou o poder transformador que reside na Educação. Obrigado por todo amor, incentivo e dedicação.

À minha esposa, Daiane. Obrigado por todo o amor, carinho, dedicação e incentivo. Obrigado pela compreensão e paciência.

À minha orientadora Adjane, com a qual aprendi e aprendo a me tornar um pesquisador melhor a cada dia. Obrigado por me acolher e pegar na minha mão em uma caminhada que começou lá na graduação, na iniciação científica. Obrigado pelo aprendizado, carinho, dedicação e amparo. Minha admiração pelo ser humano e pesquisadora maravilhosa que és, só aumenta.

Aos pesquisadores e professores Bruno e Tiago pelas maravilhosas contribuições dadas a este trabalho desde a qualificação. À professora Lúcia por ter aceito gentilmente o meu convite. Sua trajetória como pesquisadora e professora sempre me inspirou muito. Foi um alento ter este trabalho examinado por uma banca tão competente.

Ao professor Nemésio, que solicitamente cedeu a sua turma para a análise desta pesquisa.

À professora Ana Maia, por ter me acolhido e aberto sua turma do departamento de Física para a realização do estágio de docência.

À Bruna, Lorena e Sigouveny, integrantes do grupo do saber. Recebemos esse nome não por sabermos demais, aliás, muitas foram as ocasiões na quais achávamos não saber nada, mas porque tal grupo surgiu durante a disciplina de Saberes. Obrigado pelo carinho e amizade, certamente essa caminhada foi mais agradável com a presença de vocês.

Aos colegas e professores do PPGEICIMA pela convivência e experiências trocadas.

Aos meus professores da educação básica e a todos os outros que fazem deste país um lugar melhor e com mais oportunidades. Acredito que a Educação seja a resposta para muitas questões que nos afligem.

À Capes, pelo apoio financeiro. Certamente, esta e demais pesquisas sem esse apoio poderiam ter o seu desenvolvimento comprometido, quiçá existir.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

“Ninguém ignora tudo. Ninguém sabe tudo. Todos nós sabemos alguma coisa. Todos nós ignoramos alguma coisa. Por isso aprendemos sempre.”

(Paulo Freire)

RESUMO

A pesquisa apresentada nesta dissertação teve por objetivo analisar os argumentos elaborados por alunos, ao longo de uma sequência de ensino investigativa de Física, considerando suas possíveis relações com as demais práticas epistêmicas e com os movimentos epistêmicos desenvolvidos pelo professor. A pesquisa tomou como base estudos de Gregory J. Kelly e colaboradores, os quais representam um programa empírico de epistemologia, em que se enfoca o que conta como conhecimento, raciocínio, justificação e representação em contextos de educação em ciências. Em tais estudos, as práticas epistêmicas são entendidas como formas socialmente organizadas e interativamente realizadas, pelas quais membros de um grupo propõem, comunicam, avaliam e legitimam reivindicações de conhecimento. A argumentação é entendida como uma prática epistêmica cujo desenvolvimento, associado ao de outras práticas, favorece a alfabetização científica dos alunos. Para realização desta pesquisa, caracterizada como um estudo de caso, foi utilizada uma abordagem qualitativa; no entanto, não se desconsiderou, na análise, investidas quantitativas, com o intuito de garantir um olhar mais amplo para a situação investigada. A Sequência de Ensino Investigativa (SEI), composta por 3 aulas, foi aplicada a um grupo de alunos da 2ª série do Ensino Médio do Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Sergipe. Ela foi estruturada com inspiração no Ciclo Investigativo proposto por Pedaste et al. e objetivou proporcionar oportunidades para que os alunos elaborassem explicações e argumentos com base em evidências sobre o processo de dilatação térmica dos sólidos. Os encontros, realizados dentro de uma plataforma virtual por meio de videoconferências, foram gravados em vídeo e, posteriormente, passaram por um processo de transcrição. Além desses dados, foi possível a coleta de dados decorrentes do material didático, dos questionários aplicados e dos comentários participativos realizados pelos alunos no chat da plataforma virtual. Para análise dos argumentos orais e escritos dos alunos, foi utilizado o Padrão do Argumento de Toulmin (TAP). Tendo em vista que a estrutura da SEI analisada preservou o espaço interativo e social, verificou-se a possibilidade de instauração de práticas epistêmicas em ambientes virtuais. Estas, por sua vez, ocorreram em maior frequência na instância social de comunicação do conhecimento. Os resultados obtidos ainda mostraram que a discussão fomentada pelo professor foi fundamental para o engajamento dos alunos e o desenvolvimento de argumentos mais estruturados e complexos ao longo da SEI.

Palavras-chave: Ensino de Ciências. Práticas Epistêmicas. Argumentação. Dilatação Térmica.

ABSTRACT

The research presented in this dissertation had as objective to analyze the arguments elaborated by students, along a sequence of investigative teaching of Physics, considering their possible relations with the other epistemic practices and with the epistemic movements developed by the teacher. The research was based on studies by Gregory J. Kelly and collaborators, which represent an empirical program of epistemology, focusing on what counts as knowledge, reasoning, justification and representation in science education contexts. In such studies, epistemic practices are understood as socially organized and interactively realized forms, by which members of a group propose, communicate, evaluate and legitimize claims for knowledge. Argumentation is understood as an epistemic practice whose development, associated with that of other practices, favors students' scientific literacy. To carry out this research, characterized as a case study, a qualitative approach was used; however, quantitative approaches were not disregarded in the analysis, in order to ensure a broader look at the situation investigated. The Investigative Teaching Sequence (IST), composed of 3 classes, was applied to a group of students in the 2nd grade of High School of The College of Application of the Federal University of Sergipe. It was structured with inspiration in the Investigative Cycle proposed by Pedaste et al. and aimed to provide opportunities for students to elaborate explanations and arguments based on evidence about the thermal expansion process of solids. The meetings, held within a virtual platform through videoconferences, were videotaped and, later, went through a transcription process. In addition to these data, it was possible to collect data from didactic material, questionnaires and participatory comments made by students in the chat on the virtual platform. To analyze the students' oral and written arguments, the Toulmin's Argument Pattern (TAP) was used. Bearing in mind that the SEI structure analyzed preserved the interactive and social space, the possibility of establishing epistemic practices in virtual environments was verified. These, in turn, occurred more frequently in the social instance of knowledge communication. The results obtained also showed that the discussion fostered by the teacher was fundamental for the students' engagement and the development of more structured and complex arguments throughout the SEI.

Keywords: Science teaching. Epistemic Practices. Argumentation. Thermal expansion.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Argumentação enquadrada nos processos de construção do conhecimento	31
Figura 2 – Padrão de Argumento de Toulmin	36
Figura 3 – Trabalhos distribuídos por tipo	44
Figura 4 – Evolução do número de trabalhos por ano	45
Figura 5 – Esfera da instituição do primeiro autor	45
Figura 6 – Trabalhos por região de publicação	46
Figura 7 – Número de trabalhos por diferentes níveis de ensino	47
Figura 8 – Sujeitos pesquisados nos trabalhos	47
Figura 9 – Autores mais citados nos trabalhos	50
Figura 10 – Ciclo investigativo de Pedaste et al. (2015)	62
Figura 11 – TAP para o argumento de A7 às questões 1 e 2 do Experimento 1	94
Figura 12 – TAP para o argumento de A8 às questões 1 e 2 do Experimento 1	95
Figura 13 – Modelo elaborado por A3	102
Figura 14 – Modelo elaborado por A6	102
Figura 15 – Modelo elaborado por A7	102
Figura 16 – Modelo elaborado por A11	103
Figura 17 – Movimentos epistêmicos do Encontro I.....	111
Figura 18 – Práticas epistêmicas do Encontro I	113
Figura 19 – Estrutura do argumento de A5 antes da discussão.....	131
Figura 20 – Estrutura do argumento de A7 antes da discussão.....	132
Figura 21 – Estrutura do argumento de A8	134
Figura 22 – Estrutura do argumento de A8 durante discussão com o professor	136
Figura 23 – Estrutura do argumento de A7 durante discussão com o professor	138
Figura 24 – Estrutura do argumento de A2 após a discussão.....	145
Figura 25 – Estrutura do argumento de A7 depois da discussão.....	146
Figura 26 – Estrutura do argumento de A1 depois da discussão.....	147
Figura 27 – Argumentos antes e depois da discussão	149
Figura 28 – Movimentos epistêmicos do Encontro II.....	150
Figura 29 – Práticas Epistêmicas do Encontro II	151
Figura 30 – Alarme de incêndio	158
Figura 31 – Argumento de A2 para materiais da lâmina bimetálica.....	158
Figura 32 – Argumento de A3 para materiais da lâmina bimetálica.....	159

Figura 33 – Argumento de A7 para materiais da lâmina bimetálica.....	160
Figura 34 – Argumento de A8 para materiais da lâmina bimetálica.....	161
Figura 35 – Argumento de A10 para materiais da lâmina bimetálica.....	162
Figura 36 – Argumento de A8 para seleção dos materiais.....	172
Figura 37 – Argumento de A2 para o Concorde.....	179
Figura 38 – Argumento de A3 para o Concorde.....	180
Figura 39 – Argumento de A6 para o Concorde.....	181
Figura 40 – Argumento de A7 para o Concorde.....	181
Figura 41 – Argumento de A8 para o Concorde.....	182
Figura 42 – Argumento de A10 para o Concorde.....	183
Figura 43 – Movimentos epistêmicos do Encontro III.....	190
Figura 44 – Práticas epistêmicas do Encontro III.....	191
Figura 45 – Instâncias do Conhecimento por Encontro.....	192

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Possíveis contribuições da argumentação.....	29
Quadro 2 – Tipos de abordagem de pesquisa.....	43
Quadro 3 – Encontros da SEI.....	56
Quadro 4 – Etapa de Introdução.....	66
Quadro 5 – Etapa 1 - Atividade Experimental 01: O aquecimento da chave.....	68
Quadro 6 – Etapa 1 - Atividade experimental 02: O anel de Gravesande.....	69
Quadro 7 – Etapa 2 - Atividade Experimental 03: O aquecimento da lâmina “bimetálica”	70
Quadro 8 – Etapa 3.....	72
Quadro 9 – Etapa 4.....	73
Quadro 10 – Etapa final.....	75
Quadro 11 – Fases e subfases mobilizadas durante toda a SEI.....	75
Quadro 12 – Episódio 3 - Por que o 2º operário conseguiu desatarraxar a porca?.....	80
Quadro 13 – Episódio 3 - O que é dilatação?.....	81
Quadro 14 – Importância de fendas e vãos em construções.....	87
Quadro 15 – Episódio 4 - Qual a necessidade dos vãos?.....	88
Quadro 16 – Episódio 5 - Regra geral para prever o comportamento do fenômeno analisado	89
Quadro 17 – Episódio 7 - Suas previsões para o experimento foram confirmadas?.....	95
Quadro 18 – Episódio 7 - Reintrodução da chave no cadeado após resfriamento.....	98
Quadro 19 – Episódio 8 - O que aconteceu com a massa da chave?.....	99
Quadro 20 – Episódio 9 - Modelo de representação da chave.....	103
Quadro 21 – Episódio 13 - Esfera em temperatura ambiente e anel no congelador.....	106
Quadro 22 – Episódio 13 - O que seria contração?.....	107
Quadro 23 – Episódio 14 - Lei geral para contração térmica.....	108
Quadro 24 – Episódio 16 - Por que diferentes materiais dilatam de maneiras distintas?	110
Quadro 25 – Episódio 2 - Discussão sobre o aquecimento da lâmina papel-alumínio - papel sulfite	114
Quadro 26 – Episódio 2 - O que aconteceu com o papel-alumínio?.....	115
Quadro 27 – Episódio 2 - O papel-alumínio dilatou ou contraiu?.....	116
Quadro 28 – Episódio 2 - Na teoria o papel-alumínio, mas na prática ficou estranho.....	118
Quadro 29 – Episódio 2 – Se tivessem a mesma dilatação ficariam reto.....	120
Quadro 30 – Episódio 5 - Elaboração do esquema experimental.....	124
Quadro 31 – Episódio 5 - O que são mesmas condições?.....	126

Quadro 32 – Episódio 5 - Controle de variáveis	127
Quadro 33 – Questionamento final do Encontro II	128
Quadro 34 – Argumentos dos alunos antes da discussão	129
Quadro 35 – Episódio 10 - Excerto do início da discussão	133
Quadro 36 – Episódio 10 - Excerto discussão entre professor e A8	135
Quadro 37 – Episódio 10 - Cada material tem prós e contras	136
Quadro 38 – Episódio 10 - Excerto discussão sobre porcelana.....	137
Quadro 39 – Episódio 10 - Excerto discussão sobre amálgama.....	139
Quadro 40 – Episódio 10 - Mercúrio é tóxico	140
Quadro 41 – Episódio 10 - Enxerto discussão sobre ouro.....	141
Quadro 42 – Argumentos dos alunos após a discussão	143
Quadro 43 – Episódio 2 - Relação entre a lâmina bimetálica e os experimentos.....	153
Quadro 44 – Episódio 3 - Funcionamento do circuito	155
Quadro 45 – Episódio 4 - Termostato no ferro elétrico.....	156
Quadro 46 – Episódio 6 - Deformação necessária	157
Quadro 47 – Episódio 7 - Material como fator determinante.....	163
Quadro 48 – Episódio 7 - Composição da lâmina	164
Quadro 49 – Episódio 7 - Coeficientes de dilatação diferentes.....	165
Quadro 50 – Episódio 7 – Material amarelo precisa ter coeficiente menor	166
Quadro 51 – Episódio 7 - E se fosse o contrário?	167
Quadro 52 – A7 apresenta os materiais escolhidos	168
Quadro 53 – Episódio 7 - O ambiente influencia na escolha?	169
Quadro 54 – Episódio 7 - Materiais têm resistência a deformação?	170
Quadro 55 – Episódio 7 - A8 reformula sua pergunta.....	170
Quadro 56 – Episódio 7 - A8 apresenta sua conclusão reformulada.....	171
Quadro 57 – Episódio 8 - Lâmina composta por apenas um material.....	172
Quadro 58 – Episódio 11 - Régua resfriada	174
Quadro 59 – Episódio 12 - O que acontece com a densidade?.....	175
Quadro 60 – Episódio 12 - Gelo como exemplo	177
Quadro 61 – Episódio 13 - Seria possível uma mudança no comprimento do Concorde?	184
Quadro 62 – Episódio 13 - Temperatura ambiente negativa.....	185
Quadro 63 – Episódio 13 - O atrito	187
Quadro 64 – Episódio 13 - A equação da dilatação não leva em conta outros aspectos.....	188

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CODAP	Colégio de Aplicação
EDS	<i>EBSCO Discovery Service</i>
ENPEC	Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências
GPEA	Grupo de Pesquisa em Práticas Educativas e Aprendizagem na Educação Básica
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
PAT	Padrão de Argumento de Toulmin
PIBID	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência
QSCs	Questões Sociocientíficas
SEI	Sequência de Ensino Investigativa
TAP	<i>Toulmin's Argument Pattern</i> ou Padrão de Argumento de Toulmin
UFS	Universidade Federal de Sergipe

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 PRESSUPOSTOS TEÓRICOS	21
2.1 O discurso na educação em ciências	21
2.2 A alfabetização científica como prática discursiva	23
2.3 O que é argumentação	26
2.4 A argumentação como uma prática epistêmica	30
2.5 O Padrão de Argumento de Toulmin	35
3 REVISÃO DE LITERATURA	41
3.1 Práticas epistêmicas e argumentação	44
3.1.1 O que dizem os trabalhos	50
4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	53
4.1 Questão e objetivos da pesquisa	53
4.2 A natureza da pesquisa	53
4.3 O contexto da pesquisa	54
4.4 Os procedimentos de coleta de dados	55
4.5 O tratamento dos dados e os procedimentos analíticos	56
5 A SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA	61
5.1 A Escolha do tema	61
5.2 Apresentação da Sequência de Ensino Investigativa	62
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES	77
6.1 Encontro I	77
6.1.1 Panorama do Encontro I	111
6.2 Encontro II	113
6.2.1 Argumentos escritos: análise comparativa	148
6.2.2 Panorama do Encontro II	150

6.3 Encontro III	152
6.3.1 Panorama do Encontro III	190
6.4 Considerações sobre os três encontros	192
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	195
REFERÊNCIAS	198
APÊNDICE A – SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA	208
ANEXO A – TERMO DE CIÊNCIA – MATRÍCULA CODAP 2020	221

1 INTRODUÇÃO

O que ensinar em salas de aula de ciências? Quais os sentidos e objetivos do ensino de ciências? Qual o impacto do ensino de ciências na formação do indivíduo? O ensino de ciências tem um caráter individual ou coletivo? Tais perguntas permeiam a mente de inúmeros educadores ao redor de todo o mundo. Pesquisadores propõem apontamentos e/ou caminhos que mudam ao longo do tempo. Aqui no Brasil, temos alguns documentos oficiais normativos que servem como referência para elaboração dos currículos escolares e propostas pedagógicas.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018), documento oficial mais recente sobre a temática e referência nacional obrigatória, declara que o ensino de ciências seja pautado em três aspectos: aquisição de conhecimentos conceituais; contextualização, em diversas esferas da ciência e tecnologia; compreensão dos processos e das práticas que constituem as investigações da ciência.

A discussão sobre um ensino que preconize esses aspectos não é tão recente no campo da educação em ciências. Na década de 1980, Miller (1983) já apontava que diferentes conhecimentos e habilidades poderiam ser agrupados em três pilares fundamentais, como é retomado e exposto na BNCC.

Seguindo essa tendência, Hodson (2014) propõe quatro objetivos de aprendizagem para o ensino de ciências: aprender ciência; aprender sobre ciência; fazer ciência; e abordar questões socio-científicas (QSCs). Aprender ciência está relacionado à aquisição e desenvolvimento de conhecimentos conceituais e teóricos. Aprender sobre ciência relaciona-se à compreensão das características da investigação científica, seus objetivos, como o conhecimento daí gerado se estabelece na sociedade de maneira geral e à consciência das complexas interações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente. O fazer ciência permite o engajamento na experiência em investigação científica e solução de problemas. Abordar QSCs prioriza o desenvolvimento de habilidades críticas para enfrentar aspectos pessoais, sociais, econômicos, ambientais, éticos e morais frente a questionamentos que possam surgir.

Nas últimas décadas, as propostas construtivistas tiveram bastante destaque na área do ensino de ciências. Entre os pressupostos dessas propostas, a identificação das concepções prévias e a participação ativa de estudantes no processo de construção do conhecimento foram os pilares centrais. O paradigma de aprendizagem por mudança conceitual, surgido na década de 1980, objetivava a troca de ideias ou conceitos trazidos pelos alunos, que não coincidiam com o saber científico, para as concepções cientificamente aceitas. Ainda que tal modelo, em

sua proposta original tenha recebido críticas, algumas concepções relacionadas a ele ainda povoam o ideário de professores explícita ou implicitamente, mais especificamente no tocante à manutenção de uma perspectiva empirista de ciência e ao foco no sujeito individual de aprendizagem.

Kelly e Sezen (2010) acreditam que o modelo de mudança conceitual possa ser interpretado como um programa de pesquisa com certos pressupostos teóricos, orientações para o trabalho empírico e limitações de perspectiva. Para os autores, o paradigma da mudança conceitual impulsionou o campo da educação em ciências de muitas maneiras produtivas. O foco na aprendizagem, no estado inicial de conhecimento dos alunos e nas maneiras como as pessoas raciocinam para chegar a novas ideias constituíram um conjunto significativo de direções que libertaram a pesquisa sobre a aprendizagem de ciências do jugo do behaviorismo. No entanto, assim como outras teorias da aprendizagem na educação científica, começou focalizando demasiadamente o indivíduo como sujeito epistêmico, proporcionando direções muitas vezes individualistas nas maneiras de interpretação da cognição.

Mudar o sujeito epistêmico implica em novos problemas de ensino e aprendizagem. Considerar o agente epistêmico como um grupo social relevante e não como um indivíduo solitário, recoloca a percepção de aprendizagem e, então, abre uma gama de direções de pesquisa (KELLY, SEZEN, 2010).

Por mais de uma década, a pesquisa sobre aprendizagem em ciências desenvolveu novas direções, examinando os pressupostos do discurso, atividade, identidade e conhecimento (LEMKE, 1990; MORTIMER, 1996; CRAWFORD; KELLY; BROWN, 2000; KELLY; CRAWFORD; GREEN, 2001; ROTH; LAWLESS; 2002; MORTIMER; SCOTT, 2003, OSBORNE, 2010). Kelly e Sezen (2010) propõem, com base no desenvolvimento na teoria da atividade¹, nos estudos científicos e nas estruturas analíticas do discurso, algumas direções plausíveis a serem consideradas para o aprendizado das ciências:

- Os significados são construídos por meio da interação entre as pessoas e internalizados pelos indivíduos – com base na teoria da atividade, os autores consideram o significado derivado da participação social. As regras de uso de linguagem são determinadas de forma interativa e intersubjetiva;

¹ A teoria da atividade é um paradigma de pesquisa que considera a aprendizagem como construída por grupos sociais. Esta teoria teve origem nas décadas de 1920 e 1930 pelo psicólogo Lev S. Vygotsky, bem como seus alunos Alexei N. Leontiev e Alexander R. Luria, que se concentraram na própria atividade para compreender o desenvolvimento humano.

- Visão inteiramente social do conhecimento científico – sugere que os compromissos epistemológicos dos alunos (ou em outras palavras a epistemologia como uma teoria do conhecimento promulgada) são partes dos artefatos sociocognitivos construídos, modificados ou examinados em contextos sociais;
- Situar a aprendizagem em teorias de desenvolvimento mais amplas - uma mudança para uma visão mais sociocultural da aprendizagem examina como, por meio da apropriação do conhecimento social, incluindo ferramentas psicológicas, mudanças na participação e formação de identidade acompanham a aprendizagem.

Tais direções apontam para o reconhecimento da comunidade endógena local como o sujeito epistêmico relevante. Situar o sujeito epistêmico em uma comunidade relevante de conhecedores sugere uma visão da aprendizagem como socialização em maneiras de ser, conhecer, interagir e participar. A aprendizagem ocorre por meio da participação e do engajamento. Tal mudança resulta na necessidade de examinar os processos sociais que determinam o que conta como conhecimento, de considerar uma compreensão comum do significado, de avaliar ideias estabelecidas em contextos históricos e públicos e de reconhecer a importância da avaliação de reivindicações de conhecimento por grupos relevantes. Esses processos sociais podem se tornar rotineiros e padronizados ao longo do tempo, tornando-se práticas epistêmicas (KELLY, LICONA, 2018).

Considerar o sujeito epistêmico como um grupo social participativo e interativo nos direciona à visão de que a linguagem assume um papel fundamental. Lemke (1990) afirma que aprender ciências significa aprender a falar ciência. Significa fazer ciência por meio da linguagem. Significa aprender a se comunicar na linguagem da ciência e a agir como membro da comunidade de pessoas que o fazem. Sobre a importância dada a linguagem, Lemke argumenta:

Por que a ênfase na linguagem? Porque a linguagem não é apenas vocabulário e gramática: a linguagem é um sistema de recursos para criar significados. Além de um vocabulário e uma gramática, nossa linguagem nos dá uma semântica. A semântica de uma linguagem é sua maneira particular de criar semelhanças e diferenças de significado. Precisamos de semântica porque qualquer conceito ou ideia particular faz sentido apenas em termos das relações que tem com outros conceitos e ideias. Essa teia de relações de significado é tecida com os recursos semânticos da linguagem. (LEMKE, 1990, p. 9, tradução nossa²).

² Texto original: Why the emphasis on *language*? Because language is not just vocabulary and grammar: Language is a system of resources for making meanings. In addition to a vocabulary and a grammar, our language gives us a *semantics*. The semantics of a language is its particular way of creating similarities and differences in meaning. We need semantics because any particular concept or idea makes sense only in terms of the relationships it has to other concepts and ideas. This web of relationships of meaning is woven with the semantic resources of language.

Aprendemos a falar ciências da mesma maneira que aprendemos qualquer outra linguagem: falando-a, lendo-a e escrevendo-a com aqueles que já a dominam e empregando-a para os diversos fins para os quais ela é usada. Sobre esta relação, Silva e Nardi (2019) discutem:

Como afirma Lemke (1990), aprender ciência é aprender a falar ciência, o que pode ser entendido como fazer ciência por meio da linguagem que lhe é particular. Portanto, além da apropriação de conceitos-chave, aprender ciências presume a compreensão da sua dimensão discursiva e argumentativa, tendo-se em vista que a Ciência se desenvolve por meio de práticas discursivas específicas, fazendo uso de uma linguagem particular e, portanto, de um modo particular de ver, compreender e falar sobre o mundo. (SILVA; NARDI, 2019, p. 95).

Considerar práticas argumentativas como uma atividade central na ciência, indica a argumentação como uma atividade central também na educação em ciências. A argumentação é particularmente relevante no ensino de ciências, uma vez que, um dos objetivos da investigação científica é a geração e justificação de afirmações de conhecimento, crenças e ações tomadas para compreender a natureza (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; BUGALLO RODRÍGUEZ; DUSCHL, 2000).

Para Jiménez-Aleixandre e Brocos (2015) aprender ciências supõe, entre outras coisas, aprender a construir e a avaliar explicações baseadas em evidências, isto é, argumentar. Argumentar é um dos processos sociais citados por Kelly e Licona (2018) quando discutem sobre práticas epistêmicas; em outras palavras, a argumentação é caracterizada como tal prática. Segundo Silva (2015), a argumentação atua em prol da legitimação dos conhecimentos produzidos na perspectiva da ciência escolar e tal prática alimenta-se das várias práticas epistêmicas que se instauram ao longo do processo de construção do conhecimento.

Levando em conta essa discussão, a presente pesquisa busca apresentar uma possível resposta para a seguinte pergunta de pesquisa:

“Que práticas epistêmicas são mobilizadas de modo a gerar argumentos consistentes ao longo de uma sequência investigativa de Ensino de Física?”

Tendo este questionamento norteador, pretendemos analisar os argumentos elaborados por alunos, ao longo de uma sequência de ensino investigativa (SEI) de Física, considerando suas relações com as práticas e os movimentos epistêmicos instaurados.

Para atendermos ao nosso objetivo, reelaboramos e aplicamos uma SEI sobre dilatação térmica para um grupo de alunos da 2ª Série do Ensino Médio do Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Sergipe. A sequência foi estruturada levando em consideração a discussão sobre ciclos investigativos apresentada do Pedaste et al. (2015). Assim, foram delineados os seguintes objetivos específicos:

- Caracterizar as práticas epistêmicas desenvolvidas pelos alunos ao longo de suas atividades investigativas;
- Identificar como as práticas desenvolvidas pelos alunos se configuram em elementos constitutivos dos argumentos elaborados;
- Caracterizar as estruturas dos argumentos apresentados pelos alunos;
- Caracterizar as ações do professor (movimentos epistêmicos) que favorecem a instauração das práticas epistêmicas, bem como a construção dos argumentos verificados;
- Analisar como a estrutura das atividades propostas favorece a instauração das práticas e a estruturação dos argumentos.

A pesquisa que desenvolvemos é de natureza qualitativa, tratando-se também de um estudo de caso. Para análise dos argumentos produzidos pelos alunos nos utilizamos do padrão de argumento de Toulmin (TAP), já para a caracterização das práticas epistêmicas mobilizadas adotamos os conjuntos propostos por Araújo (2008), Jiménez-Aleixandre et al. (2008), Freire; Silva; Borges (2014) e Kelly e Licon (2018). Entendemos que as ações do professor (ainda que não fossem o foco principal deste trabalho) que possam mobilizar o surgimento de práticas epistêmicas, entendidas como movimentos epistêmicos, possam ser verificadas pelas categorias utilizadas por Silva (2015), inspiradas no trabalho de Lidar, Lundquist e Östman (2005).

A pesquisa que desenvolvemos é discutida neste texto ao longo de seis capítulos, incluindo esta introdução. Nesta seção, apresentamos de maneira sucinta a delimitação da pesquisa, informamos a pergunta de pesquisa, os objetivos (geral e específicos), a escola e os participantes desta pesquisa. Discutimos brevemente sobre o contexto no ensino de ciências em que se insere as práticas epistêmicas e a argumentação.

No segundo capítulo, discutimos sobre o discurso na educação em ciências e seus desdobramentos, o sentido atribuído à argumentação e suas caracterizações, seu enquadramento como prática epistêmica, além da apresentação do TAP.

O terceiro capítulo traz uma revisão de literatura sobre o que vem sendo produzido acerca das práticas epistêmicas e argumentação. O intuito deste capítulo é demonstrar o que as pesquisas desenvolvidas têm focalizado.

No quarto capítulo, apresentamos o contexto da investigação, os procedimentos metodológicos adotados, além da caracterização da pesquisa.

No quinto capítulo, apresentamos uma detalhada discussão sobre a sequência de ensino investigativa aplicada. Falamos sobre os motivos da sua escolha e analisamos gradualmente as etapas que fizeram parte do desenvolvimento da proposta didática utilizada.

No sexto capítulo, apresentamos os resultados obtidos da nossa análise sobre as práticas epistêmicas e argumentos dos alunos, além dos movimentos epistêmicos verificados para o professor. A apresentação está segmentada em função dos encontros realizados ao longo da oficina.

No sétimo e último capítulo, apresentamos algumas considerações finais decorrentes do processo de desenvolvimento desta pesquisa e dos resultados obtidos.

2 PRESSUPOSTOS TEÓRICOS

Neste capítulo apresentamos uma discussão sobre os pressupostos que norteiam o desenvolvimento da pesquisa apresentada neste trabalho. Inicialmente, discutimos sobre o interesse pela linguagem e discurso na pesquisa em educação em ciências, de forma mais acentuada sobre o interesse pela argumentação. Posteriormente adentramos em uma discussão sobre a caracterização dessa prática, sua adoção em sala de aula e seu entendimento enquanto prática epistêmica.

2.1 O discurso na educação em ciências

Há uma linha de pesquisa, já consolidada na educação em ciências, que examina o suporte fornecido a alunos no processo de construção de significados. O foco tem sido nas interações discursivas e na linguagem, sendo assim, a atenção recai sobre o discurso e as práticas presentes em ambientes de ensino.

Sobre a importância do discurso, Kelly (2014) afirma ser fundamental para as formas como as comunidades constroem de maneira coletiva as normas e expectativas, definem o conhecimento comum para o grupo, constroem afiliação, estruturam o conhecimento disciplinar e convidam ou limitam a participação. A comunicação e a linguagem têm um papel essencial na aprendizagem de ciências, sendo assim, o discurso é primordial na construção das dinâmicas educacionais.

Para efeitos de posicionamento, quando nos referimos a discurso estamos falando da linguagem em uso em contextos sociais (KELLY, 2011; KELLY, 2014). Vários autores (STREET, 2001; ROTH; CALABRESE BARTON, 2004; KELLY 2011; KELLY, 2014) apontam que, assim como a linguagem e o conhecimento são ideológicos, o discurso também o é. Trata-se de uma concepção em que o discurso é percebido intrinsecamente ligado a estruturas culturais e de poder em uma sociedade³. Neste sentido, se torna importante verificar como o discurso atua na legitimação do conhecimento.

A aprendizagem de ciências pode ser vista como o desenvolvimento de uma gama de práticas discursivas por meio das quais os alunos se engajam em práticas sociais voltadas à construção do conhecimento. Os membros das salas de aula influenciam, por intermédio da

³ Nesse sentido, ideologia relaciona-se ao fato de que o discurso se associa às dimensões social, cultural e pragmáticas da linguagem e não à concepção marxista em que ideologia se relaciona ao falseamento da realidade.

construção de formas comuns de perceber, agir e avaliar, as possibilidades de participar de uma ecologia intelectual, na qual os significados são construídos por meio de práticas discursivas (KELLY; GREEN, 1998).

Entre as características que compõem o discurso precisamos levar em consideração o contexto no qual foi produzido, as acepções presentes no seu conteúdo e as vinculações ideológicas que ele carrega. Dada essa dinâmica no aspecto social, a análise do discurso nos permite compreender como o conhecimento conceitual é produzido, transmitido e absorvido; verificar os papéis que cada componente assume, as formas como se relacionam e a carga identitária que atribuem uns aos outros.

O discurso científico, assim como outros tipos de discurso, apresenta características únicas, decorrentes do alto nível de especialização presente nas comunidades epistêmicas que constroem processos e práticas de discurso (KELLY, 2014). Toda essa estrutura denota uma relação de causa e efeito, o discurso tanto molda quanto é moldado por práticas socioculturais (KELLY; LICONA, 2018).

Variados estudos e propostas curriculares defendem ambientes escolares que proporcionem oportunidades de discussões para que os alunos se engajem de maneira ativa em temas de interesse da Ciência. Em sua grande maioria esses trabalhos consideram a natureza central da linguagem e das interações discursivas no processo de construção de significados. Do ponto de vista desses trabalhos, segundo Kelly (2011), a aprendizagem implica ser capaz de se comunicar com os membros de um grupo de maneira eficaz, ser visto como competente e atingir objetivos pessoais e sociais.

Vygotsky (2001) argumentava que a interação social possibilita ao indivíduo solucionar problemas que ele não poderia solucionar de forma independente. Ou seja, interagindo com outros, o indivíduo mostraria seu nível de desenvolvimento potencial, que indicaria funções amadurecendo e que se transformariam em seu nível de desenvolvimento real, num momento posterior. O homem se constitui a partir de uma relação estabelecida com o outro e com o mundo e esta interação ocorre pela linguagem. Nesse referencial, o processo de ensino-aprendizagem também se constitui dentro de interações que vão se dando nos diversos contextos sociais. A sala de aula deve ser considerada um lugar privilegiado de sistematização do conhecimento e o professor um articulador na construção do saber.

Bricker e Bell (2008) afirmam que um dos objetivos da educação científica deve ser o engajamento no discurso científico. Os alunos aprendem os significados de termos científicos por meio do engajamento no discurso e nas práticas (KELLY; McDONALD; WICKMAN, 2012). Para Sandoval (2005), os alunos devem se engajar na prática dessas epistemologias

como o caminho mais promissor para o avanço de sua própria compreensão dos fundamentos epistemológicos da ciência autêntica.

Kelly (2008) aponta que questões de método científico, práticas epistêmicas e envolvimento com a ciência podem ser investigadas por meio do estudo das práticas de discurso construídas em ambientes locais. Tais práticas podem incluir considerações epistêmicas, como apresentar e pesar evidências, avaliar os méritos das ideias propostas e avaliar a força de uma explicação. As práticas de discurso são centrais para os processos de busca, construção e refinamento de afirmações de conhecimento na ciência. Assim, podemos concluir, que o aprender ciências requer que os alunos adquiram maneiras de conhecer e compreender o raciocínio por trás das afirmações de conhecimento (KELLY, 2016).

Dentro do processo de construção do conhecimento, a presença de ambientes onde os alunos tenham liberdade para participarem efetivamente e expressarem suas opiniões, se torna essencial. Compartilhar ideias, trocar informações, negociar sentidos e significados, confrontar concepções com as de seus pares, são ações que contribuem para o reconhecimento, por parte dos estudantes, como parte integrante do dinâmico processo de construção e apropriação dos significados.

2.2 A alfabetização científica como prática discursiva

A ideia de alfabetização científica⁴ remete a forma do indivíduo interagir, em sociedade, diante de temas que envolvam ciências. Dessa forma, o conceito de alfabetização científica ultrapassa a mera aquisição de conhecimentos científicos, ele perpassa pela percepção acerca da natureza do conhecimento científico e as possíveis relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Sendo assim, a alfabetização científica contribui para a formação de um entendimento que atrela conhecimento à tomada de decisão/posição. Ela se mostra um processo complexo e que vai além dos limites da sala de aula.

O processo da alfabetização científica compreende: a aquisição de conhecimentos conceituais; a contextualização, em diversas esferas, da ciência e tecnologia e a compreensão dos processos e das práticas que constituem as investigações da ciência. Tal orientação ancora-se em uma discussão que não é recente na pesquisa no campo da educação em ciências. Miller

⁴ Estamos cientes da discussão presente na área de educação em ciências sobre a utilização dos termos “alfabetização científica” ou “letramento científico” como equivalente a “*scientific literacy*”. Optamos pela utilização de “alfabetização científica” baseados, assim como a justificativa apontada por Sasseron e Carvalho (2008), na ideia de alfabetização concebida por Paulo Freire (1980).

(1983), a fim de fornecer uma ferramenta para verificação do nível de letramento científico nos Estados Unidos, considerou que os diferentes conhecimentos e habilidades requeridos em tal processo poderiam ser agrupados nestes três pilares fundamentais.

Sasseron e Carvalho (2008), discutem sobre a organização de um ensino voltado à alfabetização científica, considerando os três eixos estruturantes: i) compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais; ii) compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática; iii) entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

O foco na alfabetização científica pode trazer para o primeiro plano a importância da linguagem no processo de construção do conhecimento, tanto na comunidade científica, quanto na educacional. Na educação, os processos de discurso são centrais para a atividade cotidiana de construção do conhecimento. O discurso é fundamental para as maneiras como as comunidades desenvolvem normas e expectativas, definem o conhecimento comum para o grupo, constroem afiliação, estruturam o conhecimento disponibilizado e fornecem acesso ao conhecimento disciplinar e convidam ou limitam a participação (KELLY, 2011).

Sobre a alfabetização científica, Norris e Phillips (2003) afirmam que, no seu sentido mais fundamental, ela serve como um componente central na construção das dimensões conceituais, epistêmicas e sociais, associadas a um sentido derivado de alfabetização. Sobre esse processo de construção, Kelly (2011) afirma que aprender práticas letradas envolve um processo de aculturação de um amplo conjunto de formas de falar, agir e estar no mundo. Nesta visão, tal aculturação envolve a comunicação.

Primordialmente, as pessoas aprendem um discurso primário, decorrente da enculturação⁵ em suas relações primárias, culturalmente centradas na família e em outras organizações sociais associadas. Posteriormente, discursos secundários são aprendidos por meio da participação em grupos sociais e aculturação⁶ (KELLY, 2011). Esta visão vai de encontro com a definição proposta por Gee (2001), que define a alfabetização como o domínio ou controle fluente de um discurso secundário.

Essa dimensão social da construção da alfabetização pressupõe a necessidade de tempo e oportunidades onde o indivíduo possa se envolver com novos discursos secundários. Essa construção social, por vezes definida e redefinida, dentro e entre diferentes grupos sociais,

⁵ Entendemos enculturação como a aquisição gradual, por um indivíduo, dos preceitos, dos hábitos, das normas e das características da sua própria cultura.

⁶ Aculturação é entendida como o processo de modificação cultural de indivíduo que se adapta a outra cultura ou dela retira traços significativos.

acontece por interação, à medida que membros se envolvem, interpretam e constroem textos (KELLY, 2011).

A alfabetização envolve mais do que apenas ler e escrever textos, ela envolve ações, crenças, valores, práticas sociais e formação de identidade (GEE e GREEN, 1998). A visão da alfabetização que implica aprender um discurso secundário induz que fazer parte de um contexto social não é um valor neutro, acaba por imbricar que a identidade é situacional, contextualizada e clarificada por meio do discurso e da interação. De maneira análoga, aprender a se engajar nos discursos da ciência exige o desenvolvimento de novos repertórios de interação com pessoas, textos e tecnologias (KELLY, 2011).

Duschl (2008) propõe um ensino de ciências focado em três domínios integrados: estruturas conceituais e processos cognitivos; quadros epistêmicos; processos sociais que moldam a comunicação na ciência. Assim, os objetivos de aprendizagem do ensino de ciências são conceituais, epistêmicos e sociais.

Nas salas de aula de ciências, as formas como os professores falam sobre ciências, estruturam normas comunicativas e envolvem os alunos na gama da semiótica da disciplina constroem a natureza do conhecimento científico e das práticas disponíveis para serem aprendidas (KELLY, 2007). A construção e avaliação de modelos, raciocínio e comunicação acabam por usar um discurso especializado e criam maneiras que os objetivos educacionais do ensino de ciências estejam vinculados a alfabetização científica (KELLY, 2014; KELLY e LICONA, 2018).

Norris e Phillips (2003) identificam duas formas de alfabetização científica: fundamental e derivada. Os autores argumentam que para desenvolver um conhecimento eficaz sobre questões sociocientíficas (sentido derivado de alfabetização), os alunos precisam ser proficientes na leitura e escrita de textos científicos (sentido fundamental).

Para Cavagnetto (2010) a alfabetização científica é a capacidade de interpretar e construir ideias baseadas na ciência de forma precisa e eficaz na mídia popular e em contextos cotidianos.

Norris, Phillips e Burns (2014), por meio de uma revisão das perspectivas da alfabetização científica, classificam os resultados almejados por ela em três categorias: valores relativos aos estados de conhecimento, valores relativos à capacidade de se envolver com a ciência no contexto e valores relativos ao desenvolvimento intelectual e moral dos alunos.

Nas mais variadas visões de alfabetização científica há um compromisso comum com a necessidade de fomentar entendimentos da ciência no contexto e trazer considerações éticas e morais para a tomada de decisões sociocientíficas (KELLY e LICONA, 2018). Kelly (2011)

acredita que o foco nas práticas epistêmicas oferece algumas maneiras produtivas de examinar a natureza intersubjetiva da alfabetização científica. Para Saljo (2012), essa visão para a alfabetização científica constrói um entendimento de aprendizagem que implica o domínio de uma série de práticas epistêmicas. Tais práticas requerem saber extrair dos textos, signos e símbolos de comunidades relevantes e empregar conceitos nos processos de construção do conhecimento (KELLY e LICONA, 2018).

O estudo das demandas de alfabetização dos diversos atores relevantes para as ciências escolares pode explicitar os processos de representação, comunicação e avaliação das bases de evidência das alegações de conhecimento (KELLY, 2011). Roth e Lee (2002) afirmam que a educação em ciências pode ser desenvolvida como e para a ação sociopolítica.

Cavagnetto (2010), depois de revisar uma série de estudos de argumentação que objetivavam promover a alfabetização científica, conclui que a instrução baseada em argumentos pode ser usada para fomentar a alfabetização científica por meio de uma variedade de intervenções.

As intervenções curriculares que facilitem o discurso argumentativo entre os alunos devem ser situadas em contextos nos quais os alunos valorizam outras perspectivas como um meio de refinar e elaborar sua compreensão em ciências (GARCIA-MILLA et al., 2013).

2.3 O que é argumentação

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento oficial do governo brasileiro, aponta que a Educação Básica deve assegurar aos estudantes o desenvolvimento de competências gerais. O sentido de competência aqui é definido como a utilização de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores na resolução de demandas do cotidiano, do desenvolvimento da cidadania e do mundo do trabalho. Entre tais competências, podemos destacar: “Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns [...]” (BRASIL, 2018, p. 9).

Essa colocação nos faz refletir sobre o significado do que seria argumentar. Argumentação e argumento são as mesmas coisas? O que podemos considerar como argumento? Quais os princípios que ancoram a adoção da prática argumentativa em sala de aula? Quais os seus supostos benefícios? Esses questionamentos nos direcionam para uma leitura sobre a definição desses conceitos e as suas possíveis diferenças.

Wenzel (1990) propõe que a argumentação seja pensada de três formas diferentes: retórica, dialética e lógica. A dimensão retórica está atrelada a persuasão; a dialética está

relacionada a sistematização do processo interativo; a lógica qualifica o argumento quanto a sua estrutura. Nesse sentido, cada dimensão está, respectivamente, ligada a argumentação como processo, procedimento e produto.

Clássicos consagrados na literatura sobre argumentação, como o “Usos do Argumento”, de Stephen Toulmin (1958), e “Tratado da Argumentação”, de Perelman e Olbrechts-Tyteca (1958), versam sobre tais dimensões da argumentação. Em sua obra, Toulmin busca explicitar uma diferenciação entre lógica formal e informal. A lógica formal tem como objetivo buscar formas que garantam que o nosso pensamento proceda de maneira correta com a finalidade de chegar a conhecimentos verdadeiros. Já a lógica informal tem o objetivo de desenvolver mecanismos para a análise, interpretação, avaliação, crítica e construção da argumentação no discurso do dia a dia (MENDONÇA; JUSTI, 2013).

Perelman e Olbrechts-Tyteca (1958) abordam em sua obra o poder de persuasão da argumentação. Tais autores definem a teoria da argumentação como o estudo de mecanismos discursivos que permitem suscitar ou ampliar a adesão a afirmações propostas.

Diversos autores consideram a argumentação como uma prática discursiva, sendo assim, qualquer interação discursiva pode ser considerada argumento? Jiménez-Aleixandre e colaboradores (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; BROCOS, 2015; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; ERDURAN, 2007) afirmam que as interações argumentativas são ações de formular conclusões, sustentá-las com evidências ou avaliar conclusões ou evidências alheias. Nessa visão, a argumentação passa a ser encarada como ferramenta de contraste entre duas ou mais posições, exigindo, dentro deste referencial, incluir pelo menos dados (evidências) e/ou justificações (garantias), além da conclusão.

Kuhn e Udell (2003) utilizam o termo argumento para o produto, declaração ou parte de um discurso justificado e argumentação ou discurso argumentativo para o processo de produção do argumento enquanto atividade social. Sobre a dimensão social do argumento Jiménez-Aleixandre e Brocos (2015) afirmam que um argumento pode ser individual, se produzido por uma pessoa, ou ser produto de colaboração, se coconstruído por várias pessoas.

Alguns autores defendem o enlace entre argumentação e contexto social, como van Eemeren e Grootendorst (2004) que a definem com uma atividade verbal, social (é dirigida, a princípio, a outra pessoa) e racional que visa convencer uma audiência da aceitabilidade de um ponto de vista por colocar uma série de proposições justificando ou refutando a proposição expressa no ponto de vista. Neste sentido, a argumentação assume características de persuasão e avaliação.

Outros autores apontam que a argumentação não depende apenas do contexto social, mas também é decorrente de ação individual, como defende Billig (1987), para o qual um argumento tem tanto o sentido de articulação de um ponto de vista, portanto caráter individual, como também de debate, o que o torna intrinsecamente social.

É importante salientar que tanto van Eemeren et al. (1996) quanto Billig (1987) concordam quanto a necessidade de ocorrência de pontos de vista controversos para que ocorra a argumentação. Em seu trabalho, Billig (1987) aponta que em um diálogo no qual todos os seus integrantes estão em concordância não há ocorrência de argumentação, contudo, isso não significa dizer que a argumentação está atrelada a uma total assimetria entre os componentes do diálogo, pelo contrário, é necessário um certo grau de simetria entre eles.

Kuhn (1978) afirma que a ciência que não é um acúmulo gradual de conhecimentos, ao contrário, envolve uma complexa relação entre teoria, dados e paradigmas. Nessa perspectiva, o autor ainda afirma que a natureza do argumento científico envolve a persuasão e não a prova. Para Osborne et al. (2004) a ciência cresce mais pelo conflito do que pelo acordo. É sob esta ótica que considera que o cientista, para desenvolver o seu trabalho, precisa desenvolver um raciocínio que por vezes tenha um cunho avaliativo e por outras persuasivo. De maneira geral, sobre a argumentação científica, para Mendonça e Justi (2013): “[...] pode ser compreendida como um processo social de justificativa de conclusões, que se dá a partir da coordenação de dados e teorias científicas, sendo que a avaliação do conhecimento é seu aspecto central.”

Jiménez-Aleixandre e Erduran (2007) consideram que dos significados da argumentação apresentados na literatura, no mínimo dois são relevantes para o ensino de ciências: a argumentação como justificativa do conhecimento e a argumentação como persuasão. A argumentação em tópicos científicos pode ser definida como a conexão entre asserções (ou conclusões) e dados, por meio de justificativas ou avaliações do conhecimento a luz de evidências, que podem ser empíricas ou teóricas. A argumentação como persuasão pode ser entendida como um conjunto de estratégias para convencer uma audiência.

Para Duschl (2007), ao longo do processo de elaboração e justificativa de teorias na ciência, todas as três formas de argumentos são utilizadas, embora a analítica e a dialética sejam mais requeridas e mais representativas da alta qualidade da argumentação científica, uma vez que focalizam nas evidências.

Segundo Berland e Reiser (2009), a argumentação é peça chave na construção e defesa de explicações científicas. Pelo exposto, a argumentação é peça indissociável do agir científico, portanto, se faz necessária em salas de aula de ciências.

Não podemos simplesmente informar aos alunos que a ideia de ciência como acúmulo gradual de conhecimentos é incorreta, é preciso transmitir a eles as normas que regem a prática científica autêntica e o papel fundamental que a argumentação desempenha nessas normas. As habilidades de argumentação são habilidades intelectuais fundamentais (KUHN, 2010).

Van Manen (1990) destaca quatro pontos que justificam a importância do desenvolvimento da argumentação em sala de aula: i) os alunos podem vivenciar as práticas e os discursos da ciência real, aprendendo sobre a ciência; ii) a construção de argumentos pode tornar o pensamento dos alunos mais visível, representando uma ferramenta de avaliação e autoavaliação; iii) a argumentação ajuda os alunos a desenvolver diferentes formas de pensar, bem como promove uma participação mais ativa dos aprendizes e uma interação maior no contexto da sala de aula; iv) através da argumentação aprendizes de ciências podem se tornar produtores do conhecimento acerca do mundo natural e não apenas consumidores.

Jiménez-Aleixandre e Erduran (2007) apresentam um quadro (Quadro 1) sobre potenciais benefícios obtidos pelo uso da argumentação em práticas didáticas. Entre os potenciais apresentados pelas autoras podemos destacar o alcance da alfabetização científica.

Quadro 1 – Possíveis contribuições da argumentação

Potenciais contribuições da argumentação
Tornar público e modelar processos cognitivos
Desenvolver competências comunicativas, pensamento crítico
Alcançar a alfabetização científica; falar e escrever ciência
Enculturar a cultura científica; desenvolvimento de critérios epistêmicos
Desenvolver raciocínio e critérios racionais

Fonte: Traduzido e adaptado de JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; ERDURAN, 2007, p. 6.

Kelly (2011) acredita que por meio da produção e crítica de argumentos em torno de questões científicas centrais, os alunos são capazes de questionar evidências, modelos científicos e afirmações de conhecimento dos proponentes de diferentes visões em relação à questão científica inicial.

Jiménez-Aleixandre e Pereiro-Muñoz (2002) mostraram que quando os alunos se envolvem na argumentação, eles são melhores na aplicação do conhecimento em contextos práticos, o que resulta em uma melhor integração de ideias.

2.4 A argumentação como uma prática epistêmica

Vários trabalhos apontam para a caracterização da argumentação na esfera científica em duas vertentes: avaliação de conhecimentos à luz das provas disponíveis; e persuasão da audiência (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; BROCOS, 2015; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2010; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; ERDURAN, 2007). Nem sempre esses sentidos se estabelecem de maneira exclusiva, pois podem surgir imbricados a depender dos objetivos almejados. Na própria Ciência podemos observar isto, ao longo do seu processo de construção, todo o conhecimento gerado precisou passar por um movimento de justificação baseado em dados e teorias já aceitas, para que por fim o efeito de persuasão fosse utilizado.

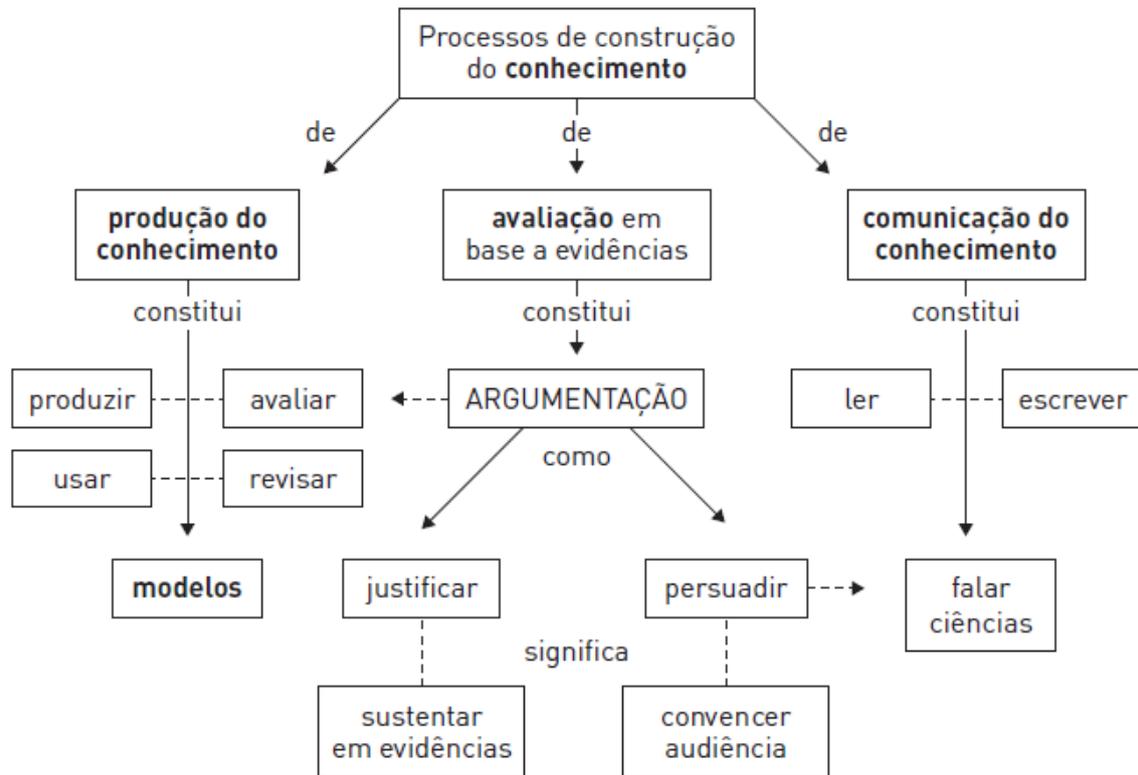
Kelly e Duschl (2002) definem práticas epistêmicas como: “maneiras específicas pelas quais os membros de uma comunidade observam, inferem, justificam, avaliam e legitimam os conhecimentos ao longo de sua construção.” (KELLY e DUSCHL, 2002, p. 19, tradução nossa). Neste trabalho os autores identificaram e descreveram tendências de pesquisa em estudos epistemológicos em educação em ciências, ao longo de uma revisão de trabalhos teóricos e empíricos. Os autores defendem uma agenda de pesquisa expandida que inclui estudos de práticas epistêmicas associadas à produção, comunicação e avaliação de reivindicações de conhecimento em ambientes educacionais cotidianos; de modelagem e formação de explicação em processos de aprendizagem; e de perspectivas críticas sobre o conhecimento e a ciência.

Os autores apontam três instâncias de práticas epistêmicas na ciência: representar dados, persuadir os pares e observar de um ponto de vista particular. Esses estudos ilustram o valor de examinar as práticas situadas de comunidades disciplinares e as formas como as questões em torno da criação, transmissão, justificação e avaliação do conhecimento podem ser investigadas por meio de atenção especial aos processos sociais. Dentro dessa perspectiva, posteriormente, Kelly (2005) define práticas epistêmicas como “atividades sociais de produção, comunicação e avaliação do conhecimento” (KELLY, 2005, p. 02).

A argumentação ocorre quando o mérito de uma afirmação está em questão, o que a faz diferir da explicação, na qual a ideia do fenômeno não está em dúvida, mas se busca a compreensão de um mecanismo causal (OSBORNE; PATTERSON, 2011).

Jiménez-Aleixandre e Brocos (2015) consideram a argumentação enquadrada nas práticas epistêmicas, correspondendo, sobretudo, à instância de avaliação do conhecimento, ainda que as demais práticas, segundo os autores, estejam relacionadas entre si. Sobre esta relação, Jiménez-Aleixandre (2011) em um trabalho anterior, nos apresenta uma representação da argumentação, na Figura 1, enquadrada nos processos de construção do conhecimento.

Figura 1 – Argumentação enquadrada nos processos de construção do conhecimento



Fonte: JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2011, tradução nossa.

Para Silva (2015) a articulação entre diferentes práticas epistêmicas é percebida como constitutiva da construção de uma forma de olhar, dar sentido aos fenômenos e legitimar os conhecimentos produzidos na perspectiva da ciência escolar. A argumentação em prol dessa legitimação, que é em si uma prática epistêmica, alimenta-se das várias práticas epistêmicas que se instauram nas instâncias sociais indicadas por Kelly (2005).

Em outros trabalhos, Kelly e colaboradores exploram o conceito de práticas epistêmicas. Kelly e Liconá (2018) expõem que as práticas epistêmicas são socialmente organizadas e interativamente realizadas. Segundo os autores os processos sociais que determinam o que conta como conhecimento, ou envolvem considerar uma compreensão comum de significado, avaliar ideias estabelecidas em contextos históricos e públicos e reconhecer a importância da avaliação de afirmações de conhecimento por grupo relevantes, podem ser rotineiros e padronizados ao longo de tempo tornando-se as práticas epistêmicas. Em outras palavras, à medida que essas ações são desenvolvidas e roteirizadas, podem ser reconhecidas como padrões, que começam como ações que os membros de um grupo realizam por meio da interação social entre pessoas, textos e tecnologias.

Ao se estudar como as práticas epistêmicas são formuladas e avaliadas por meio de processos de discursos conseguimos examinar como as evidências de mudanças na

compreensão conceitual, no raciocínio científico e na ciência em contextos sociopolíticos podem ser entendidas em situações de aprendizagem cotidianas (KELLY, 2011).

Sobre as práticas epistêmicas, Kelly e Licona (2018) indicam que elas são:

- interacionais – construídas entre as pessoas por meio de atividades combinadas;
- contextuais – situadas em práticas sociais e normas culturais;
- intertextuais – comunicadas por meio de uma história de discursos coerentes, sinais e símbolos;
- consequentes – o conhecimento legitimado instancia o poder e a cultura.

Estudos etnográficos da sociologia e antropologia da ciência oferecem uma gama de orientações metodológicas e abordagens para a compreensão das práticas culturais da ciência. A postura geral de investigar a ciência em formação por meio da investigação de como o conhecimento é produzido oferece um modelo para estudos de educação (Kelly et al. 1998). Essa abordagem faz perguntas semelhantes sobre o que conta como conhecimento em ambientes escolares. O estudo das formas como os grupos produzem conhecimento oferece um modelo que pode ser adotado na educação (KELLY e LICONA, 2018).

As práticas epistêmicas são centrais tanto para a ciência quanto para a educação. Tais práticas que são aprendidas por meio da interação, muitas vezes decorrem de interações prolongadas com membros já familiarizados com as formas como as práticas são reconhecidas como socialmente significativas (KELLY e LICONA, 2018). O foco de pesquisas nas práticas epistêmicas e no conhecimento social pressupõe uma interação entre outros mais bem informados e alunos em diálogo (KELLY, 2011).

As práticas não são estáticas ao longo do tempo e podem ser contextualizadas em grupos relativamente locais, mas são dependentes do campo e do tempo, podendo mudar devido aos desafios da produção do conhecimento. Essas considerações implicam que não há um conjunto limitado de práticas científicas (KELLY e LICONA, 2018). Sobre esta relação Kelly e Licona (2018) discutem:

Assim, as práticas epistêmicas são definidas e reconhecidas em um grupo que pode ser muito localizado e mutável, ou estender-se a uma grande quantidade de membros por meio de formulação (por exemplo, função hamiltoniana, protocolos de laboratório padronizados). Essas práticas epistêmicas são formadas em comunidades endógenas e podem ser construídas e estendidas, modificadas e alteradas e são baseadas em suposições substantivas, como as categorias ontológicas de uma disciplina. Além disso, na educação, existem várias formas de prática epistêmica que variam com os objetivos pedagógicos relevantes. Por exemplo, os objetivos epistêmicos de um laboratório de investigação podem ser significativamente diferentes daqueles de um

debate sobre questões sociocientíficas. (KELLY; LICONA, 2018, p. 144, tradução nossa⁷).

Sobre as quatro categorias de práticas epistêmicas:

- proposição/produção do conhecimento – formas de propor afirmações que serão consideradas e poderão ser modificadas ao longo do tempo;
- comunicação do conhecimento – maneiras de utilizar a criação de sentido, persuasão e representação de seu pensamento;
- avaliação do conhecimento – formas de avaliar as afirmações de conhecimento, evocando e tecendo relações entre evidências e justificação;
- legitimação do conhecimento – envolve o desenvolvimento da identidade como aprendiz de ciências capaz de participar e dar sentido às práticas científicas.

Uma das maneiras pelas quais o conhecimento pode ser legitimado é no e por meio do discurso em sala de aula. O conhecimento, por sua vez, pode ter o foco em três tipos de contexto diferentes: contexto da descoberta – permeia as oportunidades de aprender sobre conceitos técnicos, sobre como as ideias se conectam ao fenômenos e como as alegações podem mudar por meio da investigação; contexto da justificação – compreende entender como as teorias mudam ao longo do tempo, mas também compreender as maneiras como as evidências são organizadas na ciência; contexto da comunicação e apresentação – ocorre ao longo dos outros contextos, conforme as afirmações de conhecimento são concebidas, apresentadas, debatidas, formuladas, revisadas e criticadas (KELLY; LICONA, 2018).

Para Silva (2015) o conceito de práticas epistêmicas implica uma mudança de sujeito epistêmico, que passa de um conhecedor individual para uma comunidade de prática. Assim, dentro do contexto escolar, o foco analítico afasta-se de uma consciência individual e volta-se para o processo social de investigação, em que são valorizadas as interações discursivas entre alunos e professor e de alunos entre si quando estes se envolvem na construção e na legitimação de conhecimentos. Isso condiz com o defendido por Kelly (2008) e Longino (1993), pois tais autores afirmam que uma característica fundamental do conhecimento é o reconhecimento da comunidade endógena local como o sujeito epistêmico relevante.

⁷ Texto original: Thus, epistemic practices are defined and acknowledged in a group that can be very localized and mutable, or extend to large membership through formulation (e.g., Hamiltonian function, standardized laboratory protocols). These epistemic practices are formed in endogenous communities and may be constructed and extended, modified and changed, and are based in substantive assumptions, such as the ontological categories of a discipline. Furthermore, in education, there are various forms of epistemic practice that vary with relevant pedagogical goals. For example, epistemic goals of an inquiry lab may be significantly different than those of a debate regarding socioscientific issues.

Situar o sujeito epistêmico como uma comunidade especializada implica em uma visão da aprendizagem como socialização em maneiras de ser, conhecer, interagir e participar. A aprendizagem ocorre por meio da participação e do engajamento (KELLY, LICONA, 2018). Dessa forma, o engajamento em práticas epistêmicas envolve fazer sentido entre as pessoas por meio do discurso.

Uma vantagem do envolvimento dos alunos em práticas epistêmicas é que eles podem aprender sobre a natureza das disciplinas por meio da participação. Segundo Rudolph (2000), processos de investigação, raciocínio, entre outras maneiras de conhecimento, podem oferecer aos alunos *insights* sobre abordagens disciplinares para a construção do conhecimento, caso estejam devidamente organizados e refletidos.

A educação pode ter um papel fundamental no desenvolvimento da capacidade dos cidadãos se engajarem em diálogos críticos e pode acabar se beneficiando desses diálogos ao considerar questões de legitimação do conhecimento (KELLY, 2011).

Bricker e Bell (2008) identificam a argumentação como uma prática epistêmica central da ciência. Sobre a relação entre argumentação e visão de ciência, Sandoval e Millwood (2007) acreditam que a melhor maneira de investigar essa relação é analisar as ideias epistemológicas dos estudantes quando envolvidos no aprendizado. A argumentação é uma das práticas que favorece a externalização das crenças epistemológicas dos sujeitos.

Os status epistêmicos dos argumentos dos estudantes foram examinados inicialmente por Kelly e Chen (1999). Os autores analisaram o discurso de alunos do ensino médio numa atividade que incluía propor um instrumento musical construído por eles mesmos. Os argumentos dos estudantes, ao apresentarem o instrumento relacionando as suas características, foram organizados em status epistêmicos considerando-se os níveis de indução verificados, apresentando uma escala das asserções dos estudantes apoiadas sobre evidências. Além disso, eles ainda analisaram os tipos de evidências usadas pelos alunos relacionando-as numa escala que considera o nível de abstração.

Posteriormente, Kelly e Takao (2002) fazem uso da noção de nível epistêmico na análise dos argumentos de estudantes universitários examinando como eles utilizam evidências no discurso escrito. Os níveis epistêmicos foram definidos por construções específicas da disciplina analisada, desde descrições de dados, identificação de características, aspectos relacionais de características e afirmações formuladas teoricamente. Os autores afirmam que é desejável a combinação de práticas ao longo de diferentes níveis epistêmicos. Altos níveis epistêmicos não são necessariamente equivalentes a melhores práticas.

Sandoval e Millwood (2007) indicam a necessidade de planejar estratégias de argumentação eficazes e de investigar o que foi produzido pelos estudantes durante as aulas, questionando-os sobre os critérios de seus argumentos.

Graff (2003) diz que a escrita argumentativa ganha propósito e clareza quando o escritor acessa um discurso argumentativo interno com um interlocutor imaginário que o escritor tenta convencer em sua escrita. A criação de argumentos envolve um público, seja implícito ou real, e regula o uso do conhecimento científico para persuadir os outros sobre os méritos das suas ideias. Os argumentos ocorrem dentro de um contexto social com formas convencionais de usar o discurso.

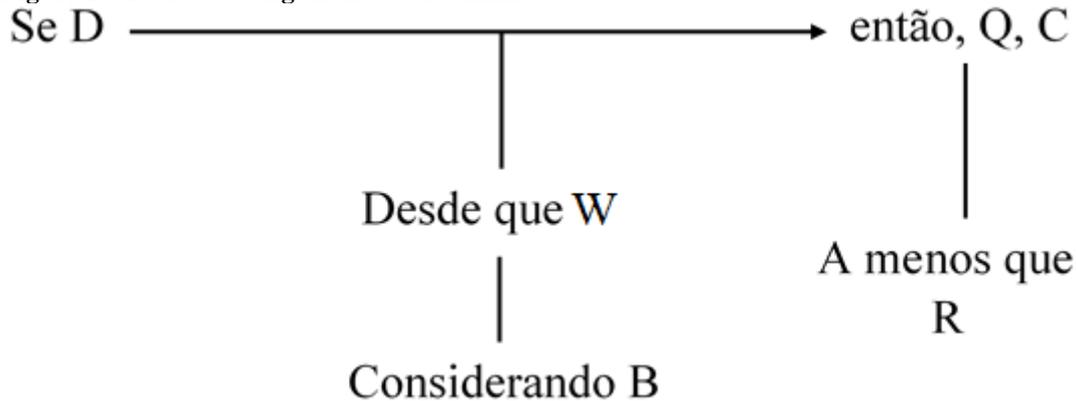
O raciocínio informal, que não emprega lógica formal, emprega formas retóricas e dialéticas de argumentos. As formas retóricas de argumentação denotam argumentos usados em situações de monólogo, nas quais um orador emprega técnicas discursivas para persuadir uma audiência. Em contrapartida, as formas dialéticas de argumentos estão envolvidas em diálogos que envolvem dois ou mais debatedores (KOLSTØ; RATCLIFFE, 2007).

A argumentação no raciocínio informal existe em duas formas: individualista ou social. O significado individualista está relacionado a situações retóricas e outras em que um indivíduo formula um ponto de vista. O significado social do argumento refere-se a uma disputa entre pessoas. No entanto, Kolstø e Ratcliffe (2007) afirmam que toda argumentação é basicamente social, pois os argumentos retóricos esperam uma audiência.

2.5 O Padrão de Argumento de Toulmin

Toulmin (1958) em sua obra forneceu subsídios para a realização de análises sobre a lógica cotidiana, própria dos discursos cotidianos. Para Toulmin, na lógica informal a criação de estratégias de convencimento é imprescindível. Nessa perspectiva, o argumento é uma afirmativa acompanhada de sua justificativa. O autor propõe um esquema para a representação dos argumentos que ficou conhecido como *Toulmin's Argument Pattern* (TAP), ou Padrão de Argumento de Toulmin (PAT), representado na Figura 2.

Figura 2 – Padrão de Argumento de Toulmin



Fonte: Adaptado de Toulmin, 2006, p. 150.

Conclusão – **C**: alegação ou conclusão cujos méritos procuramos estabelecer.

Dados – **D**: fatos aos quais recorreremos como fundamentos para a alegação.

Garantia – **W**: estabelece as relações entre os dados e a conclusão.

Apoio ou conhecimento de base – **B**: elemento que dá suporte à garantia de inferência.

Qualificadores modais – **Q**: palavras ou frases que expressam o nível de certeza dos falantes.

Refutação – **R**: especifica em que condições a garantia não é suficiente para dar suporte à conclusão.

Toulmin (1958) diz que o TAP se constitui em uma ferramenta útil para analisar discurso em situações em que se produz (ou se reconstrói) novo conhecimento. O modelo de Toulmin (1958) centra-se na função dos argumentos para justificar enunciados, assim um argumento é avaliado pela coerência na sua justificação. Para Jiménez-Aleixandre et al. (2009) o esquema proposto por Toulmin é formado por três componentes essenciais (conclusão, dados e garantia) e outros três componentes auxiliares (apoio, qualificador modal e refutação).

Jiménez-Aleixandre e Brocos (2015) fazem uma crítica às traduções da obra de Toulmin disponíveis em português e espanhol, julgando-as insatisfatórias, decidindo assim, fazer as próprias traduções:

Conclusão – enunciado de conhecimento que se pretende provar ou refutar. Um tipo particular de conclusões são as explicações causais; em outros contextos, a conclusão pode ser a opção escolhida ou a solução de um problema.

Dados – Segundo os autores, vários trabalhos consideram evidências como dados. Para os autores, evidência é a observação, o fato ou o experimento a que se apela para avaliar o enunciado. É a sua função na avaliação que justificaria considerarmos evidência um dado.

Garantia – Para os autores uma melhor tradução seria “justificação”. Eles ainda consideram que as justificações podem também ser ideias científicas, isto é, conhecimentos teóricos ou de outras dimensões, por exemplo, valores.

Conhecimento básico ou respaldo – sustenta a justificação, apelando, por exemplo, a teorias. Os autores entendem que também há respaldos em valores, em caso de argumentos sociocientíficos.

Qualificadores modais – expressam o grau de certeza ou incerteza do argumento, como “provavelmente” ou “talvez”.

Refutação – Entendem também por refutação a crítica às evidências ou às justificações do oponente.

A estrutura analítica de Toulmin permite explorar a relação entre a argumentação e os resultados do raciocínio no nível individual (GARCIA-MILLA et al., 2013). A literatura da área de ensino e aprendizagem das ciências aponta algumas vantagens e desvantagens para o TAP. Sobre as vantagens:

- Considerar o que conta ou não como argumento;
- Verificar argumentos que por meio das refutações possam tanto sustentar posicionamentos quanto críticas;
- A justificação e os conhecimentos básicos estão intimamente ligados a um campo disciplinar, portanto obedecem a suas normas e critérios de raciocínio;
- O uso dos qualificadores torna as conclusões qualificáveis.

Sasseron e Carvalho (2011) comentam sobre a eficiência do TAP no ensino de ciências:

O TAP é uma ferramenta eficaz nos procedimentos de análise das argumentações no ensino de Ciências porque apresenta caráter prescritivo, enquadrando o que é um argumento e demarcando claramente daquilo que não é, quando caracteriza e descreve a função dos constituintes estruturais do argumento: dado (**D**), conclusão (**C**), garantia (**W**), qualificadores modais (**Q**), refutação (**R**) e o conhecimento básico (**B**) e definindo que um argumento para ser considerado como completo deve apresentar pelo menos dado, conclusão e justificativa. (SASSERON; CARVALHO, 2011, p. 260).

Uma das principais críticas ao TAP é sobre a confusão entre as distinções dos seus componentes, por exemplo, a confusão entre dados e garantia. Duschl (2007) aponta uma imprecisão, ambiguidade e as vezes até inconsistência no uso de termos-chave. Garcia-Milla et al. (2013) dizem que o TAP usa categorias muito gerais e amplas para caracterizar argumentos. Uma outra crítica recorrente centra-se na falta de dialogia, isto é, dizem que o TAP não analisa a interatividade dos diálogos. O TAP enfatiza a estrutura dos argumentos individuais, ao invés do discurso interativo (GARCIA-MILLA et al., 2013). Duschl (2007) e

outros autores propõem utilizar os esquemas de Walton (1996) para situações dialógicas. Para Kelly e Takao (2002) as categorias do TAP são ambíguas e não consideram o status epistêmico dos enunciados de conhecimento.

Erduran et al. (2004) apontam a dificuldade de enquadramento de falas nos elementos do TAP, relatam principalmente dificuldade em encontrar e diferenciar os elementos **W** e **B**. Para contornar esse problema, os autores propuseram a fusão dos dois elementos em um único: a justificativa.

Estudando interações discursivas, Maloney e Simon (2006) propuseram, para avaliar o processo colaborativo estabelecido entre alunos para construção de argumentos, primeiramente a criação de mapas de discussão com descrições das interações e posteriormente a análise dos argumentos que pudessem ter sido construídos nessas oportunidades.

Silva e Nardi (2019) fazem uma síntese sobre as críticas apontadas ao TAP: ele não considera o aspecto contextual em que ocorrem os argumentos, não há julgamento sobre a precisão e acurácia dos mesmos e foca no produto (o argumento) e não no processo argumentativo (a argumentação), além da amplitude de suas categorias, em várias situações, o que pode proporcionar certa dificuldade em sua aplicação aos dados, dificultando distinguir um elemento constituinte de outro.

Para Erduran (2007) a dificuldade muitas vezes associada ao TAP não é decorrente de uma característica inerente ao modelo, mas das variadas abordagens de adaptação de pesquisadores que tentam usá-lo para diversos fins, tais muitas vezes demasiadamente diferentes do proposto por Toulmin.

A característica definidora do pensamento científico é a diferenciação e coordenação de teoria e evidência, neste sentido, o pensamento científico é, em essência, uma busca intencional de conhecimento (KUHN, 1991).

Autores, como von Aufschnaiter et al. (2008), dizem que o argumento de alto nível requer um conhecimento de alto nível de determinado conteúdo. Os alunos podem se envolver na argumentação apenas em discussões com conteúdo e níveis de abstração que lhes são próximos. Quando possuem o conhecimento necessário, seu entendimento se torna mais integrado e refinado em decorrência do discurso argumentativo.

Venville e Dawson (2010) sugerem que a relação entre argumentação e conhecimento em ciência pode ser estudada em duas relações possíveis. A primeira indica o efeito do conhecimento prévio dos alunos sobre a qualidade e complexidade dos argumentos que constroem, apontando que é difícil argumentar com eficácia sem o conhecimento disciplinar adequado (Norris & Phillips, 2003). O conhecimento prévio do indivíduo sobre o conteúdo

afetará a qualidade e a complexidade dos argumentos científicos que ela produz (GARCIA-MILLA et al., 2013).

A segunda hipótese é que a argumentação também pode afetar a qualidade e a complexidade do conhecimento. Diversos estudos (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; PEREIRO-MUÑOZ, 2002; ZOHAR; NEMET, 2002; NUSSBAUM; SINATRA, 2003) encontraram efeitos positivos da argumentação na mudança conceitual dos alunos

Um argumento pode ser estruturalmente adequado, mas com pressupostos falsos e, portanto, errôneo do ponto de vista da ciência. Cross et al. (2008) mostram que a argumentação facilita para os alunos a revisão sobre seus conhecimentos anteriores, e muitas vezes ajuda a superar concepções errôneas e a alcançar mudanças conceituais.

Para Kuhn (1991) contra-argumentos e refutações são as habilidades mais complexas no discurso argumentativo. A autora define refutação como sendo uma afirmação que responde ao contra-argumento de um oponente, rebatendo tal contra-argumento.

Erduran et al. (2004) apontam uma hierarquia para codificar a qualidade da argumentação. Um nível mínimo de qualidade de argumentos deve conter fundamentos (dados, garantias ou apoios) para substanciar uma alegação, enquanto as refutações são componentes de um nível mais alto. Em sua metodologia de análise da qualidade dos argumentos, observam a combinação dos componentes do argumento, segundo o TAP. Combinações com um maior número de componentes caracterizam argumentos mais elaborados. Tal hierarquia ficou conhecida como Rubrica de Erduran et al. (2004). Sá, Kasseboehmer e Queiroz (2014) propõem como oportuno considerar também a frequência com que os elementos aparecem no argumento e não apenas a combinação entre eles.

Por este parâmetro, a presença de refutações passa a ser um indicador da qualidade da argumentação. Quando os alunos fazem uma refutação eles precisam justificar sua afirmação, mas também procurar suas limitações, o que implicaria pensar no contra-argumento do parceiro (ERDURAN et al., 2004).

Berland e Reiser (2009) indicam que construção e defesa de explicações são componentes essenciais da prática científica, no entanto, enfatizam que são coisas distintas. Segundo os autores, os alunos normalmente têm dificuldade para distinguir evidências de explicações e em indicar os diferentes papéis que desempenham com relação aos dois componentes, construção e defesa.

Duschl e Ellenbogen (2009) dizem que estudantes fazem confusão ao diferenciar explicações de evidências. Kuhn (1991) explana que os sujeitos têm dificuldade em diferenciar teoria causais de evidências. A complexidade dos dados e o contexto de uso influenciam a

maneira como os alunos lidam com dados distintos e seus argumentos (KERLIN; MCDONALD; KELLY, 2010).

Jiménez-Aleixandre e Brocos (2015) dizem ser necessário distinguir dados de justificações (garantias). Jiménez-Aleixandre (2010) apresenta alguns critérios para definir se dados podem assumir o caráter de evidência. Esses critérios são: especificidade, suficiência e confiabilidade. As características para a caracterização desses critérios são:

- especificidade – caracterizada pela capacidade de apontar para uma conclusão defendida (ou refutada) e que exclui a possibilidade de uma solução divergente;
- suficiência – avaliar se para provar (ou refutar) determinada afirmação é necessário um conjunto de dados ou apenas um dado isolado é melhor;
- confiabilidade – diz respeito a consistência dos instrumentos de coleta de dados em proporcionar resultados confiáveis, que podem ser avaliados por comparação entre si ou com outro conjunto de dados.

Kuhn (2010) diz que a evidência é relevante para o argumento e essencial para apoiar e refutar afirmações e construir argumentos fortes. A autora fez um estudo sobre como os alunos fazem uso de evidências em sua argumentação e como suas estratégias de coordenação de alegações e evidências evoluem com a prática. As duas estratégias principais observadas foram a estratégia de suporte (usam a evidência para apoiar a própria reivindicação) e a estratégia de desafio (usam a evidência para desafiar a reivindicação do outro).

Elementos implícitos devem ser considerados parte de um argumento. É necessário, porém, ter cautela, pois “implícito” não é qualquer elemento que não está presente no discurso, senão apenas os que se deduzem dos elementos presentes (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; BROCOS, 2015).

Uma garantia pode ser considerada uma justificativa satisfatória em um contexto, mas insatisfatória em outro. O que conta como evidência ou raciocínio muda de acordo com cada perspectiva, exigindo que os alunos considerem o que conta como argumento forte ou fraco em cada uma dessas perspectivas, o que por sua vez faz com que eles se envolvam em práticas epistêmicas que vão além do escopo do conteúdo científico do argumento (KELLY, LICONA, 2018).

O argumento é uma prática de discurso aprendida, com convenções de gênero particulares que determinam o que conta como dados relevantes, argumento válido, evidência suficiente e assim por diante (KELLY; REGEV; PROTHERO, 2007).

3 REVISÃO DE LITERATURA

Nesta seção, apresentaremos uma revisão de literatura sobre o que vem sendo produzido acerca dos temas de discussão deste trabalho. Nosso intuito aqui é focalizar as formas de desenvolvimento e os principais resultados das pesquisas sobre argumentação e práticas epistêmicas na área de educação em ciências, caracterizando-as de maneira panorâmica quanto a aspectos teórico-metodológicos e resultados alcançados.

A discussão apresentada nesta seção pode ser definida como “estado da arte” ou “estado do conhecimento”. Segundo Ferreira (2002), pesquisas desse tipo:

Definidas como de caráter bibliográfico, elas parecem trazer em comum o desafio de mapear e de discutir uma certa produção acadêmica em diferentes campos do conhecimento, tentando responder que aspectos e dimensões vêm sendo destacados e privilegiados em diferentes épocas e lugares, de que formas e em que condições têm sido produzidas certas dissertações de mestrado, teses de doutorado, publicações em periódicos e comunicações em anais de congressos e de seminários. (FERREIRA, 2002, p. 258).

Quanto à metodologia empregada Ferreira (2002) diz:

[...] uma metodologia de caráter inventariante e descritivo da produção acadêmica e científica sobre o tema que busca investigar, à luz de categorias e facetas que se caracterizam enquanto tais em cada trabalho e no conjunto deles, sob os quais o fenômeno passa a ser analisado. (FERREIRA, 2002, p. 258).

Neste sentido, é possível verificar se e como determinados temas estão sendo abordados ao longo de produções científicas. Tais balanços possibilitam contribuir com a organização e análise na definição de um campo, uma área, além de indicar possíveis contribuições da pesquisa para com as rupturas sociais. Tornam justificados por possibilitarem uma visão geral do que vem sendo produzido na área, permitindo aos interessados perceberem a evolução das pesquisas, bem como suas características e foco, além de identificarem as lacunas ainda existentes (ROMANOVISKI; ENS, 2006).

As plataformas utilizadas em nossa pesquisa foram o Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, *Google Scholar* e o buscador integrado *EBSCO Discovery Service* (EDS), plataforma que integra os recursos bibliográficos da Universidade Federal de Sergipe à outras bases de dados, nacionais e internacionais, como *Scielo*, *Gale*, *Academic Search Premier*, *MEDLINE*, *Scopus*, *ScienceDirect*, *IEEE Xplore*, *ERIC* e *BioOne*. As pesquisas encontradas em nossa busca puderam ser classificadas em função do ano de publicação, do meio e região em que foram publicadas, do tipo de produção (se tese, dissertação, artigo etc.), do contexto de produção dos dados (nível de ensino, instituição e sujeitos envolvidos) e da abordagem teórico-

metodológica. Parte dos resultados em nossa busca é de procedência estrangeira, corresponde a trabalhos escritos em língua portuguesa, por exemplo autores portugueses, ou trabalhos escritos por autores nacionais e publicados em meios internacionais.

Para Creswell (2007) uma técnica de pesquisa é caracterizada em decorrência das alegações de conhecimento que carrega, das estratégias de investigação que fornecem uma direção para procedimentos e dos métodos específicos de coleta e análise de dados. No tocante a abordagem das pesquisas, consideramos que elas podem ser classificadas em pesquisa quantitativa, qualitativa ou mista. De acordo com tal referencial, numa pesquisa quantitativa o investigador utiliza alegações pós-positivistas⁸ para desenvolvimento de conhecimento, seja com raciocínio de causa e efeito, redução de variáveis específicas e hipóteses e questões, uso de mensuração e observação e teste de teorias. Além disto, emprega estratégias de investigação como experimentos, levantamentos de dados, instrumentos predeterminados que geram dados estatísticos (CRESWELL, 2007).

Em uma abordagem qualitativa, o investigador pode fazer alegações de conhecimento com base em perspectivas construtivistas, reivindicatórias/participatórias ou em ambas. Perspectivas construtivistas estão atreladas aos significados múltiplos das experiências individuais, significados social e historicamente construídos, com o objetivo de desenvolver uma teoria ou um padrão. Perspectivas reivindicatórias/participatórias podem ser políticas, orientadas para a questão; ou colaborativas, orientadas para a mudança. A abordagem qualitativa também utiliza estratégias de investigação como narrativas, fenomenologias, etnografias, estudos baseados em teoria ou estudos de teoria embasada na realidade. O pesquisador coleta dados emergentes abertos com o objetivo principal de desenvolver temas a partir dos dados (CRESWELL, 2007).

Numa abordagem de método misto o pesquisador tende a basear as alegações de conhecimento em elementos pragmáticos. Suas estratégias de investigação envolvem coleta de dados simultânea ou sequencial para melhor entender os problemas de pesquisa. A coleta de dados também envolve a obtenção tanto de informações numéricas como de informações de texto, assim o material resultante apresenta dados que representem tanto informações quantitativas como qualitativas (CRESWELL, 2007).

⁸“O pós-positivismo reflete uma filosofia determinista, na qual as causas provavelmente determinam os efeitos ou os resultados. Assim, os problemas estudados pelos pós-positivistas refletem uma necessidade de examinar causas que influenciam resultados, como as questões examinadas nos experimentos. Ele também é redundante no sentido de que seu objetivo é reduzir as idéias a um conjunto de idéias pequeno e discreto para teste, como as variáveis que constituem as hipóteses e as questões de pesquisa.” (CRESWELL, 2007, p. 25).

O Quadro 2 apresenta as distinções entre os tipos de abordagem, segundo Creswell (2007). Ao realizarmos a categorização dos resultados obtidos em nossa busca, consideramos a indicação de abordagem que cada trabalho trazia consigo. No entanto, para os casos em que essa indicação não foi feita, consideramos a classificação conforme o referencial apresentado. Uma importante característica das abordagens quantitativa e mista é a presença do emprego de recursos e técnicas de estatística para traduzir os conhecimentos gerados pelo pesquisador em números.

Quadro 2 – Tipos de abordagem de pesquisa.

Tende a ou tipicamente	Abordagem qualitativa	Abordagem quantitativa	Abordagem mista
Usa estas suposições filosóficas	Alegações de conhecimento construtivistas/ reivindicatórias/ participatórias	Alegações de conhecimento pós-positivista	Alegações de conhecimento pragmáticas
Emprega estas estratégias de investigação	Fenomenologia, teoria fundamentada, etnografia, estudo de caso e narrativa	Levantamentos e experimentos	Sequencial, concorrente e transformadora
Emprega estes métodos	Questões abertas, técnicas emergentes, dados de texto ou imagem	Questões fechadas, técnicas predeterminadas, dados numéricos	Questões abertas e fechadas, trajetórias emergentes e predeterminadas, dados quantitativos e qualitativos e análise
Usa estas práticas de pesquisa, à medida que o pesquisador	<p>Posiciona-se</p> <p>Coleta significados dos participantes Concentra-se em um único conceito ou fenômeno</p> <p>Traz valores pessoais para o estudo Estuda o contexto ou o ambiente dos participantes Valida a precisão dos resultados</p> <p>Faz interpretação dos dados Cria uma agenda para a mudança ou para reforma Colabora com os participantes</p>	<p>Testa ou verifica teorias ou explicações</p> <p>Identifica variáveis para estudo Relata variáveis em questões ou hipóteses Usa padrões de validade e confiabilidade</p> <p>Observa e mensura as informações numericamente Usa métodos não-tendenciosos Emprega procedimentos estatísticos</p>	<p>Coleta dados quantitativos e qualitativos</p> <p>Desenvolve um raciocínio para fazer a mistura Integra os dados em estágios diferentes de investigação</p> <p>Apresenta quadros visuais dos procedimentos no estudo Emprega as práticas de pesquisa qualitativas e quantitativas</p>

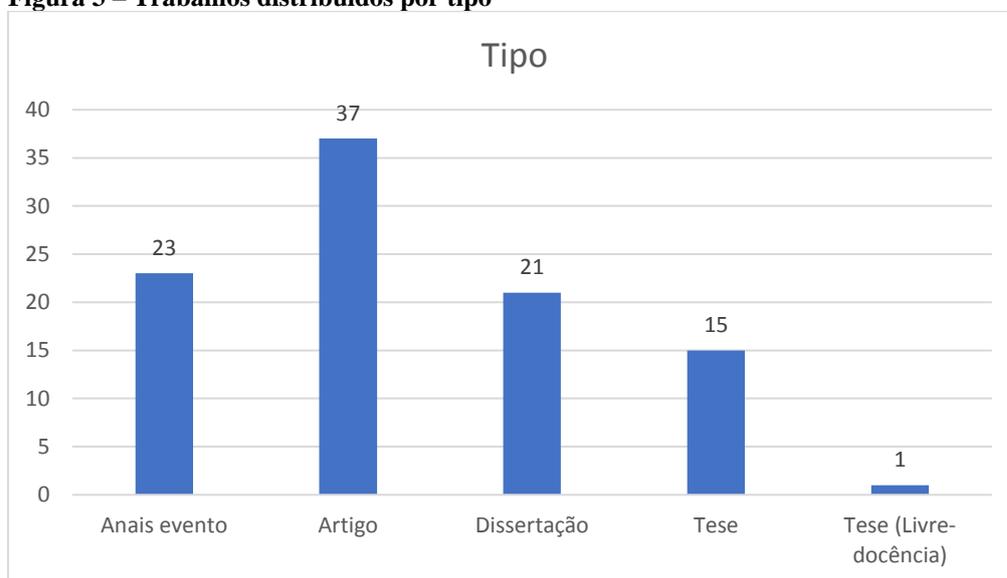
Fonte: Adaptado de Creswell (2007, p. 36).

3.1 Práticas epistêmicas e argumentação

Para esta busca foram utilizados os descritores, ou palavras-chaves: “práticas epistêmicas”, “aspectos epistêmicos” e “argumentação”, seguidas dos operadores booleanos OR ou AND entre elas. Não foi delimitado um recorte temporal para a busca, tal recorte foi configurado em função dos próprios resultados obtidos. O primeiro registro data de 2005, sendo ele o trabalho de Jiménez-Aleixandre presente nos anais do V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC). Já o primeiro registro de monografia que versa sobre a temática, é a tese de Silva, de 2008. Assim, nosso marco inicial ficou sendo o ano de 2005, sendo encontrados, a partir daí, registros até o ano de 2020.

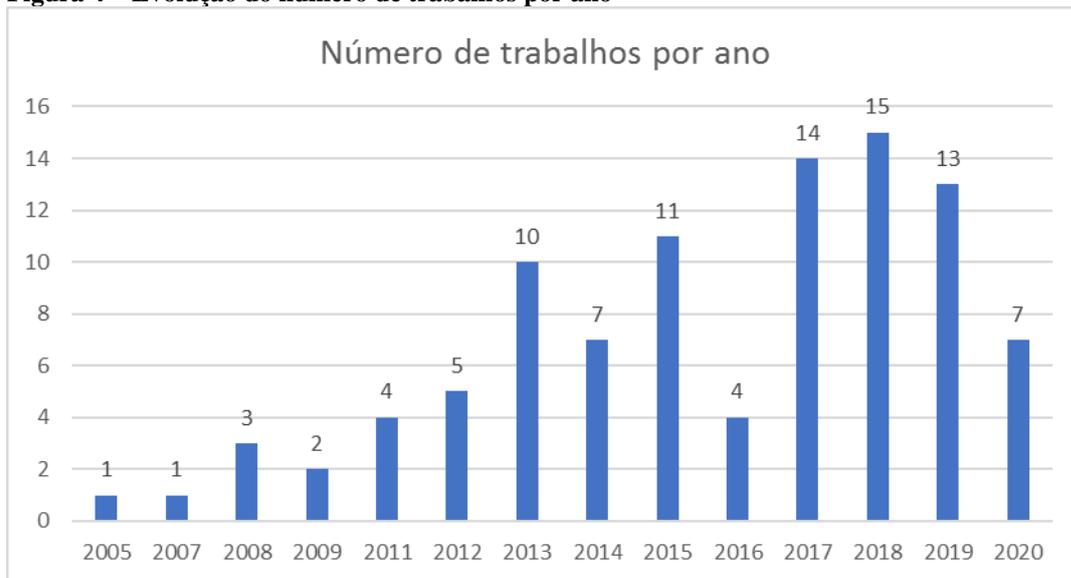
Nossa busca resultou em 97 registros. Na Figura 3, podemos verificar como tais registros estão distribuídos por tipo. Há uma predominância de artigos, com 37 unidades, mesmo número encontrado para as monografias, nas quais se sobressai as 21 unidades de dissertações. Teses totalizam 16, sendo uma delas de livre-docência. Já os registros em anais de evento somam 23.

Figura 3 – Trabalhos distribuídos por tipo



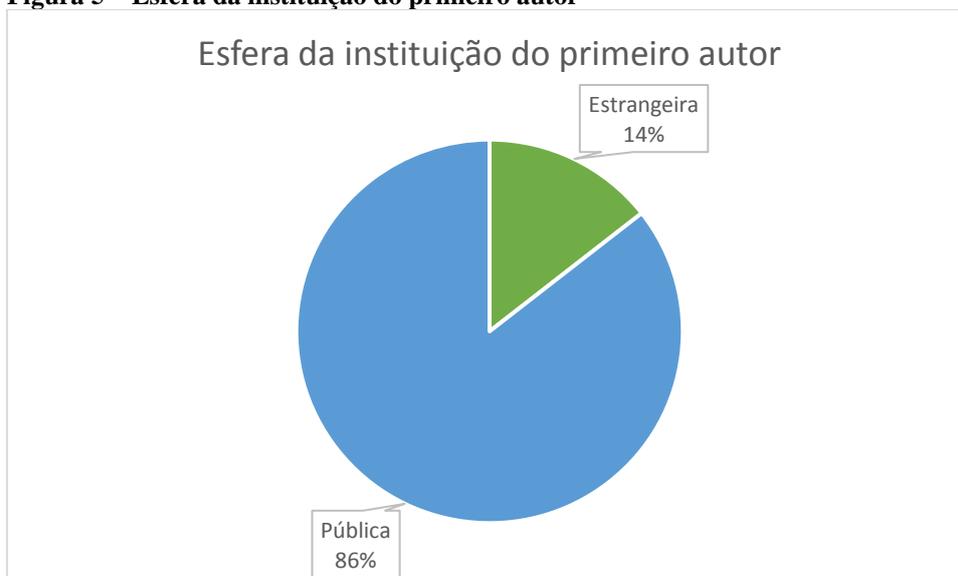
Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 4 nos mostra o avanço temporal de exploração da temática. É possível perceber que há uma tendência bem nítida de crescimento dos trabalhos, a partir de 2017, quando a produção científica salta para uma média anual de 14 registros.

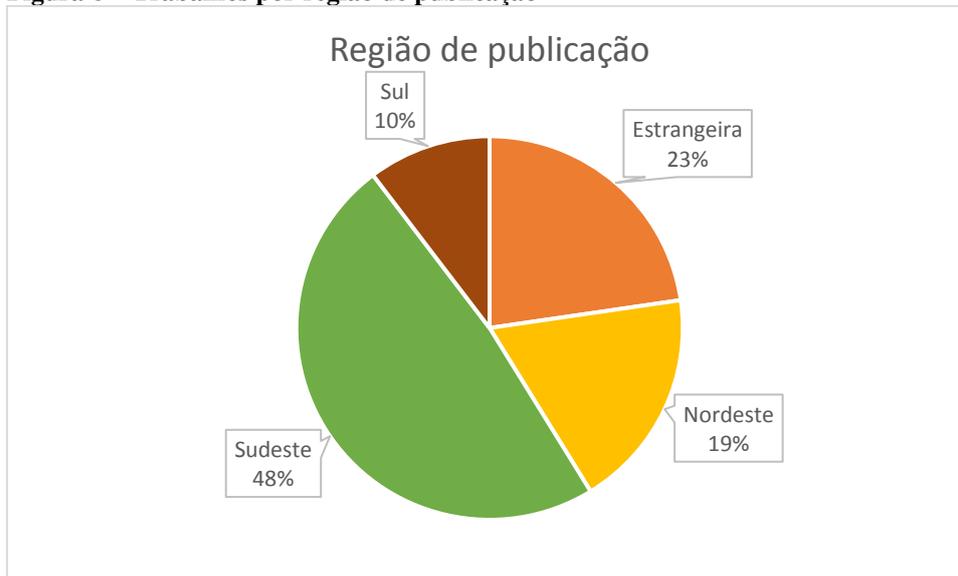
Figura 4 – Evolução do número de trabalhos por ano

Fonte: Elaborado pelo autor.

Essa crescente produção ressalta a necessidade de rastreamento desses trabalhos. Nosso levantamento aponta que 86% dos autores (primeiro ou único autor) destes trabalhos tem vínculo com instituições públicas nacionais (ver Figura 5), os demais (14%) têm vínculo com instituições estrangeiras. O mapeamento por região de publicação indica uma profunda desigualdade na distribuição geográfica das produções (ver Figura 6), uma vez que apenas três regiões do país contam com trabalhos. Mesmo nessas regiões, tal desigualdade persiste, a região Sudeste, com 48%, abarca um percentual maior que a soma das outras duas regiões (Nordeste com 19% e Sul com 10%). Publicações estrangeiras totalizam 23% do total.

Figura 5 – Esfera da instituição do primeiro autor

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 6 – Trabalhos por região de publicação

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em todos os casos a abordagem de pesquisa adotada foi a qualitativa. Desse montante, 94% apresentam uma natureza empírica, contra 6% teórica. Isto pode indicar que há uma forte tendência na área com finalidades imediatas, objetivando a geração de conhecimentos para aplicações práticas dirigidos à solução de questionamentos específicos.

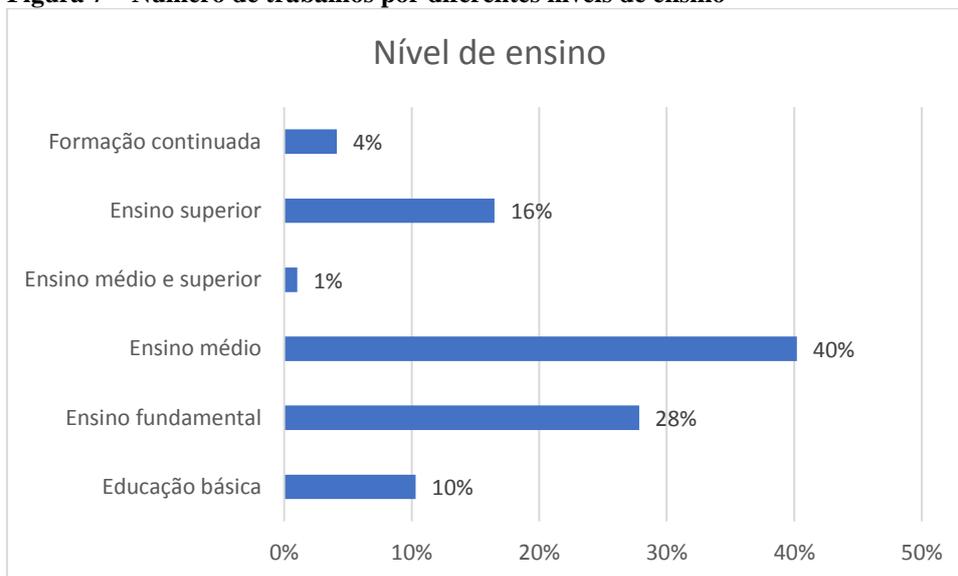
Para a classificação das pesquisas quanto ao nível de ensino investigado optamos por separar os componentes ensino médio e fundamental da educação básica. Contudo, os trabalhos que falam sobre a educação básica de maneira geral ou os que abordam os dois níveis de ensino (fundamental e médio) ao mesmo tempo, foram classificados nesta última opção. O nível de ensino mais investigado é o ensino médio com 40% do total (ver Figura 7). Tal dado pode ser explicado pelo fato de o ensino de Ciências, neste nível, ser particionado em distintas disciplinas: Física, Química e Biologia. O ensino fundamental apresenta 28% do total. O terceiro nível em número de trabalhos é o ensino superior, com 16%. Esse dado, aliado ao fato de que a maioria dos trabalhos neste nível foram desenvolvidos em licenciaturas, pode explicitar uma preocupação dos pesquisadores na formação de futuros professores. Essa possível preocupação da área fica evidente quando analisamos os sujeitos de pesquisa dos trabalhos desenvolvidos (ver Figura 8), em que professores correspondem a 20% do total.

O trabalho de Santos, Lopes e Cravino (2018) é o único registro que aborda dois níveis diferentes (educação básica, no ensino médio, e ensino superior) de ensino com foco na figura do professor. O objetivo é a identificação de traços da mediação dos professores analisados, relativos às decisões por eles adotadas, durante suas ações pedagógicas, e na compreensão da

influência que tais decisões podem ter no desenvolvimento de práticas epistêmicas por parte dos alunos.

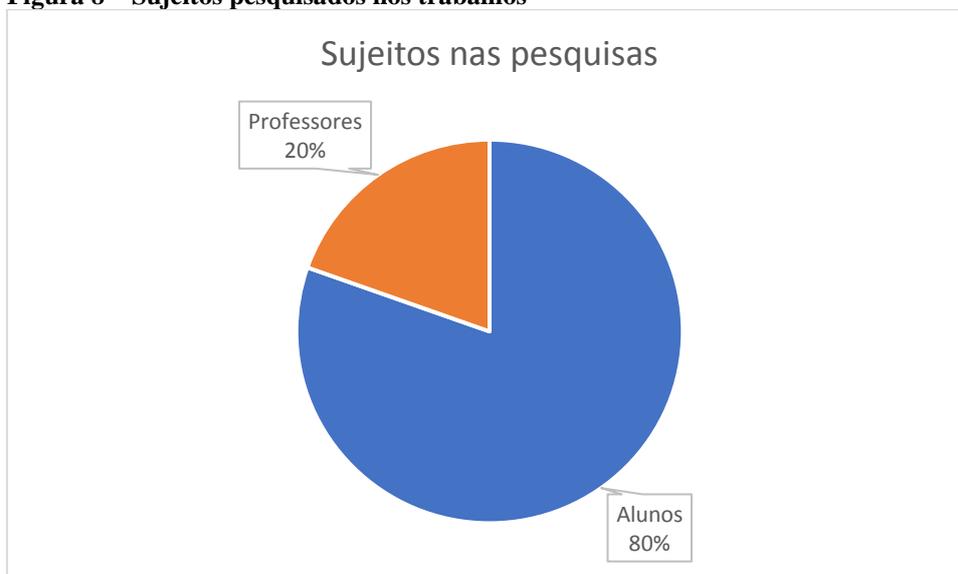
Importante salientar que mesmo os trabalhos que trazem os professores como sujeitos de pesquisa analisam como estes favorecem ou podem favorecer a adoção de práticas epistêmicas por parte dos alunos. Outros como a pesquisa de Ratz (2015), analisa professores em formação continuada, desenvolvida ao longo de uma sequência didática de ecologia, e coloca os profissionais na “posição de alunos”.

Figura 7 – Número de trabalhos por diferentes níveis de ensino



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 8 – Sujeitos pesquisados nos trabalhos



Fonte: Elaborado pelo autor.

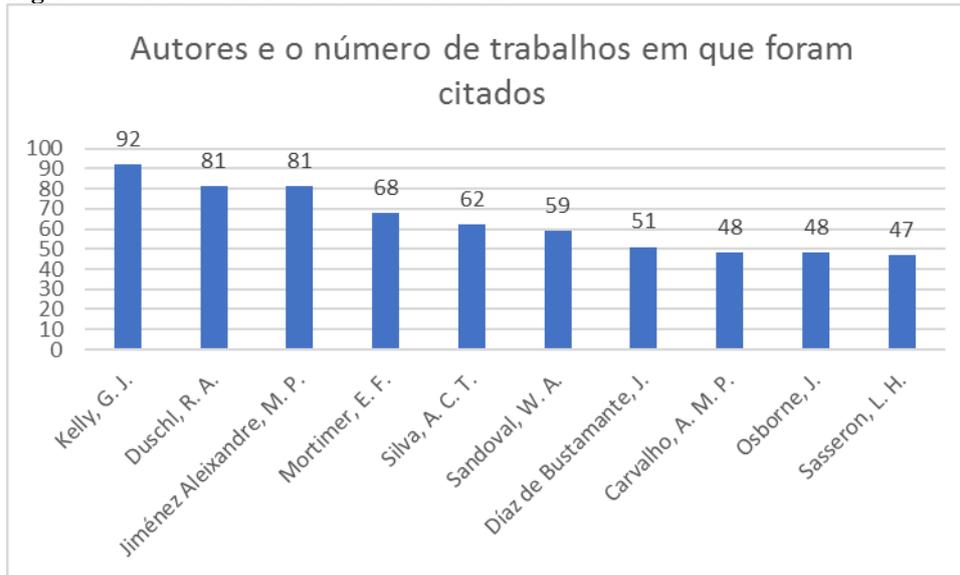
O conceito de práticas epistêmicas está relacionado à incorporação, por membros de um grupo, de um certo padrão de ações rotineiras e padronizadas. As ações se tornam práticas epistêmicas quando realmente incorporadas pelos membros do grupo, passando a se constituir em padrões. Contudo, a maioria dos estudos não verifica isso. Tais estudos, geralmente trabalham com atividades investigativas breves e, conseqüentemente, verificam apenas a aparição/presença de certas práticas no grupo. A rigor apontam para o potencial dessas atividades para gerar tais práticas.

Ao analisarmos a metodologia aplicada destes trabalhos, verificamos que a grande maioria está caracterizada em empírica, com 94% do total. Deste universo, verificamos que nem todos deixam claro ou explicitam o tempo utilizado quanto ao seu desenvolvimento, os que o fazem, em sua grande maioria se constituem em estudos transversais, com duração entre algumas poucas aulas ou meses, o que indica uma tendência de falta de estudos longitudinais na área. Tal fato está ligado a estrutura de obtenção de dados. Muitos apresentam em sua metodologia a aplicação de sequências de ensino investigativas com curta duração. No entanto, alguns registros se destacam dos demais por fazer uso de um tempo maior para coleta de dados, são eles:

- Silva (2008): em sua tese de doutoramento a autora coletou dados que envolveram gravações em vídeo, anotações de campo, entrevista com professores e alunos, análise de materiais impressos trabalhados com os alunos (avaliações, listas de exercícios etc.), além do livro didático, e aplicação de pré e pós-testes aos alunos. Todo o processo durou seis meses. Foram analisadas duas salas de aula de Química do Ensino Médio em escolas de Minas Gerais;
- Silva (2011): para sua tese de doutorado durante um semestre letivo, foram obtidos dados de vídeos e textos produzidos por um grupo de alunos de um curso superior de Ciências Biológicas de uma universidade pública de Minas Gerais. Além disso, foi realizada uma entrevista semiestruturada com um dos professores da disciplina;
- Almeida (2014): em sua pesquisa de doutoramento ocorreu a implementação de um questionário para um grupo de professores, posteriormente parte deste constituiu um grupo focal que teve por finalidade compreender alguns dos resultados obtidos no questionário. Em um outro momento se efetuou o acompanhamento, durante um ano escolar português, de duas docentes de Biologia e Geologia do Ensino Secundário português que participaram do grupo focal.;

- Cunha (2015): em sua pesquisa de doutorado trabalhou com dados de práticas de ensino e aprendizagens dos alunos em salas de aula de Física e Química numa escola em Vila Real, Portugal, com a mesma professora regente, mas em turmas diferentes, ao longo de três anos escolares portugueses, em 2005/2006, 2007/2008 e 2011/2012;
- Branco (2018): para sua tese de doutoramento recolheu dados com diferentes professores e turmas de alunos ao longo de quatro anos escolares portugueses, em 2007/2008, 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011; foram analisadas aulas de Ciências Físicas e Química do ensino básico e secundário de uma escola em Portugal.
- Mello (2019): sua tese de doutorado apresenta uma análise de “cadernos de laboratório” produzidos por alunos de variadas turmas disciplinas do departamento de Bioquímica e Imunologia da Universidade Federal de Minas Gerais que executaram uma atividade didática-investigativa entre os anos de 2015 a 2018;
- Figueira (2020): em sua tese analisa dados obtidos em quatro diferentes disciplinas do curso de Licenciatura em Física, de uma universidade pública do estado de São Paulo, desenvolvidas ao longo dos dois semestres letivos de 2017 e no primeiro de 2018.

Quanto às filiações teóricas dos trabalhos analisados (ver Figura 9), verificamos que o autor mais citado é o Gregory J. Kelly, o que já era esperando, uma vez que tal autor foi um dos elaboradores do conceito de práticas epistêmicas como exposto aqui. Na figura 9 apresentamos o gráfico com os dez autores mais citados e o número de trabalhos em que foram citados. Um fato que nos chama atenção é que dentre estes autores apenas quatro são de procedência nacional, isto é, possuem nacionalidade brasileira. As três primeiras posições são ocupadas por autores estrangeiros.

Figura 9 – Autores mais citados nos trabalhos

Fonte: Elaborado pelo autor.

Um aspecto relevante entre os autores brasileiros mais citados é a sua proximidade de colaboração. Silva foi orientada em seu doutorado por Mortimer, ao passo que Mortimer e Sasseron foram orientados de Carvalho. Este aspecto pode indicar uma rede de colaboração e ampliação da temática estudada.

3.1.1 O que dizem os trabalhos

Discutiremos agora as contribuições dadas por alguns dos trabalhos encontrados em nossa revisão.

Jiménez-Aleixandre (2005) analisou processos de tomada de decisão, por parte dos alunos, sobre questões científicas de impacto social, verificando também como estes julgavam a autoridade de especialistas nas temáticas investigadas. A autora verificou que alunos e alunas são capazes de justificar tanto as suas posições como apontar fraquezas nas de outros atores sociais, e de considerar a si próprios como especialistas que podem ter uma opinião informada sobre o tema. Em sua análise foram usados os esquemas de argumentação de Toulmin e Walton.

Silva (2008) procurou compreender como as estratégias enunciativas oportunizavam espaço para o envolvimento dos alunos com atividades propostas e com a linguagem social da ciência escolar, verificando como tais atividades contemplavam as instâncias epistêmicas de produção, comunicação e avaliação do conhecimento, discutidas por Kelly (2005). Os resultados obtidos apontam que a forma como são trabalhadas as categorias epistêmicas pelo professor pode favorecer ou dificultar a participação dos alunos na discussão em prol da

construção do conhecimento científico. Um outro apontamento é que em situações em que não há discordância entre os pontos de vista dos alunos, torna-se desnecessário que os mesmos se empenhem enfaticamente por muito tempo na argumentação em defesa dos seus pontos de vista.

Araújo (2008) propõe, inspirada nas categorias de práticas epistêmicas apresentadas por Jiménez-Aleixandre et al. (2008), um sistema de análise mais amplo que, segundo a autora, surgiu da necessidade de contemplar mais efetivamente o processo interativo da instância “comunicação do conhecimento”, na qual, segundo sua análise, há um emprego de várias operações de textualização pelos alunos. Outro fato observado foi que as diversas categorias de práticas epistêmicas podem ocorrer no discurso de forma bastante sobreposta, principalmente as relacionadas à comunicação.

Lopes et al. (2012) apresentam uma ferramenta que foi construída e validada como instrumento de ajuda à mediação do professor para promoção de práticas epistêmicas em sala de aula. Os autores dizem que para a implementação de práticas epistêmicas é importante que o professor utilize tarefas com situações que permitam o exercício e desenvolvimento de capacidades epistêmicas, estruturadas em torno de um problema autêntico e aberto, moldado em contexto real e mobilizador de recursos cognitivos e materiais, que permita aos alunos diferentes abordagens e percursos com vista a uma solução.

Freire, Silva e Borges (2014) utilizaram um software que forneceu percentuais de tempo referentes a adoção, por parte dos alunos, de práticas epistêmicas desenvolvidas ao longo de atividades investigativas, sendo possível perceber que prática epistêmica prevaleceu em cada aula analisada. Os autores concluíram que as intervenções realizadas pela professora investigada instigaram e fomentaram o desenvolvimento de práticas epistêmicas específicas, ou até mesmo a mudança de categoria de práticas epistêmicas, até então desenvolvida pelos alunos.

Valle (2014) buscou explicitar uma relação entre argumentação, práticas e movimentos epistêmicos, definidos por Lidar, Lundquist e Östman (2005) como ações do professor que guiam os alunos na obtenção do conhecimento relevante e as maneiras apropriadas de obtê-lo. Entretanto a autora acredita que tanto professores quanto alunos são capazes de mobilizar movimentos epistêmicos. Sua análise trouxe a aplicação de categorias de práticas epistêmicas para ações da professora investigada, fato que justifica afirmando que os movimentos epistêmicos se configuram com uma análise mais geral, enquanto as práticas epistêmicas permitem uma análise mais específica da prática do professor. A autora diz ainda que a criação de salas de aula propícias a argumentação é uma tarefa difícil.

Ratz (2015) analisa como as práticas epistêmicas mobilizadas por um grupo de professores em um curso de formação continuada, tendo um outro professor “formador”

atuando como regente durante a aplicação de uma sequência investigativa, podem se relacionar com movimentos epistêmicos e construção de argumentos. Em sua pesquisa qualificadores modais apareceram ao longo de interações discursivas principalmente quando foram identificados refutadores. A autora conclui afirmando que a mobilização de práticas epistêmicas e movimentos epistêmicos é importante tanto para o direcionamento quanto para o estabelecimento de qualificadores modais na avaliação de conclusões construídas.

Para Saca (2017) tanto modelos quanto hipóteses são elementos constitutivos do discurso epistêmico cujo objetivo é a persuasão e, portanto, necessitam da aprovação dos pares para serem legitimadas dentro de uma comunidade, o que ocorre por meio das práticas epistêmicas.

Santos (2020) aplicou uma sequência de ensino investigativa sobre química forense para alunos do ensino superior. Seus resultados mostram que os argumentos orais e individuais produzidos pelos estudantes apresentaram um número menor de elementos constitutivos quando comparados aos de elaboração conjunta, que tiveram maior predominância de garantias e conclusões.

Figueira (2020) analisa a formação inicial de professores de Física, acompanhando quatro disciplinas da estrutura do curso. Segundo o autor todas as disciplinas analisadas não são caracterizadas como espaços propícios ao desenvolvimento de saberes argumentativos por parte de seus estudantes, mesmo sendo ministradas por docentes especialistas ou com grande conhecimento da temática estudada.

De maneira geral, verificamos que os trabalhos ressaltam a importância de criação de ambientes escolares que permitam uma postura ativa do aluno para o desenvolvimento de práticas epistêmicas, conseqüentemente o desenvolvimento da argumentação. No entanto, percebemos que poucos trabalhos exploram uma correlação da argumentação como uma prática epistêmica. Diante de tudo o que já foi exposto até aqui, defendemos a ampliação de estudos que analisem uma possível associação entre argumentação e demais práticas epistêmicas.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo apresentamos o percurso metodológico que norteou o desenvolvimento desta pesquisa. Inicialmente, falaremos sobre a questão que motivou o desenrolar desse estudo, bem como seus objetivos geral e específicos. Abordamos também outros aspectos do decorrer metodológico, como o contexto, no qual a pesquisa está inserida, e os procedimentos de coleta e tratamentos de dados.

4.1 Questão e objetivos da pesquisa

A presente pesquisa foi desenvolvida buscando responder ao seguinte questionamento: “Que práticas epistêmicas são mobilizadas de modo a gerar argumentos consistentes ao longo de uma sequência investigativa de Ensino de Física?”.

Pensando em responder essa questão, traçamos como objetivo geral desta pesquisa:

Analisar os argumentos elaborados por alunos, ao longo de uma sequência de ensino investigativa (SEI) de Física, considerando suas relações com as práticas e os movimentos epistêmicos instaurados.

Como objetivos específicos temos:

- Caracterizar as práticas epistêmicas desenvolvidas pelos alunos ao longo de suas atividades investigativas;
- Identificar como as práticas desenvolvidas pelos alunos se configuram em elementos constitutivos dos argumentos elaborados;
- Caracterizar as estruturas dos argumentos apresentados pelos alunos;
- Caracterizar as ações do professor (movimentos epistêmicos) que favorecem a instauração das práticas epistêmicas, bem como a construção dos argumentos verificados;
- Relacionar a estrutura das atividades propostas com a instauração das práticas e a estruturação dos argumentos.

4.2 A natureza da pesquisa

Esta pesquisa teve uma abordagem qualitativa, no entanto, não desconsideramos em nossa análise investidas quantitativas com o intuito de garantir um olhar mais amplo para os

dados. Segundo Lüdke e Andre (2018), o estudo qualitativo é o que se desenvolve numa situação natural, é rico em dados descritivos, tem um plano aberto e flexível e focaliza a realidade de forma complexa e contextualizada.

Na perspectiva da pesquisa qualitativa em ensino, o pesquisador deve perguntar-se continuamente que significados têm as ações e os eventos de ensino, aprendizagem, avaliação, currículo, para os indivíduos que deles participam (MOREIRA, 1990).

A pesquisa desenvolvida neste trabalho trata-se também de um estudo de caso. O estudo de caso é o estudo de “um” caso, seja ele simples e específico ou complexo e abstrato (LÜDKE; ANDRE, 2018). Segundo Yin (2001), um estudo de caso é um tipo de investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos.

4.3 O contexto da pesquisa

Em 11 de março de 2020, a Organização Mundial da Saúde (OMS), agência especializada em saúde, subordinada à Organização das Nações Unidas (ONU), declarou o surto de pandemia de uma doença causada pelo coronavírus da síndrome respiratória aguda grave 2 (SARS-CoV-2). No dia 17 de março de 2020, o Governo do Estado de Sergipe, unidade federativa na qual a pesquisa foi desenvolvida, suspendeu, por meio de decreto, as atividades educacionais em todas as escolas, universidades e faculdades, das redes de ensino pública e privada. Estes fatos constituíram-se em verdadeiros desafios para o desenvolvimento da pesquisa.

Inicialmente, foi planejada a aplicação de uma Sequência de Ensino Investigativa (apresentamos informações mais detalhadas sobre a sequência na próxima seção) de forma presencial, no entanto, pelo que já foi exposto, isso não foi possível. Com o perdurar e desenrolar da pandemia, estados e municípios passaram a ser organizar para oferecer atividades remotas aos estudantes. Optamos, assim, por adaptar a sequência de ensino para ser aplicada de maneira *on-line*.

A pesquisa foi realizada no Colégio de Aplicação (CODAP) da Universidade Federal de Sergipe, localizado no município de São Cristóvão. Com a criação da Universidade Federal de Sergipe (UFS), o CODAP foi incorporado a Fundação Universidade Federal de Sergipe por meio de decreto em 28 de fevereiro de 1967. O CODAP passou a ser um Órgão Suplementar, ligado diretamente à Reitoria, exercendo as funções de ensino e de campo para a execução de estágios curriculares, além de desenvolver atividades de pesquisa e extensão.

O CODAP oferece educação básica nos níveis fundamental, do 6º ao 9º ano, e médio, da 1ª a 3ª série. O ingresso de alunos é permitido por meio de sorteio público de vagas. Entre as suas finalidades, definidas por regimento, está oferecer um laboratório de recursos humanos propício para uma variedade de pesquisas que possam ser realizadas por professores do ensino fundamental e médio, professores universitários, estagiários e outros.

Durante o ato da matrícula, os pais ou responsáveis assinam um termo de ciência afirmando estar plenamente de acordo com as condições de organização e funcionamento do CODAP. O termo deixa bem claro a finalidade da instituição como campo de ensino, pesquisa e extensão, que possibilita à comunidade acadêmica a oportunidade de produzir, inovar e experimentar conteúdos, métodos, técnicas e procedimentos por meio do estágio docente e/ou pesquisas acadêmicas. O item 5 do termo de ciência do ano letivo de 2020 (ver Anexo A) diz que as imagens registradas durante as Atividades Pedagógicas poderão ser utilizadas para fins acadêmicos e educacionais, pelo colégio (servidores, pesquisadores, estagiários, residentes, integrantes do PIBID etc.).

A sequência de ensino (ver Apêndice A) foi aplicada pelo professor/pesquisador para um grupo de 11 alunos da 2ª série do Ensino Médio, sendo desenvolvida ao longo de três encontros virtuais em momentos destinados a atividades remotas de Física, cedidos pelo docente responsável pela disciplina.

A sequência de ensino aplicada foi reestruturada e ampliada a partir da apresentada por Nascimento (2015) em sua dissertação de mestrado. O processo de reestruturação foi fruto de uma intensa discussão entre pesquisador e orientadora desta pesquisa, pesquisadora experiente na área de ensino de ciências por investigação. Em um momento anterior, de validação, a sequência foi apresentada e aplicada, durante o estágio de docência do pesquisador, para alunos da disciplina Instrumentação para o Ensino de Física 3 do curso de Física (Licenciatura), do departamento de Física da Universidade Federal de Sergipe – Campus São Cristóvão.

4.4 Os procedimentos de coleta de dados

Como dito anteriormente, a SEI foi desenvolvida ao longo de três encontros, que juntos totalizaram aproximadamente 07 horas de duração, conforme Quadro 3:

Quadro 3 – Encontros da SEI

Encontro	Data	Duração
Encontro I	31.08.2020	02h34min40s
Encontro II	02.09.2020	02h07min10s
Encontro III	09.09.2020	02h15min27s

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os encontros foram realizados dentro de uma plataforma virtual por meio de videoconferências. A plataforma possibilitou a participação pelo navegador de internet ou por meio do aplicativo instalado em sistemas operacionais de dispositivos móveis. As funcionalidades possibilitadas pela ferramenta foram: compartilhamento de tela para apresentação de documentos, planilhas ou apresentações; chamadas criptografadas entre todos os usuários; e troca de mensagens em tempo real por meio de *chat*. Foi possível obter as gravações em vídeo de todos os encontros, além dos registros do *chat*. Uma importante característica dessa plataforma é focalizar o emissor do discurso nos turnos de fala, permitindo assim, que apenas um único locutor fale por vez. Isso foi de extrema valia para os momentos de discussão, fazendo os participantes respeitarem os turnos de fala individuais.

Além dos dados registrados em vídeo, foi possível a coleta de dados decorrentes do material instrucional por meio de questionários. No decorrer das atividades, os questionários foram disponibilizados por meio de *links* no *chat* dos encontros. As informações coletadas por meio dos questionários foram transmitidas automaticamente.

Entre os encontros, os alunos responderam questionários extraclasse, enviando as respostas antes do início do encontro seguinte. Foi possível para o pesquisador, analisar, antes dos encontros (com exceção do primeiro), as respostas dos alunos de modo a fomentar melhor a discussão.

4.5 O tratamento dos dados e os procedimentos analíticos

Todos os registros produzidos foram armazenados em computador. As gravações em vídeo foram transcritas. Durante o processo de transcrição procuramos reproduzir de maneira fiel a fala escutada, ou seja, todas as aulas foram transcritas em sua íntegra, sem alteração nas falas dos alunos e professor. Após o término da transcrição de cada encontro, cada vídeo foi revisto e comparado com a transcrição anteriormente feita. Este processo serviu para verificar possíveis desacordos entre as falas e o material transcrito.

As transcrições das aulas foram fragmentadas em episódios. Para analisar a estrutura e a qualidade dos argumentos orais e escritos produzidos pelos alunos, fizemos uso do TAP.

As ações do professor que podem ter mobilizado o surgimento de práticas epistêmicas, e que são entendidas como movimentos epistêmicos, foram verificadas através das categorias utilizadas por Silva (2015), inspiradas no trabalho de Lidar, Lundquist e Östman (2005):

- **Elaboração** – ações do professor que possibilitam aos alunos, geralmente por meio de questionamentos, construir um olhar inicial sobre o fenômeno. São os questionamentos presentes nos roteiros de atividade ou mesmo verbalizados pelo professor, os quais geram espaço para que os alunos reflitam segundo determinada perspectiva e exponham seus pontos de vista sobre os objetos e os eventos investigados;
- **Reelaboração** – momentos nos quais o professor instiga os alunos, por questionamentos ou breves afirmações, a observarem aspectos até então desconsiderados ou a trazerem à tona novas ideias, favorecendo uma modificação ou uma problematização do pensamento inicial apresentado;
- **Instrução** – quando o professor apresenta de forma explícita novas informações para os alunos;
- **Confirmação** – quando o professor concorda com as ideias apresentadas pelos alunos e/ou permite que eles executem determinados procedimentos planejados;
- **Correção** – quando o professor corrige explicitamente as afirmações e os procedimentos dos alunos;
- **Síntese** – quando o professor resume de maneira sucinta as principais ideias alcançadas pelos alunos;
- **Compreensão** – quando o professor busca apenas compreender por meio de questionamentos determinados procedimentos e ideias apresentadas pelos alunos.

Durante a análise dos resultados, verificamos a necessidade de criação de mais uma categoria de movimento epistêmico. Apresentamos uma discussão sobre os motivos que nos levaram a acrescentar essa categoria na seção de discussão dos resultados obtidos. A seguir, a definição do movimento de elaboração (aprofundamento ou avanço):

- **Elaboração (aprofundamento ou avanço)** – corresponde as ações do professor que visam aprofundar ou permitir um avanço nas ideias apresentadas pelos alunos na direção já indicada por eles.

Para a caracterização das ações mobilizadas pelos alunos consideramos em nossa análise as práticas epistêmicas apresentadas por Araújo (2008), Jiménez-Aleixandre et al. (2008), Freire; Silva; Borges (2014) e Kelly e Licona (2018). Compartilhamos da visão desses autores em entender que não há um conjunto limitado de práticas epistêmicas. As práticas epistêmicas, como indicado por Kelly e Licona (2018), são dependentes do campo e do tempo e mudam devido aos desafios da produção de conhecimento. Sendo assim, em nossa análise não priorizamos uma sistematização exaustiva das práticas epistêmicas, pelo contrário, foi possível caracterizar novas práticas, as quais, acreditamos serem decorrentes da estrutura da atividade proposta. Optamos por apresentar, a seguir, apenas a definição das práticas que foram verificadas nas aulas analisadas (ver Seção 6).

A instância social de produção do conhecimento corresponde aos momentos em que os alunos buscam dar sentido a fenômenos propondo afirmações que poderão ser consideradas e/ou modificadas ao longo do período de investigação, articulam os próprios saberes ou dão sentido aos padrões de dados, planejando e executando experimentos para construção e significação desses dados. Para essa instância temos as seguintes práticas:

1. Checando entendimento – para os momentos nos quais os alunos, geralmente usando perguntas, verificam se sua compreensão sobre determinado assunto está adequada;
2. Concluindo – quando os alunos finalizam um raciocínio, questão ou problema;
3. Construindo e refinando modelos – corresponde os momentos nos quais os alunos trabalham na elaboração ou melhoramento de modelos explicativos;
4. Elaboração de hipóteses – quando os alunos elaboram alternativas de respostas possíveis ou explicações para responder a um problema proposto.
5. Lidando com situação anômala ou problemática – para os momentos nos quais a questão ou problema que se busca responder difere do que era esperada ou ainda quando se defrontam com um problema que não conseguem formular hipótese ou chegar na resposta;
6. Problematizando – quando o aluno cria um problema/questão relacionado ao tema que está sendo estudado ou retoma um problema/questão anteriormente proposto (ARAÚJO, 2008);

Além dessas categorias, verificamos, ao longo da nossa análise, a necessidade de criação de mais duas, relacionadas a produção do conhecimento:

7. Planejando artefato experimental – corresponde aos momentos nos quais os alunos elaboram procedimentos para construção de um artefato para determinado fim;

8. Selecionando variáveis para planejar artefato experimental – quando os alunos selecionam variáveis que devem ser levadas em conta nos momentos de elaboração de um artefato experimental.

A instância social de comunicação do conhecimento corresponde aos momentos nos quais os alunos precisam usar a criação de sentido, persuasão e/ou representação de seu pensamento. Os alunos discutem ou textualizam resultados previamente obtidos, interpretam os dados, produzindo diferentes relações, traduzindo diferentes linguagens entre si (observacional, representacional e teórica) e negociando explicações. Nesta instância temos as seguintes práticas:

1. Argumentando – momentos nos quais os alunos formulam conclusões sustentadas por evidências e garantias ou avaliam conclusões ou evidências alheias;
2. Comparando – quando os alunos buscam estabelecer relações de semelhança ou diferença entre determinadas coisas;
3. Definindo – Enunciar um dado sentido que se pretende conferir a uma palavra ou expressão de modo que possa, a partir de então, ser tomada como referência coletiva (ARAÚJO, 2008);
4. Descrevendo – quando os alunos retratam por meio de características um fenômeno ou objeto;
5. Exemplificando – corresponde aos momentos nos quais os alunos usam exemplos particulares para sustentar uma ideia mais geral;
6. Explicando – quando os alunos utilizam algum modelo teórico buscando tornar compreensível um fenômeno, objeto ou sistema;
7. Generalização – envolve elaborar descrições ou explicações que são independentes de um contexto específico (SILVA, 2008);
8. Narrando – quando os alunos narram fatos por meio de um relato em ordem temporal de acontecimentos;
9. Negociando explicações – corresponde aos momentos nos quais os alunos, almejando um consenso, buscam negociar uma explicação plausível.
10. Transformando dados – quando os alunos, de posse de dados anteriormente coletados ou fornecidos, realizam algum procedimento de tratamento.

Optamos, assim como Araújo (2008), por enquadrar a prática epistêmica argumentação na instância de comunicação do conhecimento. Isto não significa dizer, conforme discussão anteriormente apresentada, que não estamos considerando o sentido avaliativo da argumentação. Entendemos a argumentação como comunicação de justificativas para alegações

de conhecimento, ao passo que, também a entendemos como avaliação de méritos de uma afirmação, evidência ou modelo científico. Entretanto, este trabalho não se preocupou em distinguir tais dimensões da argumentação.

A instância social de avaliação do conhecimento corresponde aos momentos em que os alunos avaliam ou justificam o conhecimento gerado. Eles analisam criticamente os conhecimentos produzidos, estabelecendo relações entre teorias e evidências experimentais. Nesse sentido, eles contrastam as conclusões (próprias ou alheias) com as evidências, ou seja, avaliam a plausibilidade dos conhecimentos produzidos. Nessa instância, temos as práticas:

1. Avaliando a plausibilidade das hipóteses – momentos nos quais os alunos avaliam, baseados em conceitos ou situações cotidianas, uma hipótese anteriormente apresentada;
2. Complementando ideias – quando os alunos complementam uma ideia ou raciocínio anteriormente dito;
3. Criticando declarações de outros – momentos nos quais os alunos criticam ou julgam declarações ditas anteriormente;
4. Justificando as próprias conclusões – quando os alunos constroem afirmações para sustentar ou justificar as conclusões obtidas;
5. Usando conceitos para avaliação de conclusões – corresponde aos momentos de avaliação de conclusões por meio de conceitos já apropriados (FREIRE; SILVA; BORGES, 2014).

Ressaltamos que todo o processo de categorização dos resultados obtidos foi marcado por uma intensa discussão entre pesquisador e orientadora.

5 A SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA

5.1 A Escolha do tema

A sequência de ensino investigativa (SEI) aplicada nesta pesquisa foi reestruturada e ampliada a partir da apresentada por Nascimento (2015) em sua dissertação de mestrado. Tal trabalho faz parte do nosso grupo de pesquisa, o Grupo de Pesquisa em Práticas Educativas e Aprendizagem na Educação Básica (GPEA). A SEI foi desenvolvida com a temática de Física Térmica, mais precisamente sobre a dilatação térmica dos sólidos.

A dilatação térmica é um tipo de fenômeno que pode ocorrer com sólidos, líquidos ou gases. É um tema presente nos mais variados currículos de ensino de Física. Os seus efeitos podem ser facilmente percebidos em situações do cotidiano, fato que pode contribuir para despertar um genuíno interesse pelo tema.

A BNCC traz indicações sobre a importância do ensino de Física Térmica e, conseqüentemente, do ensino de dilatação térmica. Entre as competências definidas para o ensino de ciências pela BNCC (2018) está a competência específica 1:

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global. (BRASIL, 2018, p. 553).

Aliada a esta competência temos a habilidade EM13CNT101, que prioriza:

Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas. (BRASIL, 2018, p. 555).

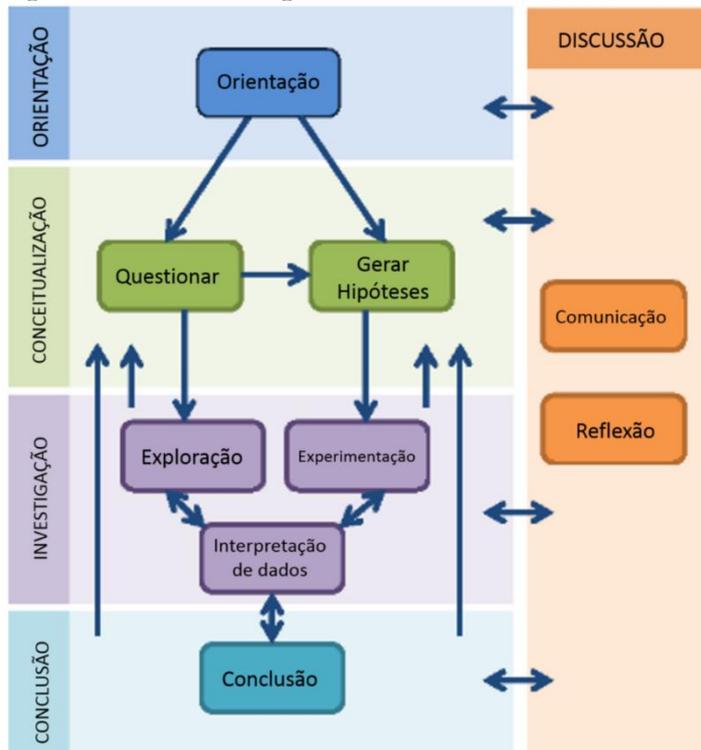
Acreditamos que tais indicações possam ser cumpridas no desenvolvimento da sequência investigativa em questão, a qual envolve experimentos que são apresentados aos alunos por meio de vídeos. Diversos autores afirmam que a utilização de atividades experimentais pode, além de contribuir para estimular a participação ativa dos estudantes, despertando sua curiosidade e interesse e favorecendo um efetivo envolvimento com sua aprendizagem, proporcionar a construção de um ambiente favorável e repleto de situações novas e desafiadoras que, quando bem empregadas, aumentam a probabilidade de que sejam elaborados conhecimentos e sejam desenvolvidas habilidades, atitudes e competências relacionadas ao fazer e entender a Ciência (ARAÚJO; ABIB, 2003).

5.2 Apresentação da Sequência de Ensino Investigativa

A sequência de ensino investigativa apresentada nesta pesquisa tem por objetivo geral proporcionar que os alunos elaborem explicações e argumentos com base em evidências sobre o processo de dilatação térmica dos sólidos. O intuito é permitir que os alunos se apropriem, de maneira ativa, do conceito de dilatação térmica dos sólidos, criando relações com outros conceitos científicos e conexões com situações reais do cotidiano.

Pedaste et al. (2015) apresentam uma revisão da literatura sobre as características essenciais presentes em propostas de ensino investigativo anteriormente publicadas. O resultado desta revisão é a elaboração de um ciclo investigativo, presente na Figura 10, que contempla vários elementos do ensino por investigação. Tomamos esse referencial para a construção/reformulação da sequência de ensino investigativa.

Figura 10 – Ciclo investigativo de Pedaste et al. (2015)



Fonte: Traduzido e adaptado de Pedaste et al., 2015, p. 56.

No geral, a estrutura reúne elementos essenciais do ensino baseado em investigação e os conecta de maneira a mostrar que várias implementações de ciclos de investigação podem se desenvolver a partir de uma única estrutura. O ciclo é composto por cinco fases gerais (orientação, conceitualização, investigação, conclusão e discussão) e nove subfases mais específicas, que estão conectadas, mas não de maneira contínua, isto é, os caminhos que

conectam as fases e subfases permitem variadas interações e um movimento cíclico, o que contribui para a construção de diversos processos de investigação.

Segundo Pedaste et al. (2015) a forma como geralmente um ciclo de investigação é apresentado na literatura sugere que ele traga uma sequência ordenada de fases. No entanto, observa que muitos pesquisadores também salientam que o ensino baseado em investigação não é um processo linear uniforme e prescrito. As conexões entre as fases podem variar dependendo do contexto, assim, essas fases de investigação e processos relacionados podem ser organizados em diferentes caminhos que podem ser seguidos ao projetar situações de aprendizagem específicas.

Embora o ciclo frequentemente comece com orientação, ele exibe flexibilidade nos caminhos que daí se desenvolvem. Por exemplo, pode-se começar com a exploração de um fenômeno e, posteriormente, passar para a conceitualização para formular hipóteses. O ensino baseado em investigação pode ser visto como cíclico em vários níveis, e é evidente como os caminhos descritos nesta síntese podem formar diferentes ciclos de investigação (PEDASTE et al., 2015).

A fase de orientação corresponde ao processo de estímulo à curiosidade dos alunos, isto é, o momento no qual, por exemplo, o professor ou o roteiro de atividades direciona a visão dos alunos para o problema que será resolvido. É neste momento que as concepções prévias dos alunos são levantadas.

Na fase de conceitualização acontece o processo de formulação de questões e/ou hipóteses baseadas na teoria, sendo assim, nesta fase ocorre a mobilização de conceitos por parte dos estudantes para criação de questões e/ou hipóteses decorrentes do problema central de investigação. A subfase questionar está atrelada ao surgimento de questões relacionadas ao processo investigativo; questionamentos que denotem observações, descrições, comparações ou explicações. A subfase gerar hipóteses corresponde ao processo de criação de possíveis respostas ou explicações voltadas ao problema de investigação e que futuramente poderão ser testadas.

A fase de investigação denota o processo de planejamento de explorações ou experimentações para coleta, registro e análise de dados que possam responder à problemática da investigação. Este percurso pode ser seguido por meio da exploração, que é marcada pelo uso de estratégias que possam responder às questões de pesquisa, como por exemplo, o uso da observação, ou ainda pela experimentação, que é ligada a ações manipulativas ou de testes. A interpretação de dados é o processo de dar sentido aos dados coletados, pela mobilização ou articulação de conceitos, e sintetizar novos conhecimentos.

A fase de conclusão corresponde aos momentos de elaboração de conclusões, a partir dos dados obtidos, verificando se estas respondem à questão de pesquisa. É o instante de comparar as inferências baseadas nos dados com hipóteses ou questionamentos, decorrentes da fase de conceitualização.

A fase de discussão pode ser acessada a qualquer momento durante todo o ciclo investigativo. Ela corresponde aos instantes de apresentação dos resultados obtidos em qualquer das fases ou em todo o processo investigativo e aos momentos de reflexão sobre a investigação realizada. A comunicação é marcada pela interação entre indivíduos, na qual os resultados são avaliados pelos pares e os *feedbacks* são dados, constituindo um processo regulado pela discussão com os outros. A reflexão é caracterizada por ser uma discussão interna, na qual fases ou todo o processo de investigação pode ser descrito, criticado e avaliado.

Para além dessas fases apresentadas no ciclo investigativo, decorrente, como dito anteriormente, de uma revisão de literatura, Pedaste et al. (2015) indicam que os artigos analisados apontaram alguns processos orientados para o futuro, isto é, etapas que, embora não estivessem diretamente relacionadas ao processo investigativo e, portanto, não foram incluídas no ciclo de investigação apresentado, se beneficiariam dos resultados e conclusões obtidos. Os autores rotularam esses processos como: 'aplicar', 'aplicando conhecimento a novas situações', 'aplicação e expansão', 'aplicar novos conhecimentos para resolver problemas práticos' ou 'novas/futuras investigações' e 'iniciar novas questões para investigar'. Adotamos todos esses processos para elaboração de uma única fase, que rotulamos de aplicação do conhecimento. Tal fase corresponde a utilização dos resultados e conclusões, ou seja, do conhecimento obtido de uma investigação, para aplicação em novas situações, resoluções de problemas práticos ou ainda suscitar novas questões que possam demandar novos ciclos investigativos.

Explicitado o referencial para construção da nossa SEI, tomemos como foco o desenvolvimento da proposta didática. Não intitulamos a sequência desenvolvida com os alunos com um título de característica específica, ao contrário, demos um título mais amplo e genérico, Oficina de Física. Optamos por esta escolha para não induzirmos nos alunos um direcionamento prévio sobre o que eles iriam trabalhar antes do desenvolvimento efetivo da sequência, que foi estruturada em seis etapas:

- Introdução;
- Etapa 1 – Elaborando conceitos fundamentais;
- Etapa 2 – O coeficiente de dilatação;
- Etapa 3 – Determinando o coeficiente linear dos metais;

- Etapa 4 – A dilatação térmica dos sólidos em nosso dia a dia;
- Final.

Introdução – inicialmente, um pequeno texto introdutório afirma que a Física se faz presente em várias situações do nosso cotidiano, mas muitas vezes acaba despercebida e não paramos para pensar como ela poderia ajudar a compreender muitas situações. Posteriormente, o material apresentou uma charge que ilustra a seguinte situação: um primeiro operário tenta, sem sucesso, desatarraxar uma porca de um parafuso, o que só é possível com a ajuda de um segundo operário, que utiliza a chama de uma vela para aquecer a porca. Os alunos responderam ao seguinte questionamento:

1. Na charge, vimos a tentativa frustrada do primeiro operário para desatarraxar a porca de um parafuso, o que apenas foi possível com a ajuda de um segundo. Como você explicaria o sucesso desse segundo operário?

A ideia dessa primeira indagação foi fornecer um primeiro olhar, um estímulo à curiosidade dos alunos por meio de uma situação cômica para que o engajamento fosse despertado e um primeiro direcionamento no sentido do tema a ser trabalhado fosse seguido. Em seguida, o roteiro da sequência apresentou imagens do cotidiano: trilhos de trem e uma ponte, nas quais era perceptível a presença de espaços vazios. Os alunos tiveram que responder às seguintes questões:

2. Em algumas construções humanas, como em trilhos de trem (imagem 2) e em pontes ou viadutos (imagem 3) é necessário deixar um certo “espaço” vazio, uma espécie de vão na estrutura. Como você poderia explicar esta necessidade, levando em consideração o que foi respondido no item anterior?

3. Com relação aos materiais que formam os objetos apresentados nas imagens e na charge, qual o fenômeno que caracteriza o comportamento apresentado por eles? Seria possível elaborar uma regra geral que pudesse prever tal comportamento?

O segundo questionamento amplia a situação apresentada no anterior, solicitando que os alunos expliquem a necessidade de espaços vazios nas estruturas apresentadas. O terceiro passa a focalizar a composição dos materiais apresentados, solicitando que os alunos verifiquem a possibilidade de construção de uma regra que possibilitasse a previsão do comportamento de tais materiais em situações semelhantes.

Esta etapa da sequência foi classificada como orientação, uma vez o seu objetivo foi verificar as concepções prévias dos alunos sobre dilatação térmica, bem como direcionar sua visão para a problemática que seria trabalhada. Apresentamos uma síntese dessa etapa no Quadro 4:

Quadro 4 – Etapa de Introdução.

Fase	Objetivos	Conceitos	Estratégias didáticas	Recursos
Orientação Questões 1, 2 e 3	Explorar as concepções prévias dos participantes da SEI acerca de eventos envolvendo o fenômeno da dilatação térmica; Estimular a curiosidade dos alunos; Direcionar a visão dos alunos para o tópico a ser investigado.	Temperatura; Calor; Dilatação térmica.	Apresentação de imagens de situações cotidianas envolvendo o fenômeno da dilatação; Proposição de questionamentos; Discussão.	Imagens e questionários.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Após a fase de orientação, a SEI prosseguiu envolvendo pequenos ciclos investigativos que compuseram o ciclo mais amplo, conforme discutimos a seguir.

Etapa 1 – Elaborando conceitos fundamentais – Esta etapa da sequência foi estruturada em torno de dois experimentos envolvendo novas situações do cotidiano.

Por meio de ambos os experimentos, instauraram-se **ciclos investigativos menores**, em que perguntas acerca de experimentos/situações são propostas aos alunos. Tais experimentos e seus resultados foram posteriormente apresentados (por vídeo e texto), sendo estes últimos interpretados.

Para a primeira Atividade Experimental (Atividade Experimental 1), apresentada por meio de um vídeo, os alunos tiveram que responder antes a alguns questionamentos que solicitavam hipóteses acerca dos possíveis resultados.

A primeira questão pedia que os alunos refletissem sobre a seguinte situação: Na chama de uma vela é colocada uma chave, segura por um alicate, permanecendo aí por alguns minutos. O que acontecerá com a chave? Considere, em sua resposta, a temperatura, as dimensões e a massa da chave.

Neste primeiro questionamento foi instaurada a **subfase gerar hipóteses**. A ideia foi suscitar uma reflexão sobre o que aconteceria com a chave, levando em conta conceitos já estabelecidos.

A segunda questão pedia que os alunos respondessem o que aconteceria se, após o processo anterior, fosse tentado inserir a chave no cadeado. Assim, foi solicitado para os alunos, novamente, uma previsibilidade acerca do fenômeno.

Tais questionamentos para o experimento do aquecimento da chave, bem como as respostas apresentadas pelos estudantes correspondem à **fase de conceitualização**, a qual é composta pelas subfases **questionar** e **gerar hipóteses**.

Posteriormente a esses momentos, foi exibido o vídeo da realização do experimento (<https://youtu.be/gEAIKzSbRug>) que iniciou mostrando o material que seria utilizado e uma primeira demonstração da chave entrando no cadeado, o que, após o contato da chave com a chama da vela, não foi mais possível. A chave só adentrou no cadeado após o seu resfriamento em água. Aqui foi instaurada a subfase experimentação (embora em vídeo), o que permitiu aos alunos realizar observações que pudessem confirmar (ou não) as suas hipóteses levantadas anteriormente, além de registrar dados que respondessem aos questionamentos. Isto ficou claro na instauração da subfase seguinte, a interpretação de dados. Ao longo da questão 04 os alunos tiveram que sistematizar o que foi observado para elaborar um modelo que representasse a estrutura metálica da chave após o aquecimento. Assim, o momento em que os alunos assistiam ao vídeo, observavam os dados por este disponibilizados e os interpretassem consistiu na **fase de investigação**, a qual envolve as subfases **experimentação** e **interpretação de dados**.

O questionamento final sobre esta atividade experimental solicitou que fosse discutido o que aconteceu com a chave após aquecimento, considerando a temperatura, as dimensões e a massa da chave. Trata-se da **fase de conclusão**, pois os alunos tiveram que explicar uma conclusão baseados nos dados obtidos e na validação da hipótese formulada. As fases e subfases desenvolvidas na Atividade Experimental 1 estão expressas no quadro (Quadro 5) a seguir:

Quadro 5 – Etapa 1 - Atividade Experimental 01: O aquecimento da chave

Fase	Subfases	Objetivos Espera-se que os alunos possam:	Conceitos	Estratégias didáticas	Recursos
Conceitualização	Propor questões; Elaborar hipóteses. Questão 1 Questão 2	Elaborar hipóteses para as questões propostas.	Aquecimento; Temperatura; Volume; Massa.	Proposição de questões; Exibição de vídeo; Discussão com toda a turma.	Roteiro de experimento com questões propostas; Vídeo apresentando experimento.
Investigação	Experimentação Questão 3	Observar o experimento para obtenção de dados.	Calor; Dilatação térmica.		
	Interpretação de dados Questão 4	Interpretar os dados.	Constituição da matéria; Dilatação térmica.		
Conclusão	Não há Questão 5	Elaborar conclusões para os resultados experimentais contrapondo-as às hipóteses elaboradas.	Temperatura; Volume; Massa; Dilatação térmica; Constituição da matéria.		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a segunda atividade experimental (Atividade Experimental 2), diferentemente da primeira, não houve a exibição de um vídeo demonstrativo. Para apresentação deste experimento, foram utilizados um texto descritivo e um conjunto de imagens que demonstravam todas as suas etapas. Aqui, de início, os alunos passam à fase de investigação, com a subfase experimentação vivenciada por meio das imagens e do texto. Após o experimento, os alunos passam a responder questões (1, 2 e 3) instaurando-se então a subfase interpretação de dados. Vale ressaltar que as questões 2 e 3 trouxeram questionamentos que versaram sobre a realização de alterações procedimentais no experimento e seus possíveis desdobramentos. A subfase conclusão tornou-se presente no último questionamento (sem numeração) quando é solicitado aos alunos a elaboração de um texto que pudesse abranger e explicar todas as situações discutidas até o momento (Experimento 1, Experimento 2 e situações propostas na Introdução), sendo que os alunos deveriam fazer uso do termo dilatação térmica.

Foi o primeiro registro de tal termo no roteiro de atividades. As fases envolvidas no Experimento 2 registradas foram:

Quadro 6 – Etapa 1 - Atividade experimental 02: O anel de Gravesande

Fases	Subfases	Objetivos Espera-se que os alunos possam:	Conceitos	Estratégias didáticas	Recursos
Investi gação	Experimen tação	Realizar observações e leituras para obtenção de dados.	Aquecimento; Resfriamento; Volume; Dilatação térmica.	Apresentação de imagens; Leitura de textos; Proposição de questões; Discussão com toda a turma.	Roteiro de atividade experimental com questões propostas e imagens.
	Interpretação de dados Questões 1, 2 e 3	Interpretar os dados obtidos para construir uma explicação para o fenômeno.			
Conclu são	Não há Questão sem número	Elaborar uma conclusão explicativa para o fenômeno de dilatação térmica.			

Fonte: Elaborado pelo autor.

O final da Etapa 1 trouxe duas questões com situações cotidianas: a primeira abordou um problema com copos entalados, solicitando que os estudantes apontassem uma estratégia para separá-los. A segunda apresentou uma problemática em torno de objetos compostos por vidros diferentes. A ideia aqui foi proporcionar o entendimento de que materiais diferentes têm diferentes capacidades de dilatação. Ambos os questionamentos solicitaram a **aplicação de conceitos**, já introduzidos anteriormente pelos ciclos investigativos menores: o primeiro foi uma aplicação para a resolução de um problema prático; o segundo oportunizou a criação de uma nova questão para investigação, uma vez que chamou à atenção para uma característica ainda não explorada, o coeficiente de dilatação. Em ambos os casos, a fase mobilizada foi a **aplicação do conhecimento**. Esta etapa da SEI foi fechada com um texto (Texto 1) que sintetizava as principais ideias já discutidas.

Etapa 2 – O coeficiente de dilatação – Esta etapa teve início com a apresentação da Atividade Experimental 3 (Aquecimento de uma lâmina “bimetálica”), constituída por um texto que fornecia uma descrição dos materiais que seriam utilizados no experimento e um vídeo (<https://youtu.be/CntctcVIPNg>) que apresentava o desenvolvimento. O experimento consistia

na exposição de um conjunto de duas lâminas, compostas por diferentes materiais (papel-alumínio e papel sulfite) em cada face, à chama de uma vela. A partir da apresentação do experimento, instaura-se a **fase de investigação**, iniciada com a **subfase experimentação**. Posteriormente, ao longo de dois questionamentos, os alunos tiveram que analisar o que aconteceu com o aquecimento e exposição de cada face da lâmina à chama. Os alunos continuaram na fase investigação, mas trabalhando na **subfase interpretação de dados**. Dois outros questionamentos fizeram os alunos adentrarem na **fase conclusão**. Inicialmente, eles precisaram analisar a forma como os materiais sofreram dilatação e apresentar uma explicação para isso. Depois foi apresentada uma definição de coeficiente de dilatação e solicitado que os alunos indicassem qual material teria a maior capacidade de dilatação, justificando suas respostas levando em conta os resultados experimentais. Assim, a conclusão foi alcançada. Esta etapa da SEI também apresentou um texto (Texto 2) de fechamento que, além de discutir os conceitos já apresentados, acrescentou informações sobre os diferentes tipos de dilatação. As fases e subfases desenvolvidas foram:

Quadro 7 – Etapa 2 - Atividade Experimental 03: O aquecimento da lâmina “bimetálica”

Fases	Subfases	Objetivos Espera-se que os alunos possam:	Conceitos	Estratégias didáticas	Recursos
Investigação	Experimentação Questões 1 Questão 2	Acompanhar e descrever o experimento para obtenção de dados, considerando as diferentes capacidades de dilatação em materiais distintos.	Aquecimento; Dilatação térmica; Coeficiente de dilatação.	Proposição de questões; Exibição de vídeo; Discussão com toda a turma.	Roteiro de Atividade Experimental com questões; Vídeo.
	Interpretação de dados Questão 3	Explicar, comparativamente, situações distintas de dilatação.			
Conclusão	Não há Questão 4	Definir coeficiente de dilatação.			

Fonte: Elaborado pelo autor.

Etapa 3 – Determinando o coeficiente de dilatação linear dos materiais – No início desta etapa, os alunos foram incumbidos de elaborar um esquema experimental para determinação do coeficiente de dilatação linear de dois metais: alumínio e latão. Neste processo, eles precisaram indicar quais procedimentos seriam necessários para tal determinação. O

esquema experimental elaborado pelos alunos pôde ser comparado com as informações presentes em um texto (Texto 3) que apresentou o dispositivo dilatômetro e o seu processo de funcionamento, além de uma imagem ilustrativa. Todo este momento, em que os alunos planejaram e esquematizaram um dispositivo para o experimento, correspondeu à **fase de conceitualização**. Eles tiveram que trazer os conceitos de dilatação térmica linear e coeficiente de dilatação para **formular questões e hipóteses** acerca das formas possíveis de determinação do coeficiente de dilatação térmica, as quais foram comparadas, posteriormente, às informações apresentadas no Texto 3.

O próximo item apresentou dados numéricos do aquecimento de três tubos metálicos: aço, alumínio e latão. Em uma tabela, foram apresentados valores de comprimento inicial, variação de comprimento, temperatura inicial e final, e foi solicitado o cálculo do coeficiente de dilatação linear de cada metal. Segundo os dados tabelados, todos os materiais passaram pela mesma variação de temperatura. A subfase alcançada foi a **interpretação de dados**, na qual os alunos tiveram que fazer uso da linguagem matemática. Nesse sentido, há nesse momento, a **fase de investigação**.

O item seguinte solicitou uma explicação baseada nos resultados alcançados, os alunos deveriam explicar o que indicava a variação nos valores de coeficiente de dilatação e qual a noção de previsibilidade que isso poderia indicar. A **fase de conclusão** marcou este momento. Em toda a etapa foram registradas as seguintes fases e subfases:

Quadro 8 – Etapa 3

Fases	Subfases	Objetivos Os alunos deverão ser capazes de:	Conceitos	Estratégias didáticas	Recursos
Conceitualização	Propor questões; Elaborar hipóteses.	Planejar uma forma de determinar experimentalmente o coeficiente de dilatação linear de metais; Compreender o funcionamento de um dilatômetro na determinação do coeficiente de dilatação linear de metais;	Dilatação linear; Coeficiente de dilatação linear.	Proposição de planejamento de experimento e/ou dispositivo experimental; Leitura de texto; Discussão com toda a turma.	Roteiro de experimento com questões e imagens; Texto.
Investigação	Interpretação de dados Questão 1	Determinar o coeficiente de dilatação linear por meio de cálculos.	Dilatação linear; Coeficiente de dilatação linear.	Resolução de questão envolvendo cálculo.	Roteiro de atividade envolvendo texto e questão.
Conclusão	Não há Questão 2	Explicar os resultados obtidos acerca dos coeficientes de dilatação linear; Interpretar o que representa o coeficiente de dilatação.	Dilatação linear; Coeficiente de dilatação;	Resolução de questões; Discussão.	Roteiro: tabela, questionário.

Fonte: Elaborado pelo autor.

No final desta etapa foram apresentadas informações sobre o processo de restauração dental. Inicialmente, um texto (Texto 4) trouxe informações acerca dos tipos de restauração, as características de cada material utilizado para tal fim e as vantagens e desvantagens do uso de cada um deles. Uma tabela apresentou o coeficiente de dilatação de cada material, seu custo e durabilidade. Os alunos tiveram que escolher, baseados em todas essas informações, um material, dentre os apresentados, que deveria ser utilizado em um hipotético procedimento de restauração em um dos seus dentes. Foi utilizado um dilema que solicitava a utilização de conceitos já trabalhados e outros externos ao processo de investigação, tais como a relação dos

alunos com a estética e aspectos econômicos. A fase mobilizada aqui foi a **aplicação do conhecimento**.

Etapa 4 – A dilatação térmica dos sólidos em nosso dia a dia – No início desta etapa, foi apresentado um texto sobre a lâmina bimetálica e sua aplicação em circuitos elétricos, caracterizando a fase de **aplicação do conhecimento**. As questões 1, 2, 3 e 4 que seguem o texto, também se inserem nesta fase.

A questão 1 solicita que os alunos façam uma relação da utilidade de lâminas bimetálicas com os experimentos realizados. As questões 2 e 3, solicitam dos alunos explicações para dois aparelhos que fazem uso de lâminas bimetálicas, sendo eles: ferro elétrico e alarme contra incêndio. A questão 2 apontou para a utilização da lâmina bimetálica no ferro elétrico. A ideia aí foi fazer com que os alunos analisassem como a lâmina bimetálica, na forma de termostato, poderia auxiliar no controle da temperatura deste aparelho. A questão 3 apresentou uma imagem que retratava um circuito elétrico em um alarme de incêndio. A intenção foi fazer com que os alunos identificassem que o alarme apenas funcionaria se a lâmina tivesse uma dilatação em uma direção específica.

Na questão 04, os alunos tiveram que analisar diferentes valores de coeficiente de dilatação e, dentre esses, escolher dois materiais que pudessem compor a estrutura da lâmina bimetálica apresentada na imagem do item anterior. Para este momento, foi registrada a **subfase interpretação de dados**, todavia, ainda inclusa na **fase de aplicação do conhecimento**. Os estudantes precisaram sistematizar essas informações com anteriores para que o conceito de lâmina bimetálica fosse devidamente fundamentado.

A última questão desta etapa foi marcada pela **fase de conclusão**. Aqui os alunos tiveram, em função do questionamento feito, que apresentar o conceito de lâmina bimetálica para argumentar o que aconteceria com uma lâmina composta por apenas um tipo de material. O Quadro 9, a seguir, apresenta uma síntese das fases e subfases da Etapa 4.

Quadro 9 – Etapa 4

Fase	Subfase	Objetivos	Conceitos	Estratégias didáticas	Recursos
Aplicação do conhecimento	Questão 1 Questão 2 Questão 3	Analisar o comportamento e uso de lâminas bimetálicas em aparelhos cotidianos.	Dilatação térmica; Lâmina bimetálica; Circuito elétrico.	Proposição de questões;	Roteiro de atividades com questões propostas; Textos.
	Interpretação de dados Questão 4			Leitura de textos; Discussão com toda a turma.	

Conclusão	Não há Questão 05	Discutir sobre a importância da composição do material para elaboração da lâmina bimetálica.	Tipo de materiais; Dilatação térmica; Lâmina bimetálica.	Proposição de questão; Discussão com toda a turma.	Roteiro: questionário.
-----------	----------------------	--	--	---	------------------------

Fonte: Elaborado pelo autor.

Final – No início da etapa final foi apresentado um pequeno texto sintetizando a importância do conceito de dilatação térmica, desenvolvido durante a sequência, caracterizando assim, **a fase conclusão**. Posteriormente, foram apresentados três questionamentos que exigiam dos alunos a análise de situações específicas. O restante da etapa foi marcado pela fase **aplicação do conhecimento**, uma vez que tais questionamentos exigiam a utilização dos conceitos construídos ao longo do processo investigativo para aplicação ou expansão em novas situações ou resoluções de problemas práticos.

O primeiro questionamento solicitou que fosse demonstrada a relação entre a dilatação de um corpo e sua densidade. O segundo questionamento versava sobre a ligação entre dilatação térmica e comprimento, sendo que o conceito de contração também foi explorado.

O terceiro e último questionamento apresentou um problema envolvendo um avião supersônico. Seu enunciado trazia diversos dados sobre uma aeronave que poderia facilmente atingir a velocidade de Mach 2. O intuito era instigar os alunos para resolução do problema apresentado de maneira que fosse possível criar conexões entre as informações dadas e os conceitos estabelecidos no processo investigativo. Os estudantes deveriam responder se seria possível que tal avião tivesse o seu comprimento alterado durante o voo. Em um outro item distinto eles deveriam, com o valor dessa variação de comprimento, encontrar o valor da temperatura na parte externa do avião durante o voo. A intenção era verificar qual seria a explicação dada pelos alunos, uma vez que a variação do comprimento era positiva e a temperatura externa do ambiente era muito menor que a do momento de decolagem. O Quadro 10 apresenta as fases desta etapa.

Quadro 10 – Etapa final

Fase	Objetivos	Conceitos	Estratégias didáticas	Recursos
Conclusão	Sintetizar o conceito de dilatação térmica construído ao longo da SEI.	Dilatação térmica.	Proposição de questões;	Textos; Roteiro de atividades com questões propostas.
Aplicação do conhecimento	Verificar a aplicabilidade e relação de conceitos trabalhados durante a SEI com novas situações.	Tipo de materiais; Dilatação térmica; Densidade; Atrito.	Leitura de textos; Discussão com toda a turma.	

Fonte: Elaborado pelo autor.

O próximo quadro (Quadro 11) sintetiza todas as etapas da SEI, suas atividades centrais, as fases e subfases mobilizadas ao longo de toda a sua evolução.

Quadro 11 – Fases e subfases mobilizadas durante toda a SEI

Etapa	Atividades Centrais	Fase	Subfase
Introdução	Direcionar a visão para o problema investigado	Orientação	Não há
Etapa 1	Atividade Experimental 01	Conceitualização	Propor questões Elaborar hipóteses
		Investigação	Experimentação Interpretação de dados
		Conclusão	Não há
	Atividade Experimental 02	Investigação	Experimentação Interpretação de dados
		Conclusão	Não há
	Questões do cotidiano	Aplicação do conhecimento	Não há
Etapa 2	Atividade Experimental 03	Investigação	Experimentação Interpretação de dados

		Conclusão	Não há
Etapa 3	Determinação do coeficiente de dilatação linear	Conceitualização	Propor questões Elaborar hipóteses
		Investigação	Interpretação de dados
		Conclusão	Não há
Etapa 4	Aplicação do conhecimento – Lâmina Bimetálica	Aplicação do conhecimento	Não há
		Conclusão	
Final	Aplicação dos conceitos em situações diversas	Conclusão	Não há
		Aplicação do conhecimento	

Fonte: Elaborado pelo autor.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, apresentamos os resultados obtidos da nossa análise sobre as práticas epistêmicas e argumentos dos alunos, além dos movimentos epistêmicos verificados para o professor. A apresentação está segmentada em função dos encontros realizados ao longo da oficina. Inicialmente, apresentamos cada encontro de maneira separada, mas no final tecemos considerações sobre os três. A sequência de ensino investigativa, como já discutido, priorizou gerar espaços para que os alunos pudessem construir argumentos e expor ideias e conhecimentos ao longo do processo de construção conceitual acerca do tema dilatação térmica e alguns de seus desdobramentos. O roteiro de atividades da SEI foi dividido e enviado para os alunos conforme o avançar das aulas, de maneira que ao final de cada parte foram instaurados espaços para discussão e apresentação.

6.1 Encontro I

O professor iniciou a aula com um episódio de gestão e manejo de classe informando sobre a dinâmica de funcionamento da oficina. Posteriormente, foi adotado um discurso de agenda por meio do qual o professor chamou atenção para as questões que seriam analisadas na etapa de introdução. Tais questões, compostas por imagens e indagações, envolveram situações cotidianas. A intenção aqui, conforme discutido no capítulo anterior, foi fazer um levantamento das concepções prévias dos alunos sobre o conceito de dilatação térmica.

A primeira das situações envolveu a interpretação da charge dos operários. Ela solicitava que os alunos fornecessem uma explicação para o sucesso do segundo operário em desatarraxar a porca do parafuso após expô-la ao contato com a chama de uma vela. As respostas dadas pelos alunos por meio do questionário puderam ser classificadas em três categorias:

- 1) **Nível empírico** – as explicações elaboradas versam sobre a influência provocada pelo calor proveniente da chama da vela em um nível macroscópico. Os alunos estabelecem relações de causa e efeito para dar sentido ao fenômeno analisado, mas não fazem referência a modelos teóricos sobre a constituição da matéria. O discurso leva em conta entes visíveis, palpáveis ou mensuráveis. Sete alunos (A1, A5, A6, A7, A9, A10 e A11) apresentaram respostas inseridas nessa categoria:

A1: ‘Esse fenômeno é conhecido como dilatação térmica. Tudo isso aconteceu porque o ferro ficou exposto ao calor, e acabou sofrendo variações térmicas.’

A5: ‘Ao aquecê-la, o diâmetro irá aumentar, fazendo com que o parafuso saia.’

A6: ‘O sucesso foi obtido graças à dilatação na porca criada pelo calor da vela.’

A7: ‘Ele expandiu o volume da porca com o fogo, assim, deixou mais fácil de tirá-la.’

A9: ‘Dilatação, quando a porca foi esquentada ela dilatou.’

A10: ‘O segundo operário colocou o objeto perto de uma chama e foi possível desatarraxar a porca, acho que o calor provocado auxiliou.’

A11: ‘O segundo operário usou fogo para dilatar a porca, aumentando seu tamanho. Consequentemente, ficou mais fácil de se retirar.’

As respostas apresentadas por A1, A6, A9 e A11 fazem uso de termo dilatação, embora a questão não solicitasse de maneira explícita a utilização de qualquer conceito. A5 e A7, mesmo não fazendo uso do termo, apresentaram respostas que trouxeram uma relação de causa e efeito. Para A5, o calor recebido foi responsável pelo aumento no diâmetro da porca, já para A7 foi responsável pela expansão em seu volume. Para A10 o calor foi responsável pelo sucesso, no entanto sua resposta não detalha o papel do calor no processo.

2) Nível microscópico – as explicações apresentadas centraram na influência do calor recebido pela porca, remetendo a um nível microscópico. Nessa categoria há referência ao comportamento dos constituintes da matéria a fim de explicar o fenômeno. Duas respostas (A3 e A8) foram aí classificadas:

A3: ‘Ao esquentar o objeto as moléculas se agitaram o que facilitou na desatarraxão.’

A8: ‘Bom, quando os objetos sofrem esse aumento de temperatura (causado pelo fogo) suas moléculas ou átomos se agitam, quanto mais agitados menor é a força de interação entre essas entidades. Essa força de interação é a responsável por unir os átomos e moléculas, logo quando enfraquecidas tendem a ter pouca atração entre elas, isto é, elas se afastarão e dessa forma o objeto terá um aumento de volume. Nesse caso, com o aumento do volume da porca, será mais fácil tirar.’

A3 atribui o sucesso do operário a agitação das moléculas causada pelo contato com o calor. Já A8, indo na mesma linha de raciocínio, elaborou uma resposta mais detalhada da ocorrência do processo em um nível microscópico.

3) Outro aspecto – As respostas inseridas nessa categoria também se encontram no nível macroscópico, mas, diferentemente daquelas da primeira categoria, não indicam a dilatação térmica como motivo para o sucesso do operário. Dois alunos (A2 e A4) elaboraram explicações nessa direção:

A2: ‘Ele usou o fogo para aquecer e soltar algum tipo de coisa que estivesse prendendo a porca como gracha velha ou outras substâncias, que quando tiradas começam a folgar a porca fazendo ela correr sozinha no parafuso deslizando pela rosca do parafuso.’

A4: ‘foi com a ferramenta correta.’

Em sua resposta foi possível perceber que A2 atribui o sucesso obtido pelo operário ao contato com a chama da vela, todavia acredita que esse contato foi responsável pela remoção de alguma substância que estivesse obstruindo o movimento da porca. A4 limita-se a dizer que foi utilizada uma ferramenta correta, sem detalhar o seu uso.

Como podemos observar, dos 11 alunos considerados, 9 apresentaram respostas na perspectiva cientificamente correta. Certo alinhamento das respostas apresentadas com o conhecimento científico já era esperado, uma vez que os alunos que fizeram parte desse estudo cursam o Ensino Médio e, comumente, no 9º ano do Ensino Fundamental algum conhecimento sobre dilatação é abordado. As respostas obtidas denotam um contato anterior dos alunos com a definição científica de dilatação térmica. De maneira geral, as respostas indicam concepções prévias com diferentes níveis de abstração e elaboração teórica.

No Quadro 12 apresentamos a transcrição do início do momento dedicado a discussão dessa parte da aula. Importante salientar que essa e as demais transcrições aqui apresentadas foram realizadas preservando a linguagem oral e escrita dos participantes em sua íntegra. Trocamos os nomes dos alunos por códigos, atribuindo um para cada participante da pesquisa. Fizemos uso de reticências para indicar pequenas pausas na fala. Na primeira coluna do próximo quadro apresentamos a classificação atribuída as falas transcritas. Categorizamos o autor e o tipo do discurso proferido, além do tempo de duração, o título ou tema do episódio. Para o discurso atribuído ao professor fizemos uso das categorias de movimentos epistêmicos, já para os alunos foram utilizadas as de práticas epistêmicas. A segunda coluna exibe a fala propriamente transcrita.

Quadro 12 – Episódio 3 - Por que o 2º operário conseguiu desatarraxar a porca?

Categorias	Transcrição
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:36:17-00:37:28 Ação/Tema: Inicia a análise da charge e apresenta a 1ª questão da introdução Movimento epistêmico: Elaboração</p>	<p>Professor: Tá, então, nesse primeiro momento aí, né? A gente iniciou o nosso questionário com essa charge aí, tá? E como eu estava falando, é uma situação até cômica, né? A gente tem aí um funcionário, um operário bem forte do ponto de vista parrudo, musculoso, tal, tentando desatarraxar essa porca deste parafuso e sem sucesso. Enquanto que um segundo operário vem e resolve esse problema de maneira até bem relativamente fácil, né, bem simples, né? E aí a primeira pergunta do nosso questionário era justamente: o quê que explica esse sucesso desse segundo operário, né? O quê que esse segundo operário fez pra obter sucesso e desatarraxar esse... essa porca tão facilmente do parafuso? E aí agora eu gostaria de ouvir o que que vocês colocaram. O que que vocês acham, né? A que é que vocês atribuem o sucesso desse segundo operário? Vamo lá, algum... alguém se habilita a falar?</p>
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:37:28-00:37:44 Ação/Tema: Explica o sucesso do segundo operário – relação de causa e efeito Prática epistêmica: Comunicação – Explicando</p>	<p>A9: É... eu A9.</p> <p>Professor: Sim, A9. Pode falar.</p> <p>A9: Eu botei que esse primeiro... segundo operário conseguiu desatarraxar a porca porque ele esquentou ela fazendo ela dilatar, assim ela aumentou levemente de tamanho e ele conseguiu tirar com mais facilidade.</p>
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:37:44-00:37:52 Ação/Tema: Professor verifica se outros alunos concordam com explicação anterior Movimento epistêmico: Elaboração</p>	<p>Professor: Todos concordam com a afirmação do A9? Alguém discorda, gostaria de acrescentar?</p>
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:37:52-00:38:03</p>	<p>A3: Eu concordo plenamente.</p> <p>A8: Tá certo.</p> <p>A11 (pelo chat): Concordo rs.</p>

Ação/Tema: Alunos concordam com a explicação dada Prática epistêmica: Comunicação – Explicando	
Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:38:03-00:38:10 Ação/Tema: Professor busca compreender a explicação dada Movimento epistêmico: Compreensão	Professor: Vamos analisar alguns pontos da fala do A9, né? A9, você pode repetir pra que a gente escute mais uma vez?
Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:38:10-00:38:24 Ação/Tema: Aluno repete a explicação Prática epistêmica: Comunicação – Explicando	A9: Eu coloquei que o segundo operário conseguiu desatarraxar a porca com mais facilidade porque ele esquentou ela, assim fazendo ela dilatar, o que fez ela aumentar levemente de tamanho e assim ele conseguiu tirar.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O professor inicialmente adotou o movimento epistêmico de elaboração, solicitando que os alunos expusessem suas explicações sobre o evento observado na charge. Diferente da resposta dada na parte escrita, A9 explicita o que entende por dilatação, associando-a ao aumento no tamanho da porca. De acordo com Silva (2008), a explicação é um movimento discursivo que vai além da descrição ao estabelecer relações entre fenômenos e conceitos, importando algum modelo ou mecanismo causal para dar sentido a esses fenômenos. A3, A8 e A11 seguem concordando com a ideia apresentada por A9.

Passado esse momento, o próximo, transcrito no Quadro 13, nos mostra que o professor entendeu a resposta dada por A9, que segue a explicação científica, mas sentiu a necessidade de explorar mais tal ideia, considerando tanto A9 quanto os demais alunos. O professor instiga, por meio de questionamentos, os alunos, que já estão alinhados com a explicação científica, a aprofundarem suas respostas. Isto fica bem claro, por exemplo, no momento em que A6 define dilatação como expansão e é questionado pelo professor sobre o que seria expandido. Entendemos que o movimento epistêmico aqui insaturado foi o de elaboração, mas com um sentido de aprofundamento ou avanço.

Quadro 13 – Episódio 3 - O que é dilatação?

Categorias	Transcrição
Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico	Professor: Tá, é. A9 nos trouxe uma série de informações aí, né? O segundo operário, segundo ele, conseguiu é... desatarraxar a porca de maneira tão facilmente porque ele esquentou ela com o auxílio da vela, não é isso?

<p>Tempo: 00:38:24-00:38:42 Ação/Tema: O professor explicita a explicação dada Movimento epistêmico: Síntese</p>	
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:38:42-00:38:54 Ação/Tema: O professor questiona sobre o que seria dilatar Movimento epistêmico: Elaboração (aprofundamento ou avanço)</p>	<p>Professor: E ele usou uma palavra aí que muitos podem tá se perguntando o quê que vem a ser, que foi justamente dilatar, né? O quê que vocês entendem sobre dilatação? O quê que é dilatar?</p>
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:38:54-00:38:56 Ação/Tema: Aluno responde: “Expandir.” Prática epistêmica: Comunicação – Definindo</p>	<p>A6: Expandir.</p>
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:38:56-00:39:00 Ação/Tema: Solicita uma definição mais elaborada Movimento epistêmico: Elaboração (aprofundamento ou avanço)</p>	<p>Professor: Tá, expandir o quê?</p>
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:39:00-00:39:16 Ação/Tema: Dilatação como aumento do volume Prática epistêmica: Comunicação – Definindo</p>	<p>A6: No caso da porca o quê... no caso daquela... daquela charge o que expandiu foi a porca e como é que se diz? Eu me perdi agora no que ia falar, mas é mais ou menos isso.</p> <p>A8 (interrompendo): É o... é o aumento do volume.</p> <p>Professor: Se vocês quiserem eu volto a charge.</p>
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:39:16-00:39:20 Ação/Tema: Explicação da causa do aumento do volume Prática epistêmica: Comunicação – Explicando</p>	<p>A8: É o aumento de volume em função do... da temperatura.</p>
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:39:20-00:39:32</p>	<p>Professor: Então a gente poderia tentar dizer o quê? Que uma dilatação seria um aumento nas dimensões do material. Correto? Vocês concordam?</p>

Ação/Tema: Explicita a ideia de dilatação como aumento das dimensões Movimento epistêmico: Síntese	
Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:39:32-00:39:38 Ação/Tema: Alunos concordam com a explicação dada Prática epistêmica: Comunicação – Explicando	A6: Sim. A2: Sim. A3 (pelo chat): Sim.
Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:39:38-00:39:48 Ação/Tema: Professor solicita uma explicação mais elaborada sobre a dilatação Movimento epistêmico: Elaboração (aprofundamento ou avanço)	Professor: E o que é que proporciona esse aumento? Tá? A8 (interrompendo): Exatamente... A6 (pelo chat): Calor. Professor: E o que é que faz com que esse material dilate?
Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:39:48-00:40:06 Ação/Tema: Explicação nível microscópico Prática epistêmica: Comunicação – Explicando	A8: A energia que é fornecida pelo calor da... do fogo. Essa energia agita as moléculas, isso diminui a atração do... dos átomos e faz eles se expandirem, né? A atração é menor, eles se expandem.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nesse trecho o professor vai alternando a adoção dos movimentos de elaboração (aprofundamento ou avanço) e síntese. Este último ocorre quando explicita as ideias já alcançadas pelos alunos. As práticas epistêmicas verificadas foram explicando e definindo. No avanço de suas ideias foi preciso que os alunos elaborassem melhor suas explicações ou definissem conceitos para expor suas concepções. O trecho finaliza com a explicação apresentada por A8. Notamos aqui uma explicação mais elaborada, considerando o nível microscópico. No entanto, há um pequeno problema com a expressão de que os átomos se expandem, o que pode indicar uma dificuldade de entender que, em uma expansão térmica, a distância interatômica entre os átomos aumenta e não os próprios átomos em si. Esse aspecto será retomado nos Episódios 8 e 9 e nós o discutiremos oportunamente.

Na segunda questão da introdução, os alunos foram requeridos a visualizar algumas imagens e explicar qual a necessidade da existência de vãos em algumas construções humanas como pontes e trilhos de trem. Já para a terceira, os alunos deveriam apontar qual o fenômeno

que caracteriza o comportamento dos materiais anteriormente apresentados e refletirem se seria possível elaborar uma regra ou lei que pudesse prever tal comportamento. A seguir apresentamos as respostas dos alunos expressas no roteiro, para a segunda e terceira questão respectivamente:

A1 ‘Esse acontecimento é por causa da dilatação térmica.’

‘Dilatação térmica que faz um corpo por causa do calor, sofrer variações na sua temperatura. Sim.’

A1 limita-se a dizer que os vãos são empregados em estruturas como pontes e trilhos de trem por causa da dilatação térmica, que seria responsável pela variação de temperatura em um corpo. Em outras palavras, não consegue explicitar com clareza uma relação direta entre variação de temperatura e dilatação térmica.

A2 ‘Como todo encontro de metais tem umas faíscas de fogo, então essas faíscas ocorrendo toda hora gera um calor por de baixo de chapa do ferro ou por baixo do viaduto, faz com que as partículas comecem a se deslocar mais rápido e pra não ficar um calor por dentro do trilho ou do viaduto e eles conseguem resfriar aquele lugar ou a peça de metal, precisa deixar um lugar para a passagem do calor.’

‘O calor. Deixar aberta a passagem de ar para que o calor se espalhe e possa resfriar como eles fizeram.’

A2 parte de uma explicação de nível microscópico sobre o movimento das partículas, no entanto atribui a necessidade dos vãos a uma necessária dissipação do calor que seria gerado pelo encontro de metais. Não indica a dilatação térmica como causa para o uso dos vãos.

A3 ‘Certamente é o espaço que existe para que quando houver essas mudanças nas moléculas, não ocorra nada de errado já que haverá espaço tanto para diminuir quanto para aumentar o volume.’

‘Não sei ao certo, mas acho que é dilatação térmica, lembro de ser dilatação de alguma coisa. Com certeza dá para prever o comportamento, a imagem 2 e 3 são prova disso.’

A3 indica o uso de vãos nas estruturas como forma de previsibilidade dos efeitos da expansão e contração térmica, referindo-se ao comportamento das moléculas, situando, assim, sua fala no nível microscópico. Chega a afirmar, inclusive que tal uso indica a possibilidade de previsão do comportamento dos materiais. Todavia, não consegue elaborar uma regra que pudesse prever tal comportamento.

A4 ‘não sei muito bem’

‘seria sim’

A4 não consegue explicar a necessidade dos vãos e limita-se a dizer que seria possível a elaboração de uma regra geral.

A5 ‘Devido ao calor, a estrutura e os materiais dilatam-se.’

‘Dilatação térmica. Isso ocorre, quando um corpo é exposto a alguma fonte de calor e sua temperatura pode sofrer variações, aumentando a agitação das moléculas, que oscilam em torno de um espaço maior.’

Para A5 o uso dos vãos é decorrente da dilatação sofrida pelos materiais causada pela ação do calor. Explica, em nível microscópico, a dilatação térmica, mas não estabelece uma regra de previsão para o comportamento dos materiais, embora estabeleça uma relação causal entre dilatação térmica e calor.

A6 ‘É necessário deixar esse espaço vazio caso haja algum tipo de contração ou expansão, assim evitando uma possível ruptura na construção que poderia acontecer se não existisse esse tipo de cuidado prévio.’

‘Creio que isso esteja relacionado à termodinâmica, e sim, existe uma regra na qual observa esse comportamento.’

A6 aponta os espaços vazios como necessários para prevenção de possíveis rupturas decorrentes da contração ou expansão dos materiais. Diz que há uma regra para este comportamento, mas não consegue defini-la.

A7 ‘É necessário deixar um espaço vazio, porque, o material da ponte vai expandir e diminuir o seu volume conforme o horário do dia, assim, por causa do espaço vazio, a ponte não irá rachar e em seguida, quebrar.’

‘Expansão da matéria por causa de energia. Sim.’

Para A7 os espaços vazios são precisos para evitar rachaduras ou quebras nas estruturas decorrentes da variação de volume do seu material. Aponta a variação de volume como dependente do horário do dia. Não estabelece uma regra geral para o fenômeno, embora direcione-se para uma relação de causa e efeito entre a expansão da matéria e a energia.

A8 ‘Já nesse caso, a fonte de energia é o Sol, ele vai ser o responsável pelo aumento de temperatura dos objetos. Como explicado anteriormente, quando sob altas temperaturas, os objetos tendem a aumentar seu volume; esses espaços na ponte servem justamente para quando o volume da ponte aumentar em função da radiação solar, caso não tivesse esses espaços, a ponte poderia começar a se rachar, justamente porque não teria para que lado expandir, seria como uma briga entre os átomos para conseguir espaço, e como consequência cria as rachaduras podendo futuramente rachar a ponte inteira ao meio. O mesmo serve para o trem, o objetivo

é evitar deformações que possa prejudicar a passagem do trem. Lembrando que todos os materiais devem ser resistentes a variação de temperatura, pois, de dia a temperatura é alta e de noite ela cai.’

‘Esse fenômeno é chamado de dilatação térmica; é a dilatação, ou expansão, da matéria em função da variação de temperatura do corpo. Talvez relacionar além da temperatura, pode relacionar com o aumento do volume, dá pra criar várias regras, sem contar que isso funciona mais para materiais que conduzem bem o calor.’

A8 parte de uma explicação em nível macroscópico para o microscópico, em que passa a se referir a átomos e sua ocupação no espaço. Aponta o Sol como fonte de calor responsável pelo aumento da temperatura dos materiais. Explica o emprego dos vãos nas estruturas, contudo afirma que os materiais devem ser resistentes à variação de temperatura. Provavelmente o aluno quis dizer que, nessas construções deveriam ser empregados materiais dotados de um baixo coeficiente de dilatação já que devem resistir as variações térmicas que ocorrem ao longo do dia. Indica uma relação entre dilatação e temperatura, todavia afirma que tal relação funcionaria melhor para bons condutores de calor.

A9 ‘Para quando o sol bater na estrutura ocorra a dilatação de maneira devida, já que quando está dilatando ela aumenta de tamanho assim precisando de espaço para esse crescimento’

‘Todos eles eram metais, com assim sendo com uma alta condutividade térmica, assim fazendo que essa alteração de tamanho seja mais fáceis. Sim é possível, é ela já existe é se chama lei da dilatação linear.’

A9 também atribui o Sol como fonte de calor causadora da dilatação desses materiais. Indica a alta condutividade térmica dos metais como uma característica facilitadora do processo de dilatação. Não explicita uma regra geral para a dilatação dos corpos, embora busque estabelecer uma relação de causa e efeito entre dilatação e calor, além de afirmar que existe uma lei de dilatação linear.

A10 ‘Eu lembro que os materiais dilatam quando aquecem, eles se expandem quando recebem calor, por isso quando essas construções são feitas precisa do espaço, para que não ocorra um contato e a construção não seja destruída.’

‘Creio que dilatação térmica e a regra geral será que quando determinados corpos recebem calor eles se expandem.’

Para A10 os espaços vazios são necessários para evitar contato entre os materiais devido as expansões que ocorrem quando aquecidos. A aluna cita a dilatação térmica como

fenômeno característico desse comportamento, mas, ao explicitar a regra geral para previsibilidade, afirma ser válida apenas para determinados corpos.

A11 ‘Conseguo imaginar, mas não tenho certeza. Não sei responder.’

‘A maleabilidade de metais como o ferro e o aço. Sim, o aquecimento desse material, ocorrendo a sua dilatação.’

A11 não consegue explicar a necessidade dos espaços vazios. Atribui o comportamento dos metais a sua maleabilidade. Também busca expressar uma relação causal entre aquecimento e dilatação.

Considerando as respostas obtidas podemos categorizá-las com as categorias utilizadas para a 1ª questão. Assim, temos a situação sintetizada no Quadro 14 abaixo, conforme discussão apresentada:

Quadro 14 – Importância de fendas e vãos em construções

Categorias em que se enquadram as respostas	Alunos
Empírica	A1, A5, A6, A7, A9 e 10
Microscópica	A3 e A8
Outro aspecto	A2
Não responde	A4 e A11

Fonte: Elaborado pelo autor.

Observando o Quadro 14 é possível perceber como os alunos se dividem com relação à abordagem macro (6 alunos) e microscópica (2 alunos) acerca das estruturas analisadas, direcionando-se a uma concepção cientificamente aceita. Todavia, três alunos (A2, A4 e A11) não explicam a situação investigada em tal direção ou afirmam que não sabem responder à questão.

Comparando as respostas dos alunos à primeira e à segunda questão é possível verificar que A1, A5, A6 e A7 apresentam uma abordagem empírica ao fenômeno da dilatação em ambas as questões, ao passo que A3 e A8 mantêm-se na abordagem microscópica. Vale ressaltar, entretanto, que A5 faz uso de uma abordagem microscópica na questão 3. Já A9 e A10, que apresentam uma abordagem microscópica para a questão 1, não fazem uso desta para a questão 2. Certamente, não consideraram necessária tal abordagem nesse segundo momento. Os alunos até aqui citados (A1, A3, A5, A6, A7, A9 e A10) expressam entender a relação entre calor e dilatação e são capazes de referir-se ao fenômeno considerando um modelo de constituição da matéria. Além disso, expressam entender como a dilatação térmica está

associada a certos artifícios usados em construções. A11, por sua vez, responde a primeira questão no mundo empírico e não responde à segunda. Nesse sentido, a percepção acerca do fenômeno investigado, ao menos do modo como expressou no questionário, não o enquadra no grupo acima citado. Por fim, A2 e A4 não demonstram ter uma concepção acerca do fenômeno da dilatação.

Até este momento as questões (1 e 2) solicitavam aos alunos explicações sobre os eventos propostos. A questão 3, por sua vez, requer uma generalização. De acordo com Silva (2008), a generalização envolve elaborar descrições ou explicações que são independentes de um contexto específico. Leis, teorias e princípios da ciência são generalizações que podem ser expressas sem que se faça uso de um referente particular. Ainda que tenham um campo de aplicação, podemos nos referir a eles independentemente de um contexto. De acordo com as respostas obtidas, temos que 5 alunos (A5, A7, A8, A9 e A10) buscam estabelecer uma relação causal percebendo-a como uma regra geral, uma generalização.

Sobre as questões 2 e 3, podemos verificar excertos dos Episódios 4 e 5, em que o professor discute com os alunos tais questões.

Quadro 15 – Episódio 4 - Qual a necessidade dos vãos?

<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:40:06-00:41:29 Ação/Tema: Vão nas estruturas – 2ª questão da introdução Movimento epistêmico: Elaboração</p>	<p>Professor: O A6 também colocou aqui através do chat que é o calor, segundo ele, tá? É... foi a nossa primeira situação de análise, né? A gente teve mais duas situações de fotografias do dia a dia, do cotidiano, que a gente pode trazer pra discussão também pra ampliar os nossos horizontes, tá? Deixa só eu colocar essas fotografias para que a gente possa analisá-las, tá? No primeiro momento a gente tem o quê aí? A gente tem um trilho de trem, não é? E a gente vê o quê? Uma espécie de vão entre as placas que compõem esse trilho. No segundo momento a gente tem aí uma ponte, né? Uma ponte, um viaduto... e a gente vê também aí placas dispostas no meio dessa estrutura. E aí o nosso questionamento é o seguinte, né, pra esse momento: Como você explicaria a necessidade, né, desses vãos que são deixados no meio dessas estruturas, né, considerando já o que vocês falaram no item anterior, né? Qual que seria a necessidade desse espaço vazio, né, essa espécie de vão que fica nessas estruturas?</p>
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:41:29-00:41:42 Ação/Tema: Vão necessário para suportar a dilatação térmica Prática epistêmica: Comunicação – Explicando</p>	<p>A3 ((interrompendo)): Pra suportar essa dilatação térmica.</p> <p>Professor: Seria o quê? Perdão.</p> <p>A3: Para suportar a dilatação térmica.</p>
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:41:42-00:41:48</p>	<p>Professor: Seria uma maneira de suportar a dilatação térmica, é isso?</p>

<p>Ação/Tema: Professor busca compreender a explicação dada</p> <p>Movimento epistêmico: Compreensão</p>	
<p>Autor da fala: Alunos</p> <p>Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico</p> <p>Tempo: 00:41:48-00:42:23</p> <p>Ação/Tema: Explicação mais elaborada sobre a necessidade dos vãos</p> <p>Prática epistêmica: Comunicação – Explicando</p>	<p>A8: A fim de evitar uma deformação na ponte ou no trilho, eles colocam esse espaço aí, porque como eles ficam expostos ao sol, né, altas temperaturas, aí o volume deles variam, né? Vão aumentar e se aumentar e não tiver esse espaço eles podem criar rachaduras ou pode... deformar a estrutura e prejudicar a passagem do trem, por exemplo. A fim de evitar qualquer situação desagradável assim.</p> <p>A3 ((pelo chat)): Outro nível.</p> <p>Professor: Todos concordam com o A8?</p> <p>A3: Tá certinho.</p> <p>A9: Sim.</p> <p>A2: Sim.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Inicialmente o professor mobilizou um movimento de elaboração ao indagar os alunos sobre a necessidade dos vãos nas estruturas. Após, verificamos que para A3 os vãos serviriam para suportar os efeitos da dilatação térmica. Entretanto, diferente de sua resposta ao questionário, o aluno não detalhou esses efeitos. Uma explicação mais elaborada sobre a necessidade dos vãos foi dada por A8. Em sua fala o aluno não abordou uma explicação em nível microscópico, como na resposta dada ao questionário. Essa consideração foi utilizada pelo aluno durante a discussão da questão 3, conforme podemos ver no próximo quadro (Quadro 16).

Quadro 16 – Episódio 5 - Regra geral para prever o comportamento do fenômeno analisado

<p>Autor da fala: Professor</p> <p>Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico</p> <p>Tempo: 00:44:23-00:44:38</p> <p>Ação/Tema: Seria possível prever?</p> <p>Movimento epistêmico: Elaboração</p>	<p>Professor: Mas foi muito interessante todos esses questionamentos que vocês responderam porque no nosso último questionamento é justamente sobre essa questão, né? Será que existiria alguma forma de prever isso tudo aí, né?</p>
<p>Autor da fala: Alunos</p> <p>Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico</p> <p>Tempo: 00:44:38-00:44:44</p> <p>Ação/Tema: Indica que as imagens comprovam que sim</p> <p>Prática epistêmica: Comunicação – Descrevendo</p>	<p>A3: A segunda e a terceira imagem comprovam que existe, né, uma forma de prever.</p>
<p>Autor da fala: Professor</p> <p>Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico</p> <p>Tempo: 00:44:44-00:44:52</p> <p>Ação/Tema: Indaga sobre o fenômeno responsável</p>	<p>Professor: E qual o fenômeno que caracteriza o comportamento apresentado por esses objetos que a gente viu na imagem?</p>

Movimento epistêmico: Elaboração	
Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:44:52-00:44:59 Ação/Tema: Cita aumento da agitação das moléculas Prática epistêmica: Comunicação – Descrevendo	A8: O aumento da agitação das moléculas, a temperatura.
Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:44:59-00:45:12 Ação/Tema: É possível prever pela lei de dilatação linear Prática epistêmica: Comunicação – Generalização	A9: A dilatação e sim é possível prever e tem uma lei que prevê isso que a lei dilatação linear se não me engano ou algo do gênero.
Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:45:12-00:45:20 Ação/Tema: Explicita a consequência atribuída a dilatação térmica Movimento epistêmico: Síntese	Professor: É... então vocês estão colocando que o fenômeno que caracteriza esse comportamento é a?
Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:45:20-00:45:30 Ação/Tema: Dilatação térmica Prática epistêmica: Comunicação – Definindo	A7: Professor... A3: Da dilatação térmica. A8: É... é exatamente isso o que A9 falou, dilatação térmica.
Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:45:30-00:45:44 Ação/Tema: Indaga sobre o funcionamento da regra geral de previsão Movimento epistêmico: Elaboração (aprofundamento ou avanço)	Professor: Muitos de vocês, pelo que já colocaram aqui, já falou que sim é possível elaborar uma regra geral que possa prever esse comportamento, né? Mas como funcionaria essa regra geral?
Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:45:44-00:46:04 Ação/Tema: Aponta uma relação entre temperatura e aumento de volume Prática epistêmica: Comunicação – Generalização	A8: Eu posso criar uma relação entre a temperatura e o aumento de volume do corpo ou o aumento da temperatura e o... é tá bom pelo volume. É uma forma de prever, você cria uma relação entre os dois.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O professor iniciou essa parte da discussão questionando aos alunos sobre a possibilidade de previsão do fenômeno observado nas imagens. Para A3, as próprias imagens já serviriam como meios de comprovação da previsibilidade desse fenômeno. Como dito anteriormente, A8 fez uso de uma descrição microscópica para definir tão somente o aumento de temperatura. A relação explícita entre temperatura e dilatação foi apenas apresentada em sua

última fala do trecho destacado. Para o aluno seria possível criar uma relação entre temperatura e aumento de volume de um corpo. Tal relação seria responsável por prever a ocorrência do fenômeno de dilatação térmica.

De maneira geral, verificamos que, durante a Etapa de Introdução, os alunos trabalharam seus conhecimentos sobre temperatura, calor e dilatação térmica. As práticas epistêmicas que mais foram mobilizadas durante esta parte da SEI foram explicando, definindo e generalização. Já os movimentos epistêmicos mais mobilizados pelo professor foram os de elaboração, elaboração (aprofundamento ou avanço) e síntese.

Terminada a Etapa de Introdução, os alunos avançaram para o primeiro experimento da Etapa 1. Tal experimento, conforme detalhado na seção anterior, consistia na introdução de uma chave em um cadeado em três momentos distintos: o inicial com a chave em temperatura ambiente; um segundo momento após o aquecimento da chave causado pela chama de uma vela; e o terceiro momento, após o resfriamento da chave em água. Antes de assistir ao vídeo da realização do experimento, os alunos tiveram que refletir sobre a situação do segundo momento: o que aconteceria com a chave, considerando sua temperatura, dimensões e massa, e o que ocorreria ao tentarmos inserir a chave em seu cadeado. Esses questionamentos exigiram dos alunos uma previsibilidade sobre o que iria acontecer. Apenas nove alunos (A2, A3, A5, A6, A7, A8, A9, A10 e A11) responderam esses itens do questionário. Suas respostas podem ser agrupadas em dois grupos:

1. **A chave não entrará no cadeado** – os alunos aqui expressaram claramente que a chave após o contato com a chama da vela não conseguiria entrar no cadeado. Sete alunos explicitaram essa opção:

A2: ‘Com o grande calor da vela em relação a massa da chave ela começa a se expandir aumentando seu volume. Não entrará pois o volume da chave foi aumentado com relação ao que ele estava antes do aquecimento.’

A5: ‘A chave vai ser aquecida/queimada. A chave não vai entrar e o cadeado não será aberto.’

A6: ‘Provavelmente a chave irá fazer com que o alicate se abra um pouco mais, já que ela teve seu tamanho aumentado e sua massa redistribuída. Ela não vai entrar, já que não está no tamanho que foi feito para entrar no cadeado.’

A7: ‘Por conta da transmissão de energia térmica da vela, a chave irá aumentar sua temperatura, conseqüentemente, irá aumentar suas dimensões, por conta da alta agitação das moléculas, somente ficando intacto a sua massa. Ela não entrará no cadeado, pois, o volume da chave aumentou.’

A8: ‘Todo material sob aumento de temperatura implica um aumento de volume, logo a chave terá um aumento em suas dimensões. Como houve um aumento no seu volume, isto é, em todas suas 3 dimensões físicas, percebemos então que a chave não caberá mais dentro do encaixe no cadeado.’

A9: ‘Ela dilata, sofrendo uma alteração no seu volume. Ela não entra.’

A10: ‘Em relação à temperatura irá aumentar, as dimensões da chave também e a massa. Ela não irá entrar, porque ela mudou de tamanho, cresceu, expandiu-se devido ao aumento da temperatura.’

Dos sete alunos que informaram que a chave não entraria no cadeado, 6 apresentaram hipóteses explicativas, trazendo um mecanismo causal, conceitos e/ou modelos de constituição da matéria para tal. A5, por sua vez, detém-se a uma descrição, informando que a chave seria aquecida e não entraria no cadeado, mas sem justificar seu ponto de vista. Ele não menciona uma variação nas dimensões da chave, como feito pelos demais. A6 indica que o aumento das dimensões da chave provocará uma abertura no alicate, ferramenta utilizada para segurar a chave durante o processo de aquecimento e tentativa de introdução no cadeado. O aluno não expõe se tem o entendimento que o próprio alicate sofrerá uma dilatação. Três alunos explicitam o que ocorrerá com a massa da chave: para A6 será redistribuída; para A7 permanecerá intacta; para A10 irá aumentar. Para esta última verificamos um erro conceitual, visto que durante o processo de expansão térmica a massa do objeto permanece a mesma.

2. Não tem certeza ou não detalha sua hipótese – aqui os alunos não tem certeza sobre o que acontecerá ou não detalham se a chave entrará ou não no cadeado.

A3: ‘Fico em dúvida se tudo ocorrerá normalmente (a chave se dilate logo aumentando o seu volume) ou se ela pode conduzir parte desse calor para o alicate logo reduzindo os efeitos da dilatação térmica. Não abrirá, talvez nem entre. Também pode não acontecer nada por influência do alicate?’

A11: ‘A chave se dilatará com o fogo, pois o metal que constitui a chave é maleável. O cadeado não irá se abrir, pois a chave sofreu um leve aumento em seu volume por conta da dilatação térmica que sofreu.’

A3 elenca em sua resposta mais de uma possibilidade, demonstrando não ter certeza sobre um resultado único. O aluno demonstra uma preocupação em analisar se parte do calor recebido pela chave será transferido para o alicate. A11, mais uma vez, atribui a dilatação de um objeto metálico a sua maleabilidade. Em sua resposta afirma que o cadeado não abrirá, no entanto, diferente das respostas dos demais alunos, não informa se a chave conseguirá entrar no cadeado.

Para esses momentos, nos quais os alunos estão propondo possíveis respostas a um problema de investigação (inserção da chave no cadeado após o aquecimento) e que posteriormente poderão ser testadas, está sendo mobilizada a prática epistêmica elaborando hipóteses. Como já discutimos a maioria é de hipóteses explicativas. Entendemos que, para essa situação, as hipóteses levantadas pelos alunos podem ser percebidas como respostas ou conclusões temporárias, caracterizando, assim, um exercício argumentativo. Não estamos dizendo que todas as respostas apresentadas se constituem em argumentos, mas entendemos que, durante o processo de construção das mesmas, os alunos se apropriam de alguns aspectos inerentes a argumentação, de modo que é possível encontrar argumentos claros nas respostas de alguns alunos.

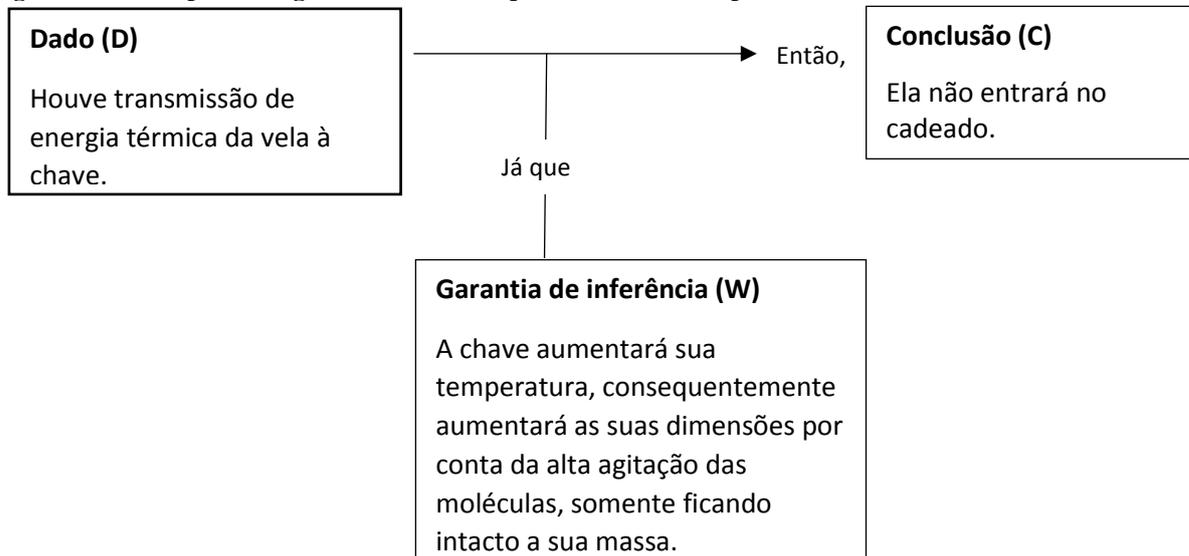
A diferenciação entre argumentação e explicação não é algo simples e pode ser considerado até mesmo controverso, haja vista a discussão na literatura no campo do ensino de ciências (OSBORNE; PATTERSON, 2011; BERLAND; McNEILL, 2012; OSBORNE; PATTERSON, 2012). Tais discussões tentam fornecer indicações e considerações que ajudem nessa diferenciação. Para Osborne e Patterson (2011) uma característica notável das explicações é que as entidades invocadas para explicar têm menos certeza que o *explanandum* – o fato a ser explicado, enquanto na argumentação acontece o contrário. Sobre essa relação de assimetria entre argumento e explicação os autores comentam:

A natureza dessa assimetria é que, na argumentação, raciocinamos a partir do que acreditamos serem premissas seguras para uma *conclusão provisória*. O objetivo é uma tentativa de persuadir o ouvinte da validade das conclusões. A suposição básica aqui é que as premissas são sólidas, enquanto a conclusão é menos certa. Em contraste, ao construir uma explicação, o que deve ser explicado não está em dúvida e

raciocinamos a partir de uma *premissa provisória* para uma conclusão definitiva. (OSBORNE; PATTERSON, 2011, p. 634, grifo do autor, tradução nossa⁹).

Para essa situação, o *explanandum* (inserção da chave no cadeado após o aquecimento) não está totalmente claro e apresenta uma conclusão (entra ou não no cadeado), ainda que momentaneamente, provisória. Assim, os alunos asseguram-se em princípios teóricos já debatidos para ancorar as suas hipóteses. Baseando-se nessas considerações, entendemos que os alunos para esses momentos já estivessem lidando com aspectos da argumentação. Vejamos como exemplo as respostas dos alunos A7 e A8, colocadas de acordo com o Modelo de Toulmin:

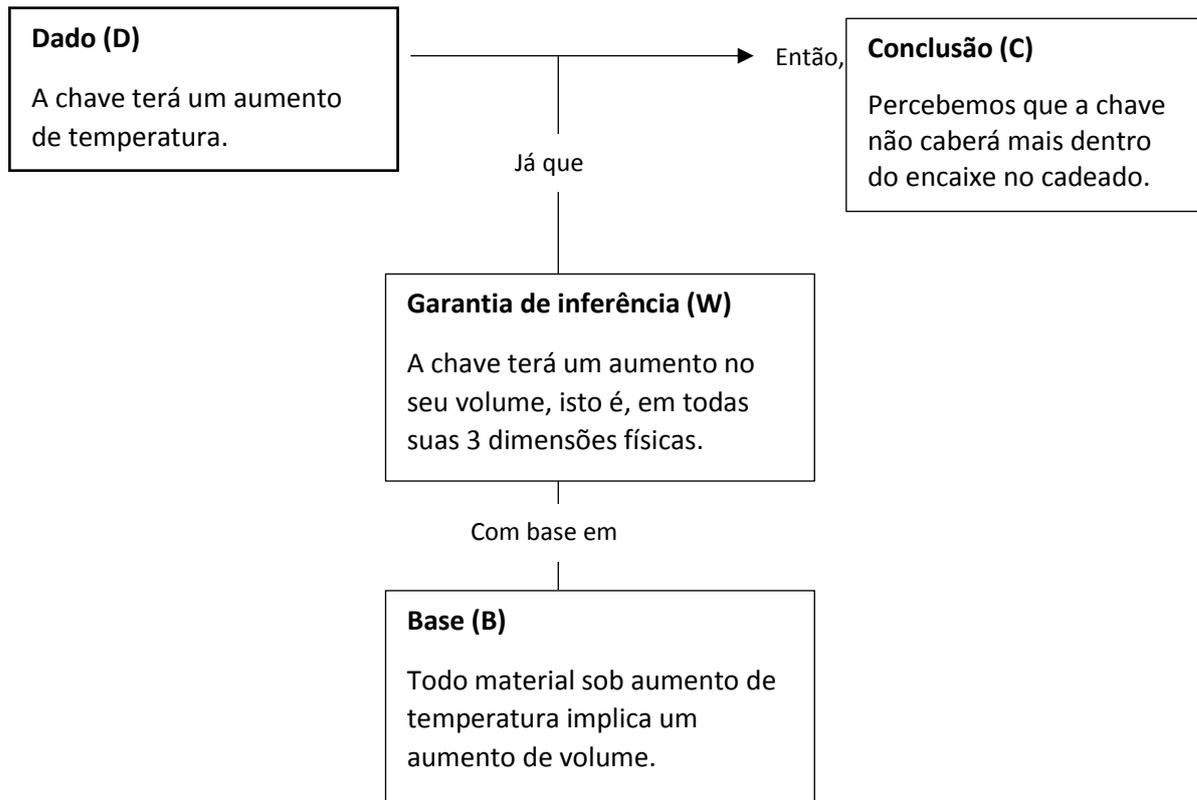
Figura 11 – TAP para o argumento de A7 às questões 1 e 2 do Experimento 1



Fonte: Elaborado pelo autor.

⁹ Texto original: The nature of that asymmetry is that in argument we reason from what we believe are secure premises to a *tentative conclusion*. The goal is an attempt to persuade the listener of the validity of the conclusions. The basic assumption here is that the premises are sound, whereas the conclusion is less certain. In contrast, in constructing an explanation, what is to be explained is not in doubt and we reason from a *tentative premise* to a definitive conclusion.

Figura 12 – TAP para o argumento de A8 às questões 1 e 2 do Experimento 1



Fonte: Elaborado pelo autor.

Após a exibição do vídeo, um terceiro questionamento sobre o experimento 1, indagou para os alunos se as previsões foram concretizadas. Conforme exibido no vídeo, a chave aquecida não entrou cadeado, isso só foi possível com o resfriamento da mesma em água. De todos os alunos, apenas A3 e A11 acharam que foram surpreendidos com o resultado exibido no vídeo. Vejamos a resposta dada por A3:

A3: ‘Quebra de expectativa total porque eu apostava mais na primeira hipótese, mas isso seguiu o padrão atividades sendo o contrário de tudo’

A3 foi, inclusive, o primeiro aluno a externar suas ideias no momento destinado a discussão dessa parte da oficina. Apresentamos no Quadro 17 o trecho inicial sobre essa discussão na aula.

Quadro 17 – Episódio 7 - Suas previsões para o experimento foram confirmadas?

Categories	Transcrição
<p>Autor da fala: Professor</p> <p>Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico</p> <p>Tempo: 01:24:00-01:25:19</p> <p>Ação/Tema: Inicia a discussão questionando se a</p>	<p>Professor: Olha, eu vou propor o seguinte. Deixa eu observar aqui. A gente pode começar a discutir pela questão 3, ou seja, o resultado apresentado era o esperado por você? A experiência foi com relação... é foi... é do aquecimento da chave, né? E aí a tentativa de inserir a chave nesse cadeado. Então as duas primeiras questões estão relacionadas a perguntar o que vocês acham que aconteceria, não é verdade? Deixa eu olhar aqui. Então a questão 1 é: reflita sobre a seguinte situação e aí o que vai acontecer com a temperatura, as</p>

<p>previsão para o experimento foi confirmada</p> <p>Movimento epistêmico: Elaboração</p>	<p>dimensões e a massa da chave? E na segunda questão: o que você acha que ocorrerá se tentarmos inserir a chave em seu cadeado? E na terceira questão os alunos veem o vídeo e a pergunta é: se o resultado apresentado era o esperado? Eu gostaria que algum aluno comentasse sobre isso. O resultado do experimento era o esperado por vocês?</p>
<p>Autor da fala: Alunos</p> <p>Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico</p> <p>Tempo: 01:25:19-01:25:25</p> <p>Ação/Tema: O resultado obtido estava dentro do esperado pelo aluno</p> <p>Prática epistêmica: Avaliação - Avaliando a plausibilidade das hipóteses</p>	<p>A3: Foi o esperado dentro das minhas três... dos meus três pensamentos.</p>
<p>Autor da fala: Professor</p> <p>Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico</p> <p>Tempo: 01:25:25-01:25:30</p> <p>Ação/Tema: Busca compreender quais aspectos foram considerados</p> <p>Movimento epistêmico: Compreensão</p>	<p>Professor: As três, as três... os três aspectos considerados, é isso que você quer dizer?</p>
<p>Autor da fala: Alunos</p> <p>Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico</p> <p>Tempo: 01:25:30-01:25:32</p> <p>Ação/Tema: O resultado obtido estava dentro do esperado pelo aluno</p> <p>Prática epistêmica: Avaliação - Avaliando a plausibilidade das hipóteses</p>	<p>A3: Que eu considere que podia acontecer? Sim.</p>
<p>Autor da fala: Professor</p> <p>Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico</p> <p>Tempo: 01:25:32-01:25:35</p> <p>Ação/Tema: Indaga quais aspectos foram considerados</p> <p>Movimento epistêmico: Elaboração (aprofundamento ou avanço)</p>	<p>Professor: Sim, os três aspectos quais são?</p>
<p>Autor da fala: Alunos</p> <p>Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico</p> <p>Tempo: 01:25:35-01:25:46</p> <p>Ação/Tema: Elenca as hipóteses consideradas</p> <p>Prática epistêmica: Comunicação – Argumentação na elaboração de hipóteses</p>	<p>A3: Eu pensei que poderia se expandir e não entrar ou só entrar e não abrir, não ser compatível, ou realmente entrar e funcionar.</p>
<p>Autor da fala: Alunos</p>	<p>A3: Eu não botava muita fé em entrar e funcionar, então fui surpreendido de qualquer forma.</p>

<p>Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico</p> <p>Tempo: 01:25:46-01:26:03</p> <p>Ação/Tema: Não esperava entrar e funcionar</p> <p>Prática epistêmica: Produção – Lidando com situação anômala ou problemática</p>	<p>Professor: Ah certo!</p> <p>A3: Entretanto eu desconfiava um pouco das possibilidades já que essas atividades sempre é assim, a primeira mostra uma padãozinho, legal, bonita e aí na segunda vem com o contrário. É sempre isso.</p>
---	--

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tal trecho foi iniciado com o professor assumindo um movimento de elaboração ao solicitar que os alunos apresentem suas respostas para os três questionamentos. Em outras palavras, o professor indaga se as hipóteses levantadas pelos alunos foram cumpridas.

A3 diz que o resultado foi o esperado dentro dos seus ‘três pensamentos’. O professor tenta entender a ideia apresentada, o que acaba instaurando um movimento de compreensão. Após a segunda fala de A3, o professor adota em sua fala um movimento de elaboração (aprofundamento ou avanço) ao questionar quais seriam os três aspectos considerados. Entendemos que a adoção desses dois movimentos epistêmicos foi fundamental para o entendimento do pensamento de A3, uma vez que inicialmente o professor acreditava que os aspectos considerados pelo aluno seriam a temperatura, as dimensões e a massa da chave. Por fim, A3 expõe que os três pensamentos ou aspectos considerados são, na verdade, três hipóteses sobre o que aconteceria na introdução da chave no cadeado após o aquecimento.

Para os momentos em que A3 expõe que o resultado do experimento estava dentro do esperado está sendo mobilizada a prática epistêmica avaliando a plausibilidade de hipóteses. Em tais momentos o estudante avalia se sua hipótese estava plausível ou não com o resultado exibido no vídeo. Quando o aluno elenca as três hipóteses consideradas a prática epistêmica mobilizada é elaboração de hipóteses. Entendemos que o aluno não está elaborando propriamente as hipóteses nesse momento, mas trata-se de um relato da prática. Todavia, conforme nossa discussão anterior, entendemos que nesse momento, para a elaboração de hipóteses, os alunos se apropriaram de aspectos característicos da argumentação, sendo assim, classificamos essa prática como sendo argumentação na elaboração de hipóteses. Por fim, A3 relata que o resultado (entrar e funcionar) o surpreendeu. O aluno faz menção ao terceiro e final momento do experimento, introdução da chave no cadeado após o resfriamento. Em sua resposta ao questionário, A11 também chamou atenção para o mesmo fato:

A11: ‘Depois que ela regulou a temperatura colocando a chave na água ela voltou a funcionar, reabrindo o cadeado. Eu não esperava por esse resultado. Pensei que não voltaria mais a seu volume original depois de sua dilatação.’

Aparentemente, a reintrodução da chave no cadeado após sofrer resfriamento em água não era esperada por alguns alunos. O Quadro 18 exhibe o momento de discussão no qual A11 expõe surpresa com o fato ocorrido.

Quadro 18 – Episódio 7 - Reintrodução da chave no cadeado após resfriamento.

Categorias	Transcrição
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:26:33-01:26:45 Ação/Tema: Explícita a hipótese pensada Prática epistêmica: Comunicação – Argumentação na elaboração de hipóteses</p>	<p>A11: Isso. Eu pensei que com o aumento do volume, né, que ocorreu por conta da dilatação térmica, eu achei que ele se manteria.</p>
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:25:45-01:26:54 Ação/Tema: Resultado após o resfriamento da chave não estava previsto Prática epistêmica: Produção – Lidando com situação anômala ou problemática</p>	<p>A11: Eu não achei que quando colocasse na água ele voltaria a funcionar não, eu achei que voltaria a abrir o cadeado não.</p>
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:26:54-01:27:18 Ação/Tema: Busca compreender se o resultado obtido foi considerado Movimento epistêmico: Compreensão</p>	<p>Professor: Certo. Mas veja, você imaginou que a chave poderia entrar no cadeado e abrir após aquecimento ou não?</p> <p>A11: É... não, não.</p> <p>Professor: Então nesse sentido o vídeo... o resultado apresentado no vídeo correspondeu as suas expectativas, não é?</p>
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:27:18-01:27:26 Ação/Tema: O ocorrido após o resfriamento da chave não era esperado Prática epistêmica: Produção – Lidando com situação anômala ou problemática</p>	<p>A11: Sim, mas não o final quando ela colocou na água...</p> <p>Professor ((interrompendo)): Certo, entendi, ou seja, o que a A11 está colocando...</p> <p>A11: Porque depois que ela colocou o cadeado voltou a abrir.</p>
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico</p>	<p>Professor: Muito bem. É que ela esperava que com o aquecimento a chave não entrasse, não abrisse, não é? Eu acho que A3 colocou essas duas possibilidades: entrar... não entrar ou entrar e não abrir. Ou entrar e abrir que seria a menos provável. A A11 tá colocando que imaginava que ela não fosse realmente</p>

Tempo: 01:27:26-01:28:04 Ação/Tema: Explícita as ideias apresentadas Movimento epistêmico: Síntese	entrar e não fosse abrir, mas que uma vez... ela não esperava esse ... esse desfecho, né? Uma vez colocando na água, resfriando, ela passasse a entrar e abrir novamente, não é isso? A11: Sim.
---	--

Fonte: Elaborado pelo autor.

Evidente que para esses momentos os alunos se depararam com uma situação discrepante do que era esperado. Nesses momentos foi caracterizada a prática epistêmica lidando com situação anômala ou problemática. No final desse trecho o professor explicita as ideias apresentadas pelos alunos, adotando o movimento de síntese.

No decorrer da discussão, o professor questionou aos alunos sobre o que teria acontecido, após o aquecimento, com os três aspectos da chave que deveriam ser analisados, sendo eles temperatura, dimensões e massa. Os alunos, prontamente, responderam que temperatura e dimensões aumentaram. O professor questiona sobre a massa. O Quadro 19 exhibe essa discussão:

Quadro 19 – Episódio 8 - O que aconteceu com a massa da chave?

Categorias	Transcrição
Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:31:16-01:31:19 Ação/Tema: Se manteu a mesma Prática epistêmica: Comunicação – Descrevendo	A2: Pra mim se manteu a mesma. A8: Também acho.
Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:31:19-01:31:26 Ação/Tema: Instiga que demais alunos falem Movimento epistêmico: Elaboração	Professor: Se manteve a mesma. A2, estou lembrado de você. Quem mais gostaria de falar?
Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:31:26-01:31:32 Ação/Tema: Massa permanece e volume aumenta Prática epistêmica: Comunicação – Descrevendo	A11: É, eu também acho. Acho que só o volume que aumentou. Um negócio assim.
Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:31:32-01:31:36 Ação/Tema: Questiona como isso ocorre Movimento epistêmico: Elaboração (aprofundamento ou avanço)	Professor: Como é que o volume aumenta e a massa permanece a mesma?
Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:31:36-01:32:01 Ação/Tema: Explicação de nível microscópico/ Densidade Prática epistêmica: Comunicação – Explicando	A8: Porque apenas as distâncias dos átomos aumentaram, não foi o tamanho da massa, não foi o tamanho do corpo. Foi apenas as distâncias dos átomos. Professor: Certo.

	A9: A densidade diminuiu por causa do aumento, então com menos densidade teve um aumento do volume e assim a massa continuou a mesma. A única coisa que alterou foi o volume e a densidade.
<p>Autor da fala: Professor</p> <p>Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico</p> <p>Tempo: 01:32:01-01:32:11</p> <p>Ação/Tema: Busca compreender a ideia apresentada</p> <p>Movimento epistêmico: Compreensão</p>	Professor: A única coisa que aumentou foi o volume e a densidade, é isso? Ou que alterou? A9?
<p>Autor da fala: Alunos</p> <p>Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico</p> <p>Tempo: 01:32:11-01:32:15</p> <p>Ação/Tema: Densidade diminuiu</p> <p>Prática epistêmica: Comunicação – Explicando</p>	A9: Pera, pera... a densidade diminuiu na realidade.
<p>Autor da fala: Professor</p> <p>Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico</p> <p>Tempo: 01:32:15-01:32:22</p> <p>Ação/Tema: Explícita a ideia que a densidade diminuiu</p> <p>Movimento epistêmico: Síntese</p>	<p>Professor: Certo. A densidade diminuiu. Todo mundo concorda que a densidade diminui?</p> <p>A7: Sim.</p> <p>A2: Sim.</p>
<p>Autor da fala: Professor</p> <p>Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico</p> <p>Tempo: 01:32:22-01:32:25</p> <p>Ação/Tema: O porquê dessa diminuição</p> <p>Movimento epistêmico: Elaboração (aprofundamento ou avanço)</p>	Professor: Sim. Por que que a densidade diminui?
<p>Autor da fala: Alunos</p> <p>Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico</p> <p>Tempo: 01:32:25-01:32:27</p> <p>Ação/Tema: Explicação macroscópica</p> <p>Prática epistêmica: Comunicação – Explicação</p>	A7: Porque o volume aumenta.
<p>Autor da fala: Professor</p> <p>Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico</p> <p>Tempo: 01:32:27-01:32:30</p> <p>Ação/Tema: Explícita as ideias debatidas</p> <p>Movimento epistêmico: Síntese</p>	Professor: Porque o volume aumenta e massa permanece...
<p>Autor da fala: Alunos</p> <p>Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico</p> <p>Tempo: 01:32:30-01:32:31</p> <p>Ação/Tema: Permanece a mesma</p> <p>Prática epistêmica: Comunicação – Descrevendo</p>	<p>A8: A mesma.</p> <p>A7: A mesma.</p>
<p>Autor da fala: Professor</p> <p>Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico</p> <p>Tempo: 01:32:31-01:32:33</p> <p>Ação/Tema: Confirma a ideia apresentada</p> <p>Movimento epistêmico: Confirmação</p>	Professor: A mesma. Muito bem.
<p>Autor da fala: Alunos</p> <p>Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico</p> <p>Tempo: 01:32:33-01:32:36</p> <p>Ação/Tema: Razão entre massa e volume</p>	A8: Há uma razão entre a massa e o volume.

Prática epistêmica: Comunicação – Generalização	
---	--

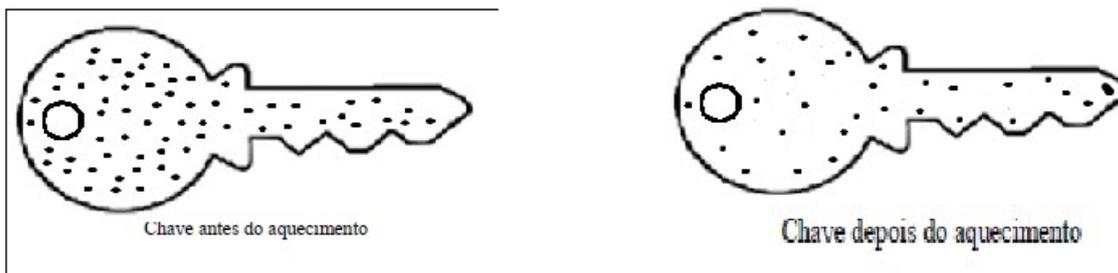
Fonte: Elaborado pelo autor.

Acompanhando a discussão conseguimos verificar que, em sua grande maioria, os alunos não explicam a conservação da massa. A8, como observado na linha 5 do quadro anterior, elabora uma explicação em nível microscópico, embora não fale explicitamente sobre a manutenção do número de partículas. O aluno informa que “não foi o tamanho da massa, o tamanho do corpo”, ao invés de “não foi o número de partículas” que aumentou. Nesse sentido, há indicativos de que a relação entre a conservação da massa, que se expressa no nível empírico, não esteja adequadamente aliada ao nível atômico-molecular. Na última linha da transcrição desse trecho, o aluno mobiliza a prática epistêmica generalização, quando expressa que há uma razão entre a massa e o volume.

Mortimer (1995) aponta que muitos alunos, sejam do ensino fundamental ou médio, têm dificuldades em raciocínios que envolvam a conservação da massa. Uma dessas dificuldades é a de transitar entre as observações fenomenológicas e as explicações atomistas, ou seja, em fazer relações entre os modelos atomistas e o comportamento dos materiais. O autor verificou que em modelos atomistas intuitivos elaborados por estudantes, o aumento do volume causado por uma expansão térmica é entendido como consequência da dilatação das próprias partículas. Tal entendimento foi interpretado como um obstáculo substancialista (BACHELARD, 1996), em que os alunos tendem a trazer propriedades macroscópicas para o mundo microscópico. Ainda, segundo o autor, a falta de discussão em sala de aula junto a suposição de que os alunos já possuam uma visão atomista científica, contribuem com as dificuldades em relacionar características de um modelo atomista com as propriedades dos materiais. Uma forma de explicitar os modelos dos alunos seria solicitar que eles desenhassem modelos para situações de antes e depois da dilatação térmica, por exemplo. Posteriormente, tais modelos seriam expostos em discussão com toda a classe, na qual apareceriam suas características substancialistas, bem como possíveis dificuldades em aceitar a ideia de vazio entre as partículas.

Nessa perspectiva, a quarta questão dessa parte do roteiro solicitou que fosse elaborado um modelo que representasse a estrutura metálica da chave, de modo que fosse possível justificar o que ocorreu com a mesma após ser aquecida. Vejamos alguns desenhos elaborados pelos alunos:

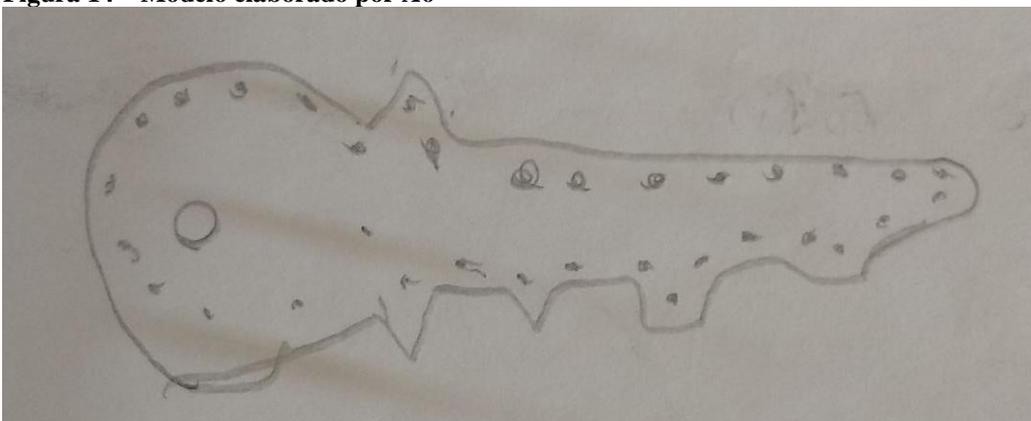
Figura 13 – Modelo elaborado por A3



Fonte: Arquivo do autor.

No desenho elaborado por A3 notamos que o aluno buscou representar a dilatação ocorrida por meio de uma chave com dimensões maiores. Fica claro o afastamento das partículas, no entanto, nota-se uma diminuição no número delas após o aquecimento.

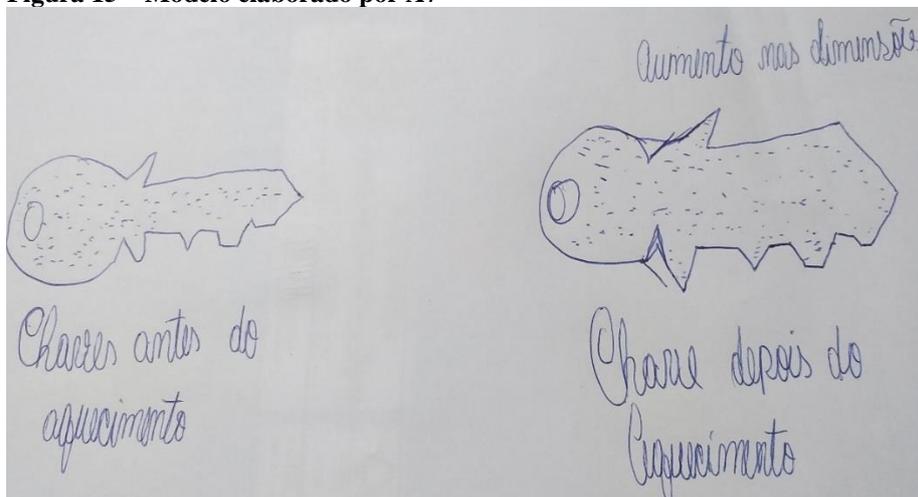
Figura 14 – Modelo elaborado por A6



Fonte: Arquivo do autor.

No modelo apresentado por A6, as partículas após o aquecimento ficaram delimitadas nas bordas da chave.

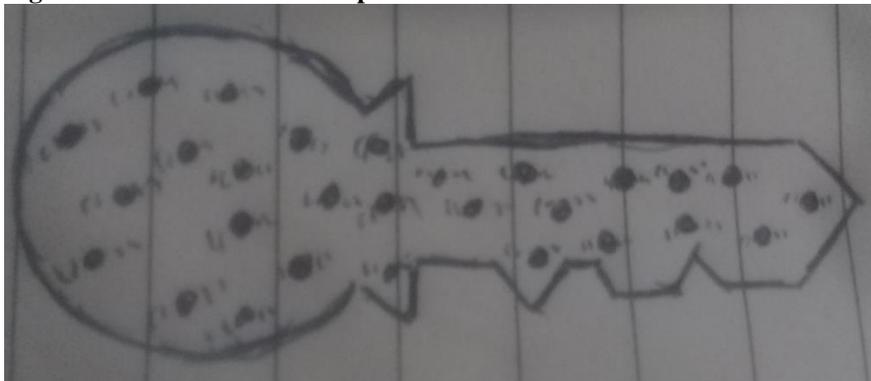
Figura 15 – Modelo elaborado por A7



Fonte: Arquivo do autor.

A7 frisou em seu modelo o aumento ocorrido nas dimensões da chave. Nota-se que o aluno não teve a preocupação de preservar em seu modelo o mesmo número de partículas.

Figura 16 – Modelo elaborado por A11



Fonte: Arquivo do autor.

A11 buscou retratar em seu modelo o movimento das partículas, mas, assim como os demais, não teve preocupação em representar a conservação do número de partículas.

O Quadro 20 exhibe a transcrição da discussão sobre a elaboração desses modelos:

Quadro 20 – Episódio 9 - Modelo de representação da chave

Categorias	Transcrição
Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:33:17-01:33:34 Ação/Tema: Questiona sobre o modelo Movimento epistêmico: Elaboração	Professor: É, e aí a gente tem na verdade um modelo pra representação do que acontece na chave. Alguém gostaria de explicar então o modelo, o desenho que fez, que na verdade representa o modelo de representação da matéria? Quem gostaria de explicar?
Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Gestão e manejo de classe Tempo: 01:33:34-01:34:03 Ação/Tema: Projeta a imagem da chave	((Professor projeta imagem do modelo inicial))
Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:34:03-01:34:41 Ação/Tema: Modelo para a chave Prática epistêmica: Produção – Construindo e refinando modelos	A11: Então, é que na imagem que eu fiz, eu coloquei elas um pouco mais agitadas porque pra mim aí ((referindo-se ao desenho inicial do questionário)) elas estão mais, vou usar a palavra calma. Então com o aumento da temperatura eu coloquei que elas ficaram um pouco mais agitadas e um pouco mais distanciadas, entendeu? Então eu coloquei... Professor: Pronto. É... A11: Certo. Um pouco mais distantes e agitadas. Professor: Porque o nosso desenho também não está tão perfeito, mas... A11: Sim.
Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:34:41-01:35:22	Professor: Mas assim, se você tivesse que fazer o desenho antes e depois? Porque você fez o desenho só depois e teve a preocupação de colocar a dimensão da chave maior em relação ao início, não é? E as partículas mais distanciadas, mostrando mais um

<p>Ação/Tema: Como o modelo expressaria a massa Movimento epistêmico: Reelaboração</p>	<p>movimentozinho um pouco maior, né? Pra poder ocorrer um afastamento. E com relação a massa, como é que você expressaria a massa nesse desenho? Que a massa se manteve?</p>
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Gestão e manejo de classe Tempo: 01:35:22-01:36:18 Ação/Tema: Projeta modelo enviado por aluno</p>	<p>((Professor projeta imagem do modelo elaborado por A7))</p>
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:36:18-01:36:56 Ação/Tema: Como explicar no desenho a conservação da massa Movimento epistêmico: Reelaboração</p>	<p>Professor ((sobre o modelo projetado)): Isso, aumento das dimensões. Aumentou as dimensões, não é, por conta do aquecimento. A11 já havia colocado que as partículas se movimentam e se afastam mais, parece-me que há realmente um afastamento das partículas. E como é que você explica com esse desenho a permanência da massa? Porque já foi colocado aqui que a massa permanece e a densidade diminui por isso, né? Por que só aumenta o volume e a massa permanece a mesma. Como é que no desenho expressa a permanência da massa, se expressa a permanência da massa?</p>
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:36:56-01:37:03 Ação/Tema: Aumento da distância entre as moléculas Prática epistêmica: Produção – Lidando com situação anômala ou problemática</p>	<p>A7: Eu não tenho ideia não como é que faz isso. Deixar a massa expressando pelo desenho.</p>
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:37:03-01:37:18 Ação/Tema: Como a massa permanece a mesma? Movimento epistêmico: Reelaboração</p>	<p>Professor: De alguma forma eu acho que você tentou expressar. Mas quem gostaria de falar sobre isso? Por que que a massa permanece a mesma?</p>
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:37:18-01:37:23 Ação/Tema: Aumento da distância entre as moléculas Prática epistêmica: Comunicação – Descrevendo</p>	<p>A8: Ah, é como eu falei, né, só aumenta a distância entre as moléculas, entre os átomos.</p>
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:37:23-01:37:27 Ação/Tema: E o número de partículas? Movimento epistêmico: Compreensão</p>	<p>Professor: Certo. E o número de partículas permanece o mesmo?</p>
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:37:27-01:37:29 Ação/Tema: Permanece o mesmo Prática epistêmica: Comunicação – Descrevendo</p>	<p>A8: Permanece, não se cria. A11: Sim. A7: Sim.</p>
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:37:29-01:37:32</p>	<p>Professor: Exatamente. Muito bem</p>

Ação/Tema: Concorda com a ideia Movimento epistêmico: Confirmação	
Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:37:32-01:37:38 Ação/Tema: Como expressar no desenho Movimento epistêmico: Reelaboração	Professor: E como é que no desenho vocês expressariam isso? A8: Esse é o problema.
Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:37:38-01:37:44 Ação/Tema: Conservar o número de pontinhos no desenho Prática epistêmica: Produção – Construindo e refinando modelos	A7: Deixando os pontinhos pareci... é a quantidade de pontinhos parecida com o de antes.
Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:37:44-01:37:50 Ação/Tema: A quantidade de partículas tem que ser a mesma Movimento epistêmico: Síntese	Professor: A quantidade tem que ser a mesma. Exatamente. É claro que ficaria difícil você contar tantos pontinhos, não é?

Fonte: Elaborado pelo autor.

Após o movimento de elaboração mobilizado pelo professor para que os alunos explicitassem as suas colocações sobre os modelos construídos, A11 expôs que o seu modelo focalizou o movimento das partículas. Aqui, a prática epistêmica caracterizada é construindo e refinando modelos. Entendemos, assim como em uma situação anteriormente relatada, que a prática não está sendo propriamente mobilizada neste momento, mas sim um relato.

O movimento epistêmico de reelaboração foi de fundamental importância para que os alunos passassem a considerar na discussão um aspecto que até então estava sendo deixado de lado, a conservação da massa da chave. Os próprios modelos elaborados não deram conta de explicar este fato. Tal dificuldade ficou evidente na fala de A7 ao afirmar não ter a menor ideia de como faria para expressar a conservação da massa no modelo.

Pudemos verificar que os alunos tinham o entendimento de que a massa é conservada no processo de dilatação térmica, contudo a dificuldade seria em como representar isto por meio de modelos. Assim, tal entendimento apresentava lacunas. Inferimos que o entendimento sobre a conservação da massa e o afastamento das partículas tenha sido apreendido por meio de aulas em que não há o investimento na elaboração de modelos, gerando, portanto, fragilidades nas relações entre os níveis fenomenológico e atômico-molecular da Química. Pela dinâmica apresentada no quadro anterior, compreendemos que a discussão instaurada entre professor e alunos foi essencial para o entendimento externado por A7 na penúltima linha da transcrição. Assim, a promoção do entendimento sobre dilatação, que até então vinha sendo construído por

meio dos movimentos de elaboração e elaboração (aprofundamento ou avanço), passou a contar com o movimento de reelaboração neste episódio sobre o modelo da chave após o aquecimento.

Finalizada a discussão desse experimento, os alunos avançaram para o seguinte. Esse segundo experimento, conhecido como anel de Gravesande, consistiu na passagem de uma esfera metálica por um anel do mesmo material, estando ambos à temperatura ambiente. Uma sequência de imagens demonstrava a realização do experimento em três etapas: a primeira imagem apresentava a passagem da esfera pelo anel; a segunda imagem mostrava a esfera sendo aquecida; a terceira imagem exibia que a esfera não conseguia mais atravessar o anel. Inicialmente os alunos deveriam explicar a situação do experimento e, posteriormente, o que aconteceria se o anel fosse aquecido até a mesma temperatura da esfera, por um mesmo intervalo de tempo. Para essas duas primeiras questões, os alunos explicaram corretamente o comportamento, mediante aquecimento, da esfera e do anel. Um terceiro questionamento indagou o que ocorreria em uma situação não mais de aquecimento, mas de resfriamento do anel por um tempo no congelador, enquanto a esfera permaneceria em temperatura ambiente. O Quadro 21 exibe um trecho de discussão sobre esse último questionamento.

Quadro 21 – Episódio 13 - Esfera em temperatura ambiente e anel no congelador

Categorias	Transcrição
Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 02:10:18-02:10:39 Ação/Tema: 3ª situação do experimento Movimento epistêmico: Elaboração	Professor: Certo. E a terceira situação: a esfera fica à temperatura ambiente e o anel vai pro congelador, não é? O que aconteceria?
Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 02:10:39-02:10:52 Ação/Tema: O anel não passaria Prática epistêmica: Comunicação – Explicando	A11: O anel então não passaria de jeito nenhum porque o anel sofreu uma, é... chama de contração térmica, né? Né assim que chama?
Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 02:10:52-02:10:54 Ação/Tema: Concorda com a ideia Movimento epistêmico: Confirmação	Professor: Ah, isso mesmo!
Autor da fala: Alunos	A3: Eu diria que ele se comprimiria. Mas é contração mesmo?

Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 02:10:54-02:11:03 Ação/Tema: A aluna afirma que a esfera seria aquecida na 3ª situação Prática epistêmica: Comunicação – Negociando explicações	A11: Sim. A3: Tá. A11: Sim.
---	---

Fonte: Elaborado pelo autor.

A11 afirmou que, após o resfriamento, o anel sofreria uma contração. Isto tornaria impossível a passagem da esfera. Por meio do movimento de confirmação, o professor concorda com a ideia apresentada por A11. A3 indaga se o anel não estaria se comprimindo. Prontamente, A11 indica que não, ao confirmar que o anel estaria sofrendo uma contração térmica. Para este momento, a prática mobilizada foi negociando explicações, na qual os alunos negociam uma explicação plausível pra tentar atingir consenso (ARAÚJO, 2008). Do ponto de vista conceitual, A11 teve razão, uma vez que o anel estaria sofrendo uma redução em seu volume causada por uma diferença de temperatura e não pela ação de uma força de compressão.

Em um momento posterior, por meio de um movimento de elaboração (aprofundamento ou avanço), o professor indagou sobre o que seria contração. Vejamos nas falas transcritas e exibidas no Quadro 22.

Quadro 22 – Episódio 13 - O que seria contração?

Categorias	Transcrição
Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 02:11:29-02:11:45 Ação/Tema: Indaga o que seria contração Movimento epistêmico: Elaboração (aprofundamento ou avanço)	Professor: E o que seria contração? A3 que tava falando, A11... A11: É... A3: Ah, perdão! Pode repetir por favor? Professor: E o que seria a contração que a A11 falou?
Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 02:11:45-02:11:52 Ação/Tema: Contração como redução de volume Prática epistêmica: Comunicação – Definindo	A3: A contração seria... Eu chamaria de... que iria reduzir o seu volume.
Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 02:11:52-02:11:54 Ação/Tema: Concorda com a definição Movimento epistêmico: Confirmação	Professor: Isso! Seria reduzir o volume...
Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico	A3: Devido as moléculas estarem mais próximas. O espaço entre cada uma da outra é menor.

Tempo: 02:11:54-02:12:00 Ação/Tema: Explicação do efeito da contração Prática epistêmica: Comunicação – Explicando	A11: Isso, isso.
---	------------------

Fonte: Elaborado pelo autor.

A3 mobilizou a prática epistêmica definindo ao definir contração como redução do volume. Posteriormente, após o movimento de confirmação do professor, o aluno mobiliza a prática explicando para explicar o efeito da contração térmica em nível molecular. Com o avançar da discussão, em determinado momento o professor lembrou que, anteriormente, os alunos elaboraram uma lei geral que pudesse prever o comportamento do fenômeno da dilatação térmica. Nesta ocasião o professor indagou se seria possível elaborar uma lei geral levando em conta a discussão sobre a contração. O Quadro 23 mostra a resposta dada por A7.

Quadro 23 – Episódio 14 - Lei geral para contração térmica

Categorias	Transcrição
Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 02:13:58-02:14:17 Ação/Tema: Expõe a lei elaborada Prática epistêmica: Comunicação – Generalização	A7: Pra diminuição? Pra contração térmica? Professor: Isso. Sim. A7: Seria que com a diminuição da temperatura a matéria... o volume da matéria diminui também.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A elaboração feita por A7 estabelece um enunciado explicativo geral para o comportamento da matéria mediante a diminuição da temperatura. A prática mobilizada foi generalização.

Antes dos momentos de discussão transcritos nos Quadros 22 e 23, os alunos tiveram que elaborar um pequeno texto que abrangesse e explicasse todas as situações discutidas nas atividades anteriores desde que utilizassem em sua composição o termo ‘dilatação térmica’. De maneira geral alguns alunos deram explicações sobre o fenômeno de dilatação térmica em nível empírico (A5, A6, A9, A10 e A11), outros em nível microscópico (A2, A3, A7 e A8). Alguns consideraram a contração térmica (A6, A7 e A8). Em sua grande maioria os alunos apresentaram textos com concepções cientificamente corretas, no entanto, os textos apresentados por A10 e A11 apresentaram algumas inconsistências:

A10: ‘A dilatação térmica é quando um corpo recebe calor, sua temperatura aumenta, assim como suas dimensões, porém a massa não altera. Cada material possui dilatação ou não, depende de sua composição.’

A11: ‘A dilatação térmica acontece quando há o aquecimento de um material maleável e, conseqüentemente, o aumento de seu volume. Nesse processo a massa permanece a mesma.’

A10 atrela a dilatação térmica a composição do material. Afirma que a composição será responsável por definir se determinado material pode dilatar ou não. A11 permanece com a ideia que a dilatação térmica está associada a maleabilidade do material.

Para finalizar a aula, os alunos responderam duas últimas questões, as quais abordavam problemas do cotidiano. A primeira delas envolveu a elaboração de um plano para separar dois copos que se encontravam entalados. A segunda chamava atenção para o fato de o vidro pirex ser mais resistente que o vidro comum. O roteiro contou ainda com um texto final que sintetizava as principais ideias discutidas ao longo da aula. O objetivo com essas discussões era, com relação à questão dos copos entalados, verificar como os alunos utilizavam os conhecimentos retomados e elaborados sobre dilatação para propor uma solução para o problema e, com relação a diferença de resistência entre o vidro comum e o pirex, abordar a diferença na capacidade de dilatação de diferentes materiais.

Sobre os copos entalados, alguns alunos propuseram dilatar por aquecimento o copo de baixo (A2, A3, A8, A9 e A10). Para A6, além do aquecimento do copo de baixo, o de cima deveria ser resfriado. A5 propôs o uso de força física para retirada dos copos, com o auxílio de um pano. A7 e A11 demonstraram preocupação em suas respostas quanto a composição dos copos. Os alunos explanaram não saber se o material dos copos seria resistente ao processo de variação de temperatura. A7 propôs, inclusive, o uso de materiais como manteiga ou vinagre para diminuição do atrito entre os copos. Durante a discussão, A7 passou a considerar o uso de gelo no copo de cima.

Durante a discussão da segunda questão alguns alunos explanaram não conhecer o vidro pirex. Com o avançar, eles reconheceram a presença desse material em ambientes comuns, como em suas residências. A ideia aqui, como informamos, era a de que os alunos elaborassem uma explicação para o fato de materiais diferentes dilatarem de formas diferentes. O Quadro 24 exhibe o trecho final dessa discussão.

Quadro 24 – Episódio 16 - Por que diferentes materiais dilatam de maneiras distintas?

Categorias	Transcrição
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 02:30:47-02:30:55 Ação/Tema: Materiais dilatam-se de formas diferentes Movimento epistêmico: Reelaboração</p>	<p>Professor: Por que que vocês acham isso? Por que que um material dilata de uma forma e um outro material dilata de outra?</p>
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 02:30:55-02:31:16 Ação/Tema: Materiais com diferentes resistências à dilatação Prática epistêmica: Produção – Elaboração de hipóteses</p>	<p>A3: Não é porque cada material tem uma resistência diferente, talvez? Consegue me ouvir?</p> <p>Professor: Sim, você falou que cada material tem, digamos assim, uma resistência, é isso que você quis dizer, A3?</p> <p>A3: É, eu acho que seria essa. Essa é a minha teoria, né.</p>
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 02:31:16-02:31:48 Ação/Tema: Resistência relacionada ao tipo de ligação Movimento epistêmico: Instrução</p>	<p>Professor: E essa resistência está relacionada ao tipo de ligação das partículas, entendeu? Exatamente, tem uma ligação que com o calor a ligação quebra é como aquela corda que rompeu e tem outras não, que a corda se estica, vai pro lado, é como se fosse um elástico, sabe? Vai pro lado, não rompe facilmente, é o caso dos metais pelo calor. Ok?</p>
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 02:31:48-02:32:20 Ação/Tema: Síntese das ideias apresentadas Movimento epistêmico: Síntese</p>	<p>Professor: Então com isso a gente chega à conclusão, né, que materiais diferentes dilatam de formas diferentes, de maneiras diferentes. Alguns materiais, eles tendem a dilatar mais e alguns materiais tendem a dilatar menos, é o caso aí do vidro que compõe esses materiais, né.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor.

A3 levantou a hipótese que cada material deveria ter uma resistência à dilatação. Através do movimento de instrução, o professor apresentou a informação que essa resistência estaria relacionada ao tipo de ligação das partículas do material; tema que havia sido discutido anteriormente. O professor finaliza esse trecho sintetizando a ideia alcançada pelos alunos, de que alguns materiais tendem a dilatar mais e outros materiais tendem a dilatar menos. O entendimento alcançado serviu de base para que nas aulas posteriores os alunos se familiarizassem com o conceito de coeficiente de dilatação.

Durante a Etapa 1, de maneira geral, os alunos trabalharam com diversos conhecimentos. No Experimento 1, os alunos falaram sobre aquecimento e variação do volume

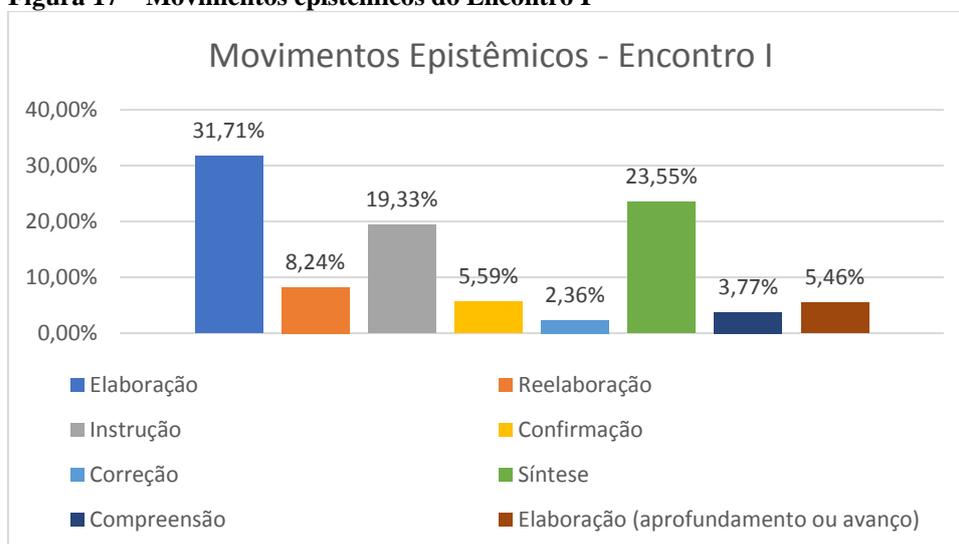
de um corpo causada pela dilatação térmica; conservação da massa e representação de processos físicos por modelos. As práticas epistêmicas que mais prevaleceram foram descrevendo, lidando com situação anômala ou problemática, explicando e elaboração de hipóteses. Outras práticas registradas foram construindo e refinando modelos e avaliando a plausibilidade das hipóteses. Os movimentos epistêmicos que mais se sobressaíram foram os de síntese, elaboração e compreensão. Foi durante a discussão desse experimento de foi registrada a primeira ocorrência do movimento de reelaboração.

Para o restante da etapa, composto pelo Experimento 2 e as duas questões com situações do cotidiano, além dos conhecimentos anteriormente citados, os alunos exploraram na discussão os efeitos causados pelo resfriamento de um corpo e as diferentes formas de dilatação dos materiais. As práticas epistêmicas mais registradas foram explicando, elaboração de hipóteses e lidando com situação anômala ou problemática. Já os movimentos epistêmicos que sobressaíram foram os de elaboração, confirmação e instrução.

6.1.1 Panorama do Encontro I

A seguir, apresentamos um panorama geral da aula desenvolvida no primeiro encontro da oficina. O tempo total de duração desse encontro foi de 02h34min40s. O tipo do discurso do professor que prevaleceu foi de conteúdo científico com 68,58% do tempo codificado. As outras duas ocorrências registradas foram as de gestão e manejo de classe, com 29,29%, e a de agenda, com 2,13%. Para este discurso de conteúdo científico foram categorizados os percentuais de movimentos epistêmicos descritos na Figura 17.

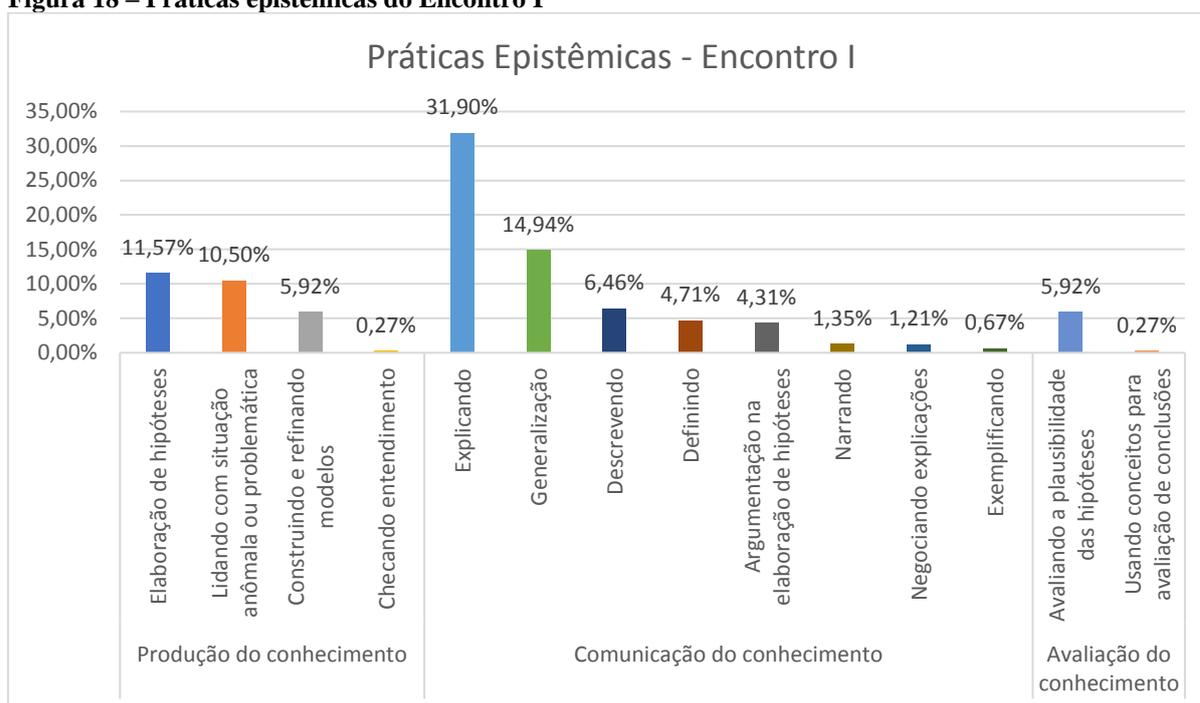
Figura 17 – Movimentos epistêmicos do Encontro I



Fonte: Elaborado pelo autor.

O movimento epistêmico que prevaleceu nessa aula foi o de elaboração com 31,71%. O movimento de síntese aparece depois, com 23,55%, seguido pelo de instrução, com 19,33%. Como pudemos ver anteriormente no segmento dedicado a introdução, os alunos já apresentavam algumas ideias sobre o fenômeno da dilatação térmica. Tais ideias precisaram ser retomadas e exploradas pelo professor para dar seguimento aos objetivos da aula. Foi perceptível que as colocações elaboradas pelos alunos estavam em consonância com as concepções científicas. Ademais, coube ao professor instigar nos alunos respostas mais elaboradas ou aprofundadas. O pequeno percentual registrado para o movimento de reelaboração decorre do fato de que, durante a aula, poucos foram os momentos nos quais os pensamentos iniciais dos alunos precisaram ser modificados ou problematizados. Isso não quer dizer que as ideias apresentadas pelos alunos não foram consideradas ou exploradas, o alto percentual do movimento de síntese demonstra o contrário. Verificamos que o professor dedicou bastante tempo para explicitar as ideias alcançadas pelos alunos durante a discussão.

Para o tempo demandado pelos alunos, notamos que 86,98% correspondeu a momentos de silêncio/leitura/escrita. A forma de desenvolvimento da SEI nos fez considerar a ocorrência desses momentos distintos em uma só categoria, uma vez que não seria possível distinguir em quais momentos foram lidas as atividades e/ou registradas as respostas no roteiro dos momentos de silêncio. 13,02% correspondeu ao percentual de tempo gasto para desenvolvimento do discurso de conteúdo científico. A categorização das práticas epistêmicas ocorreu na interação dos alunos com o professor, diferente de outros trabalhos na literatura, que verificam a ocorrência de tais práticas em momentos de discussão dos alunos entre si, sem a presença do professor (FREIRE; SILVA; BORGES, 2014; NASCIMENTO, 2015; SILVA 2015). No tocante as práticas epistêmicas, verificamos que a instância de comunicação do conhecimento se sobressaiu das demais com 65,55%. A instância de produção do conhecimento teve 28,26% do tempo codificado, já a de avaliação do conhecimento obteve 6,19%. A categorização de cada prática epistêmica específica pode ser vista ver na Figura 18.

Figura 18 – Práticas epistêmicas do Encontro I

Fonte: Elaborado pelo autor.

Entendemos que a estrutura da atividade está intimamente relacionada aos percentuais obtidos. Para este encontro os alunos tiveram que construir significados e conceitos, estabelecer relações de causa e efeito, elaborar hipóteses e generalizações. Essa dinâmica favoreceu a adoção de práticas epistêmicas ligadas a instância de comunicação do conhecimento, como explicando, generalização e elaboração de hipóteses e, com valores percentuais de 31,90%, 14,94% e 11,57%, respectivamente. A estrutura da atividade também pode ter contribuído para os percentuais obtidos para a produção do conhecimento. Os experimentos foram trabalhados por meio de vídeos e/ou imagens. Em atividades mais tradicionais, tais experimentos são trabalhados de maneira mais empírica, isto é, com manipulação física.

Verificamos a presença da argumentação na elaboração de hipóteses feitas pelos alunos para o experimento 1 (chave e cadeado). Entendemos a hipótese com uma conclusão provisória, que posteriormente passou pelo crivo do experimento. Na elaboração dessa hipótese (conclusão), os alunos precisaram recorrer a dados e garantias de inferências que a sustentassem.

6.2 Encontro II

Ao final do Encontro I, foi enviada uma parte do roteiro aos alunos para que eles pudessem dar andamento às atividades em casa. O propósito foi que eles respondessem essa

parte do material, o qual seria discutido ao início do Encontro II. Os alunos tiveram que analisar a situação apresentada no experimento 3. Tal experimento foi constituído por tiras de papel-alumínio e papel sulfite comum coladas uma à outra e fixadas em um pregador. A lâmina assim formada foi colocada em contato com a chama de uma vela ao longo de duas situações distintas. Em um primeiro momento, o contato foi com a parte de papel sulfite voltada para a chama. Já em um segundo momento, o contato ocorreu com a parte de papel-alumínio voltada para a chama. Os alunos deveriam descrever o que ocorreu em cada situação e fazer uma comparação entre os dois momentos do experimento. Um outro questionamento indagou aos alunos se ao analisar os resultados obtidos no experimento foi possível observar alguma diferença na forma como os materiais sofreram dilatação e como isto poderia ser explicado. Vejamos no Quadro 25 o momento inicial da discussão sobre esses itens.

Quadro 25 – Episódio 2 - Discussão sobre o aquecimento da lâmina papel-alumínio - papel sulfite

<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:10:17-00:11:26 Ação/Tema: Aquecimento da face de papel da lâmina Movimento epistêmico: Elaboração</p>	<p>Professor ((exibindo o vídeo do experimento)): A gente tem o quê? Uma lâmina, né, de materiais diferentes, papel-alumínio, papel e papel-alumínio no outro lado. E aí no primeiro momento o que que acontece? O lado que tem o papel comum, ele é exposto à chama da vela. Num segundo momento é o lado que tem o papel alumínio que é exposto à chama da vela. Bem simples, né? E aí, o que que a primeira pergunta faz com que a gente reflita: ela pergunta o quê que acontece nesse primeiro momento, né? Ou seja, quando a parte de papel ficou voltada pra vela. E aí o quê que aconteceu? Quem que pode externar o que que foi que aconteceu?</p>
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:11:26:00:12:12 Ação/Tema: Reação do papel Prática epistêmica: Comunicação – Descrevendo</p>	<p>A8: Ali foi a reação do material com o aumento da temperatura. Eu sei que quando bota o papel no fogo, ele queima, mas o papel-alumínio eu não sei, então provavelmente, foi ele que teve essa reação de dobrar. Só que ele sempre dobrava com o papel voltado pro centro do espiral enquanto o alumínio ficava pro lado de fora.</p> <p>A8: Tá sem áudio.</p> <p>A3 ((pelo chat)): O alumínio se contraiu voltado para o papel (acho que foi esse lado)</p>

Fonte: Elaborado pelo autor.

O professor, adotando o movimento epistêmico de elaboração, reproduz o vídeo do experimento e solicita que os alunos apresentem suas ideias. Para A8, o ocorrido no experimento foi decorrente do aumento da temperatura dos materiais. Tal aumento, para o aluno, provocaria uma queima do papel comum, no entanto, ele não expressa certeza sobre o que ocorreu com o papel-alumínio. Descreve, porém, que o papel-alumínio teve a reação de dobrar. Também chamou atenção para o fato de que a dobradura formada tinha sempre o papel-alumínio no lado externo, independente do lado de contato da lâmina com a chama da vela. Para A3, o alumínio se contraiu na direção do papel. A discussão progride nesta direção, em que os alunos vão compartilhando a ideia de que, com o aquecimento, a lâmina se curva sempre

com o papel na parte externa e o alumínio na interna. Neste momento, os alunos mobilizaram a prática epistêmica descrevendo. Trata-se de uma descrição em que, de algum modo, os alunos organizam os dados do experimento.

Posteriormente, o professor adota o movimento de elaboração (aprofundamento ou avanço) para que os alunos detalhem mais as suas ideias sobre o experimento. A8 já havia dito que o papel-alumínio havia sofrido uma reação física, sem citar qual seria. O quadro 26 nos mostra como as intervenções do professor foram fundamentais para esse aprofundamento e explicitação de ideias.

Quadro 26 – Episódio 2 - O que aconteceu com o papel-alumínio?

<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:14:33-00:14:37 Ação/Tema: E o papel-alumínio? Movimento epistêmico: Elaboração (aprofundamento ou avanço)</p>	<p>Professor: O que aconteceu com o alumínio, então? O que que vocês podem dizer que aconteceu com o alumínio?</p>
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:14:37-00:14:43 Ação/Tema: Reação física do papel-alumínio Prática epistêmica: Comunicação – Explicando</p>	<p>A8: Eu diria que o alumínio sofreu uma reação física ao aumento de temperatura.</p>
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:14:43-00:14:55 Ação/Tema: Qual transformação? Movimento epistêmico: Elaboração (aprofundamento ou avanço)</p>	<p>Professor: Sofreu uma reação, uma transformação física. E que transformação seria essa?</p>
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:14:55-00:15:02 Ação/Tema: Papel-alumínio sofreu dilatação Prática epistêmica: Comunicação – Descrevendo</p>	<p>A8: Hurum. Nem sei dizer, definir isso. Foi dilatação mesmo.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor.

A8, inicialmente com dúvida em sua fala, finaliza afirmando que o alumínio sofreu uma dilatação. No decorrer da discussão, os alunos demonstraram ter dúvida se o fenômeno observado poderia ser identificado como dilatação do papel-alumínio. Essa dúvida, embora não prevista, passa a ser por nós compreensível. Ver com clareza a dilatação de um material é algo difícil na prática cotidiana, pois o aumento linear é algo milimétrico. Além disso, espera-se que o material dilatado, o faça de modo a se projetar longitudinalmente, estirando-se. No experimento, a dilatação do alumínio pode ser visualizada por sua curvatura no sentido do papel, já que este tem um coeficiente de dilatação praticamente desprezível. Então, tudo ocorre como se o papel “segurasse” o alumínio, forçando-o a se curvar. O que seria uma forma de tornar a dilatação do alumínio perceptível, evidente, na verdade não obteve a resposta esperada. Além disso, alguns alunos insistem que o papel sofreria reação química ao se aproximar do fogo, embora isso não tivesse acontecido (a aproximação do papel à chama não fora suficiente). Assim, o professor passou a investir no movimento de reelaboração, já que os alunos mostravam ter dúvidas sobre o que estava de fato acontecendo. O Quadro 27 demonstra bem essa dinâmica.

Quadro 27 – Episódio 2 - O papel-alumínio dilatou ou contraiu?

<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:16:08-00:16:27 Ação/Tema: Papel-alumínio contraiu ou dilatou? Movimento epistêmico: Reelaboração</p>	<p>Professor: Certo. Eu tô é perguntando contração porque A3 colocou: como se o papel... como se o papel estivesse resistindo a contração do papel-alumínio. Mas o papel-alumínio está se dilatando ou se contraindo? É pro grupo todo, certo?</p>
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:16:27-00:16:30 Ação/Tema: Papel-alumínio dilatou Prática epistêmica: Comunicação – Descrevendo</p>	<p>A7: Se dilatando. A3 ((pelo chat)): Aí me pegou ☐ A3 ((pelo chat)): Na teoria ele está dilatando</p>
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:16:30-00:16:35 Ação/Tema: O que é dilatar? Movimento epistêmico: Elaboração (aprofundamento ou avanço)</p>	<p>Professor: A7, dilatando, né? E dilatar é o que mesmo?</p>
<p>Autor da fala: Alunos</p>	<p>A7: Expandir.</p>

<p>Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:16:35-00:16:38 Ação/Tema: Dilatar é expandir Prática epistêmica: Comunicação – Definindo</p>	
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:16:38-00:16:47 Ação/Tema: Busca entender as ideias apresentadas Movimento epistêmico: Reelaboração</p>	Professor: Expandir as dimensões, não é? A3 disse: aí me pegou. Na teoria ele está dilatando. Na teoria ou na prática? Ou em ambos?
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:16:47-00:16:53 Ação/Tema: Na prática o papel enrola Prática epistêmica: Produção - Lidando com situação anômala ou problemática</p>	<p>A6 ((pelo chat)): Só que na prática ficou meio estranho</p> <p>A8: Na prática a gente vê ele enrolando, não dá pra ter certeza se ele tá se expandindo.</p>
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:16:53-00:17:04 Ação/Tema: Por que o papel enrola? Movimento epistêmico: Reelaboração</p>	Professor: Entendi. Mas por que que ele se enrola então?
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:17:04-00:17:09 Ação/Tema: Não fazem ideia Prática epistêmica: Produção - Lidando com situação anômala ou problemática</p>	<p>A6 ((pelo chat)): Eu não faço ideia</p> <p>A8: Eu não faço ideia.</p>
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:17:09-00:17:12 Ação/Tema: Teve o calor Movimento epistêmico: Reelaboração</p>	Professor: Aliás eu acho que você faz alguma ideia porque você colocou que teve o calor aí, não é?

Fonte: Elaborado pelo autor.

Pudemos verificar que não há um consenso entre os alunos sobre o ocorrido com o papel-alumínio. Mesmo com descrição e definição feitas por A7 para o fenômeno, notamos que

os demais alunos permanecem incertos. Essa incerteza culminou nos momentos de mobilização da prática lidando com situação anômala ou problemática. No decorrer da discussão, o professor segue adotando o movimento de reelaboração, passando pelo movimento de instrução ao explicar a diferença entre transformação física e química. Após mais uma exibição do vídeo do experimento, o professor tornou a indagar aos alunos sobre o que teria ocorrido com o papel-alumínio. Vejamos o Quadro 28.

Quadro 28 – Episódio 2 - Na teoria o papel-alumínio, mas na prática ficou estranho

<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:20:43-00:21:40 Ação/Tema: Consenso sobre o papel-alumínio Movimento epistêmico: Reelaboração</p>	<p>Professor: O papel-alumínio, não é? E aí papel comum voltado pra baixo. E, no segundo momento, agora com a face de alumínio voltada pra baixo. E aí, dá pra chegar a um consenso? É... o papel-alumínio, ele dilatou ou ele contraiu?</p>
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:21:40-00:21:51 Ação/Tema: O papel-alumínio dilatou Prática epistêmica: Comunicação – Descrevendo</p>	<p>A3 ((pelo chat)): Olha A7 ((pelo chat)): Dilatou</p>
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:21:51-00:21:54 Ação/Tema: Não sabe Prática epistêmica: Produção – Lidando com situação anômala ou problemática</p>	<p>A3 ((pelo chat)): Não sei não</p>
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:21:54-00:22:20 Ação/Tema: Busca entender a ideia apresentada Movimento epistêmico: Compreensão</p>	<p>Professor: A6 colocou que na teoria ele está dilatando só que na prática ficou meio estranho. Então assim, por que que na teoria está dilatando? Vocês... Teoricamente ele estaria, ele teria que está se dilatando, não é? Por que? Porque ele foi o quê?</p>
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:22:20-00:22:32 Ação/Tema: Aquecimento implica em dilatação Prática epistêmica: Comunicação – Explicando</p>	<p>A3 ((pelo chat)): Ele recebeu calor A10: Porque ele foi aquecido, né? Recebeu tempera... mais calor, né? Professor: Isso. A10: A tendência era que se dilatasse e quando se contrai é quando ele perde, né?</p>

	A6 ((pelo chat)): teve aumento na temperatura
<p>Autor da fala: Professor</p> <p>Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico</p> <p>Tempo: 00:22:32-00:22:45</p> <p>Ação/Tema: Busca entender a ideia apresentada</p> <p>Movimento epistêmico: Compreensão</p>	<p>Professor: Perde o quê? Dimensão né?</p> <p>A10: Isso.</p> <p>Professor: Ele teria que se dilatar, mas aí você achou estranho por que vocês esperariam que acontecesse o que com a dilatação?</p>
<p>Autor da fala: Alunos</p> <p>Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico</p> <p>Tempo: 00:22:45-00:22:50</p> <p>Ação/Tema: Aumento do comprimento</p> <p>Prática epistêmica: Produção - Lidando com situação anômala ou problemática</p>	A10: Acho que assim, o comprimento aumentasse, algo do tipo. Sabe?
<p>Autor da fala: Professor</p> <p>Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico</p> <p>Tempo: 00:22:50-00:22:54</p> <p>Ação/Tema: Busca entender a ideia apresentada</p> <p>Movimento epistêmico: Compreensão</p>	Professor: Certo. E ali parece que não fica claro se o comprimento aumentou ou não, não é?
<p>Autor da fala: Alunos</p> <p>Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico</p> <p>Tempo: 00:22:54-00:22:57</p> <p>Ação/Tema: Aumento do comprimento</p> <p>Prática epistêmica: Produção – Lidando com situação anômala ou problemática</p>	A10: É porque ele meio que se enrola, aí ficou confuso.
<p>Autor da fala: Professor</p> <p>Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico</p> <p>Tempo: 00:22:57-00:23:19</p> <p>Ação/Tema: Ambos materiais dilatam?</p> <p>Movimento epistêmico: Reelaboração</p>	Professor: Ele se enrola, certo. Ali tem dois materiais, não é? O papel sulfite e o papel-alumínio, não é? É, os dois teriam... com o calor ambos podem se dilatar?
<p>Autor da fala: Alunos</p> <p>Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico</p> <p>Tempo: 00:23:19-00:23:26</p> <p>Ação/Tema: Papel pode sofrer reação química</p> <p>Prática epistêmica: Comunicação – Explicando</p>	A8: Sim, só que o papel pode ter uma reação química, né? Que ele é...

Nesse último trecho podemos ver que o professor adota frequentemente o movimento de compreensão, buscando entender as ideias apresentadas pelos alunos. Tais ideias decorrem em parte das intervenções anteriores do professor, muitas caracterizadas como reelaboração. O movimento de reelaboração foi instaurado pelo professor ao fazer os alunos repensarem sobre aspectos desconsiderados. O professor chama atenção para o fato do papel sulfite e do papel-alumínio serem dois materiais que tiveram contato com o calor transferido pela chama da vela. O intuito aqui foi fazer com que os alunos chegassem ao entendimento, partindo do que já fora trabalhado nas aulas, que os dois materiais dilataram. Alguns alunos, como demonstrado por A8, não compartilham desse entendimento, chegando, inclusive, a afirmar que o papel poderia sofrer uma reação química.

Essa resistência de alguns alunos em enxergar o fenômeno estudado como dilatação, leva o professor a adotar um movimento epistêmico de instrução para explicar a reação química de combustão. Possibilidade levantada por alguns alunos para o papel sulfite. Posteriormente, o professor questiona para os alunos sobre qual dos dois materiais dilataria mais e A3 afirma ser o alumínio. Nesse sentido, em sua própria pergunta o professor já traz a informação de que ambos os materiais se dilatam e que um deles terá maior capacidade de se dilatar.

O professor trabalha dentro do movimento de reelaboração, partindo do que foi dito pelos alunos sobre os dois materiais dilatarem, para questionar se o papel sulfite, que dilata menos, não estaria segurando o papel-alumínio. Ainda mobilizando um movimento de reelaboração, o professor utiliza uma analogia com corridas de duplas em que um dos componentes corresse menos que o outro, para questionar qual seria o comportamento do papel-alumínio, uma vez que o outro componente não dilataria tanto. Após a intervenção do professor, A8 elabora a hipótese que o papel sulfite estaria forçando o papel-alumínio a se dobrar. Indagado, pelo professor, sobre o que o levaria a esta ideia, A8 afirma considerar o tipo de dobra que sempre é formada. O professor, partindo das ideias alcançadas pelos alunos, em um movimento de instrução, explica o fundamento científico do experimento. Vejamos no Quadro 29 a transcrição das falas que ocorrem após essa explicação.

Quadro 29 – Episódio 2 – Se tivessem a mesma dilatação ficariam reto

<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:36:15-00:36:25 Ação/Tema: Concluindo o raciocínio Prática epistêmica: Produção – Concluindo</p>	<p>A6: Então eu estava...</p> <p>A8: Então... como o local... como é... como o papel sulfite acaba sendo menor aí o alumínio acaba circulando ele, formando uma espiral.</p>
---	--

<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:36:25-00:36:32 Ação/Tema: Concorda com a ideia apresentada Movimento epistêmico: Confirmação</p>	<p>Professor: Exatamente. Crescendo, como se fosse crescendo, ele não pode fazendo isso aqui aí ele vai crescendo...</p>
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:36:32-00:36:43 Ação/Tema: Mesmo coeficiente para os dois materiais Prática epistêmica: Avaliação - Usando conceitos para avaliação de conclusões</p>	<p>A8: Provavelmente se os dois... se os dois tivessem a mesma dilatação, o mesmo coeficiente de dilatação linear, eles poderiam ter... eles poderiam ficar e ficar reto.</p>
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:36:43-00:36:59 Ação/Tema: Concorda com a ideia apresentada Movimento epistêmico: Confirmação</p>	<p>Professor: Ah, exatamente! Não se curvar, isso mesmo. Perfeito. É isso. Será que ficou claro pra todo mundo?</p> <p>A3: É, ficou sim.</p> <p>A6: Sim.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Após a explicação dada pelo professor, A8 conclui que a formação da espiral no experimento ocorre por causa do papel sulfite dilatar menos que o papel-alumínio. O professor concorda com a ideia apresentada. A8 utiliza o conceito de dilatação e coeficiente de dilatação para avaliar a conclusão alcançada, mobilizando a prática epistêmica usando conceitos para avaliação de conclusões. Importante salientar que o termo ‘coeficiente de dilatação’ não esteve presente em nenhuma discussão até o momento da aula. Todavia, a parte do material instrucional que foi trabalhada pelos alunos em casa trazia a formalização de que é possível mensurar a capacidade de dilatação de um material por uma grandeza denominada coeficiente de dilatação.

Essa discussão marcou o fim da Etapa 2 da SEI. Durante essa etapa foram trabalhados conceitos como dilatação térmica, coeficiente de dilatação, diferenciação entre reação química e transformação física, reação de combustão e propriedades específicas da matéria. As práticas epistêmicas mais verificadas foram descrevendo, explicando, lidando com situação anômala ou problemática e generalização. Já os movimentos epistêmicos mais registrados foram os de reelaboração, compreensão, instrução e síntese.

A Etapa 3 da SEI teve início com o último item do material enviado para ser trabalhado em casa pelos alunos. Foi solicitado que os alunos elaborassem um esquema para determinar experimentalmente o coeficiente de dilatação linear de dois metais diferentes, alumínio e latão. Em seguida, as respostas apresentadas pelos alunos no questionário:

A1: ‘São dois matérias diferentes, com reações diferentes, mas, é necessário submeter todos os dois materiais as mesmas condições de temperatura para obter resultados diferentes porém, na hora do experimento os dois devem está sujeitados ao mesmo procedimento.’

A1 destaca que, se tratando de dois materiais distintos, deve-se esperar resultados também distintos. Ela demonstra ter clareza da importância do controle de variáveis para que sejam obtidos resultados comparáveis entre si. Notamos a preocupação da aluna em submeter os materiais às mesmas condições de temperatura, partindo do mesmo procedimento. Outras variáveis tais como o tempo de exposição ao calor e dimensão da peça metálica não são consideradas. Também não apresenta um método de medição de grandezas que possa determinar o coeficiente.

A2: ‘Fazer uma lâmina de cada metal e sobrepor em uma vela para ver o resultado da dilatação bem de perto, segurando os metais com alicate. O primeiro experimento é com o alumínio, o segundo com o latão e o terceiro com as lâminas dos dois juntos um de um lado e o outro do outro lado.’

O esquema elaborado por A2 envolve a comparação entre lâminas feitas de cada metal. Aparentemente, a ideia é verificar qual das duas lâminas dilataria mais, assim, o aluno demonstra ter entendimento que os diferentes metais apresentariam dilatações distintas. A2 não chega a apresentar preocupação com o controle de variáveis de modo a padronizar as distintas medições.

A3: ‘Forneceria calor para ambos os objetos da mesma maneira para poder analisar como cada um se comportaria, por exemplo, posso colocá-los em uma superfície quente ou expor a um fogo controlado, em uma distância segura é claro.’

A3 afirma que forneceria calor da mesma maneira para objetos constituídos dos metais em questão. O aluno está fazendo referência a forma de transmissão de calor e demonstra preocupação no controle dessa variável. Não indica quais grandezas poderiam ser medidas para determinação do coeficiente.

A5: ‘1- Colocaria água gelada dentro de uma tigela grande, quase a enchendo, e reserve;
2- Colocaria um pouquinho de água na lata de alumínio;

- 3- Segurando com a pinça ou garra metálica, levava a latinha com a água dentro ao fogo;
- 4- Pegaria um pedaço de alumínio com uma pinça e colocaria no fogo;
- 5- Quando a água começar a ferver, observava o que aconteceria;
- 6- Deixaria a água fervendo por uns 30 segundos e desligaria o fogo;
- 7- Ainda segurando com a pinça, inverteria a latinha, colocando-a de cabeça para baixo mergulhada na água gelada da tigela;'

A5 apresenta um esquema experimental composto por alguns passos. Seu esquema é baseado na observação dos efeitos de dilatação e contração do material; todavia, não indica que grandezas deveriam ser consideradas para determinação do coeficiente. Outro ponto de destaque é que apenas o alumínio foi considerado nesse esquema. A aluna expressou preocupação em analisar objetos diferentes, mas constituídos pelo mesmo material.

A6: 'Testes de resistência, tanto com um maçarico quanto mergulhando no nitrogênio líquido, testando a reação de ambos'

A6 propõe expor os materiais a condições extremas de aquecimento e resfriamento e verificar suas reações. Não detalhou como tais testes poderiam auxiliar na determinação do coeficiente e nem considerou a interferência de outras variáveis no processo.

A7: 'Usaria um procedimento parecido com o que apresentaram na página anterior.

- 1- Pegue uma tira de alumínio e latão de mesmo tamanho.
- 2- Esquente a tira de alumínio até forma uma curvatura e veja o tempo que durou.
- 3- Agora esquente a tira de latão até formar uma curvatura e veja o tempo que durou.
- 4- O metal que formou uma curvatura no menor tempo é o que possui a maior dilatação térmica.

A7 baseou-se no experimento 3 para elaborar seu esquema experimental. O aluno supõe que tiras dos dois metais apresentariam, quando esquentadas, um formato de curvatura. A ideia seria medir o tempo que as tiras levariam para adquirir tal formato. Importante salientar que os esquemas elaborados pelos alunos foram feitos anteriormente à discussão do experimento 3 em sala de aula. Assim, verificamos que A7 não possuía o entendimento que a curvatura apresentada pela tira do experimento seria decorrente da dilatação conjunta de dois materiais unidos entre si. O aluno também não expressa preocupação com controle de variáveis, além do tamanho inicial das tiras dos materiais a serem analisados.

A8: 'Eu poderia mudar a forma física dos objetos deixando eles com formas geométricas para facilitar nos cálculos, como um quadrado por exemplo. Com

isso eu poderia criar uma relação entre a variação de temperatura com a variação da área dos objetos, e assim obter valores que sirvam como identidade para diferenciar esses objetos, que seria o coeficiente de dilatação térmica superficial. Para obter o coeficiente de dilatação térmica linear, acho que bastaria pegar uma tira fina a ponto de podermos ignorar suas larguras e observar apenas a mudança de comprimento em função da mudança de temperatura.’

A8 propõe dentro do seu esquema experimental a análise das mudanças de comprimento para tiras dos materiais em função de variações de temperatura. O aluno amplia seu raciocínio para o coeficiente de dilatação superficial, embora o questionamento solicitasse apenas o linear. O aluno não expõe quais ferramentas seriam necessárias para medir as variações, no entanto, verificamos que expõe preocupação em elaborar um esquema experimental viável.

A10: ‘Aquecer ou resfriar o alumínio e o latão na mesma temperatura’

No esquema de A10 alumínio e latão deveriam passar por aquecimentos e resfriamentos decorrentes dos mesmos intervalos de temperatura. Todavia, a aluna não expressa como mensurar os resultados obtidos nesses processos e como relacioná-los ao coeficiente de dilatação.

Na aula, por meio de um movimento de elaboração, o professor solicita que os alunos exponham suas ideias sobre os possíveis métodos de determinação do coeficiente linear. A8 afirma que seria necessário compreender uma relação entre variação de volume e variação de temperatura. A3 pede para o professor repetir o questionamento. O Quadro 30 exibe a transcrição da discussão sobre essa questão na aula.

Quadro 30 – Episódio 5 - Elaboração do esquema experimental

<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:42:18-00:42:53 Ação/Tema: Como determinar o coeficiente? Movimento epistêmico: Elaboração</p>	<p>Professor: Repito sim. Imagine que vocês precisassem de maneira experimental determinar esse coeficiente de dilatação pra dois materiais diferentes, tá? Como é que vocês fariam isso? O A8 já tá dando uma indicação de como faria. Que procedimentos vocês fariam pra determinar esse coeficiente de dilatação?</p>
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:42:53-00:43:12 Ação/Tema: Diferenças no comportamento</p>	<p>A3: Eu havia colocado que eu... eu iria expor ambos os objetos as mesmas condições e analisar as suas diferenças e compará-las. Só não sei se eu interpretei da forma correta quando fiz a questão.</p>

<p>Prática epistêmica: Produção – Planejando artefato experimental</p>	
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:43:12-00:43:17 Ação/Tema: Busca compreender a ideia apresentada Movimento epistêmico: Compreensão</p>	<p>Professor: O que que você iria analisar, A3? Perdão que eu acabei não ouvindo!</p>
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:43:-00:43:30 Ação/Tema: Deduzir a variação Prática epistêmica: Produção – Planejando artefato experimental</p>	<p>A3: Ah! Eu iria expô-los nas, as mesmas condições pra poder analisar as diferenças do comportamento. Assim eu poderia deduzir mais ou menos essa variação. Acho que não é esse o nome...</p>
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:43:30-00:43:43 Ação/Tema: Que diferenças de comportamento? Movimento epistêmico: Elaboração (aprofundamento ou avanço)</p>	<p>Professor: Que diferença de comportamento seria essa? O que que você assim, fisicamente falando, o que que você olharia que você achar que seria uma diferença de comportamento?</p>
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:43:43-00:44:07 Ação/Tema: Material em tiras Prática epistêmica: Produção – Planejando artefato experimental</p>	<p>A3: É como, comparando o exemplo do alumínio comparado ao papel. O alumínio teve esse comportamento, como listamos, confusos, independente de dilatação ou contração, mas do papel nós já estamos acostumados a ver. Apontaria essa diferença pra poder deduzir talvez esse ponto. Só que talvez, tenha interpretado de forma errada quando fiz a questão, mas foi isso que coloquei.</p> <p>A8 ((pelo chat)): Poderia transformar esse material em uma tira fina, afim de nos preocuparmos apenas com uma dimensão, o comprimento, e dessa maneira poderia analisar o quando o seu comprimento aumenta quando mudamos sua temperatura</p>

Fonte: Elaborado pelo autor.

A3 fala em expor os objetos às mesmas condições e depois avaliar os resultados de forma comparativa. Essa comparação, expressa na ideia apresentada pelo aluno, denota uma confrontação entre materiais para que se possa verificar qual, dentre eles, apresenta o maior coeficiente de dilatação. Por meio do movimento de elaboração (aprofundamento ou avanço), o professor indaga sobre as diferenças de comportamento apontadas pelo aluno. O aluno cita o experimento anterior, dando a entender que as diferenças estariam pautadas na forma de dilatar dos materiais. Já A8 apresenta um raciocínio mais específico para o seu esquema experimental.

Tiras dos materiais seriam feitas para que se pudesse avaliar os seus comprimentos alterados por mudanças de temperatura.

Nos momentos em que os alunos planejam a construção de um mecanismo para determinação do coeficiente, a prática epistêmica mobilizada é planejando artefato experimental. Já para outros momentos nos quais os alunos indicam quais as variáveis que estariam envolvidas no funcionamento do esquema experimental a prática mobilizada é selecionando variáveis para planejar artefato experimental. Vejamos no Quadro 31 a ocorrência desta prática.

Quadro 31 – Episódio 5 - O que são mesmas condições?

<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:44:19-00:44:42 Ação/Tema: Mesmas condições Movimento epistêmico: Compreensão</p>	<p>Professor: Veja, o que A3 coloca é que aqueceria um material, aqueceria outro e veria quanto um se dilata e quanto outro se dilata, é isso A3? Submeter as mesmas condições. As mesmas condições seriam o que na verdade? Calor, não é, então você...</p>
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:44:42-00:44:52 Ação/Tema: Pressão atmosférica e temperatura Prática epistêmica: Produção – Selecionando variáveis para planejar artefato experimental</p>	<p>A8: Mesma pressão atmosférica, temperatura. Professor: Como é A8? A8: Mesma pressão atmosférica e a temperatura.</p>
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:44:52-00:45:13 Ação/Tema: Como manter as mesmas condições? Movimento epistêmico: Reelaboração</p>	<p>Professor: Certo! No caso, como a dilatação depende da temperatura, não é? Vocês aqueceriam um material quanto o outro, mas teria que ser as mesmas condições. Como é que na prática ficaria isso, as mesmas condições? A pressão atmosférica não muda, né, vamos dizer assim no mesmo ambiente, claro. É...</p>
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:45:13-00:45:33 Ação/Tema: Mesmas temperaturas Prática epistêmica: Produção – Planejar artefato experimental</p>	<p>A8: Colocaria dois materiais nas mesmas temperaturas só que diferentes do ambiente e analisaria o quanto mudou de seu volume. Aí como eu falei aqui eu poderia transformar esse material em uma tira fina pra gente se preocupar com apenas uma dimensão, o comprimento. A gente podia ver a variação.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor.

O professor busca compreender a ideia de A3 sobre submeter os materiais às mesmas condições. A8 cita as variáveis que definiriam essas condições. O movimento de reelaboração é adotado pelo professor com o intuito de fazer os alunos exporem como que na prática essas condições seriam mantidas, direcionando a visão para a mensurabilidade das variáveis envolvidas. Após esta última fala de A8, o professor, por meio do movimento de instrução, fala sobre a importância de mensurar as grandezas associadas.

Com o avançar da discussão o professor indaga aos alunos sobre a uniformidade das variáveis que estarão associadas ao esquema experimental. Vejamos no Quadro 32.

Quadro 32 – Episódio 5 - Controle de variáveis

<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:46:58-00:47:15 Ação/Tema: Como mensurar? Movimento epistêmico: Reelaboração</p>	<p>Professor: Então a pergunta é, como é que vocês fariam isso? A3 e A8 já responderam, tem que submeter às mesmas condições. Mas eu submeto as mesmas condições de temperatura e eu aqueço um mais tempo e outro menos tempo, por exemplo?</p>
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:47:15-00:47:26 Ação/Tema: Durante o mesmo tempo Prática epistêmica: Produção – Seleccionando variáveis para planejar artefato experimental</p>	<p>A3: Colocar assim, eu faria no mesmo tempo porque eu quero que a única coisa que vá afetar o resultado final seja a propriedade que cada um tem.</p>
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:47:26-00:47:55 Ação/Tema: Controle de variáveis Movimento epistêmico: Instrução</p>	<p>Professor: Isso, ou seja, você tem que fazer uma espécie de controle de variáveis, não é isso? Se você quer observar como uma variável está interferindo na outra, ou seja, como o calor interfere na capacidade de dilatação, você não pode fornecer, submeter a uma fonte de calor um mais tempo e outro menos tempo, porque certamente o que está submetido a mais tempo receberia uma quantidade maior de calor, não é isso? Então você tem que tá mensurando bem.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em resposta ao movimento do professor, A3 afirma que o tempo precisaria ser mantido para os procedimentos do esquema, uma vez que apenas a propriedade avaliada deveria ser expressa no resultado final. O movimento de instrução foi assumido pelo professor para explicar a importância do controle de variáveis.

Em um momento posterior, os alunos, em resposta ao professor, afirmaram que fariam uso de régua ou fita métrica como utensílios de medição do comprimento. Encerrada a discussão sobre a construção esquema experimental, o professor apresenta aos alunos o

funcionamento do dilatômetro. Aqui eles puderam verificar como o coeficiente de dilatação poderia ser determinado por meio de um aparato mais formalizado. Em seguida, o professor envia uma nova parte do roteiro para os estudantes. Eles precisaram fazer cálculos para determinar o coeficiente de dilatação linear para materiais que compõem três tubos diferentes: de aço, de alumínio e de latão. Também precisaram indicar qual, dentre as três opções, possuiria o maior coeficiente de dilatação e o que isso poderia representar. Todos os alunos, através do cálculo, verificam que, dentre os três materiais, o alumínio possuía o maior valor de coeficiente de dilatação. Alguns alunos, mobilizando a prática epistêmica explicando, comentaram o que significaria este fato:

A8: ‘Que o volume dele aumenta mais sobre a mesma variação de temperatura.’

A10 (pelo chat): ‘Ele dilata mais e se contrai mais’

Neste momento da oficina os alunos já haviam debatido: a ocorrência e a origem da dilatação e contração dos sólidos; a capacidade de dilatação de diferentes materiais e a característica responsável por expressá-la, verificando, inclusive, como é feito o seu cálculo. Assim, entendemos que os alunos já estivessem familiarizados com os conceitos de dilatação e coeficiente de dilatação.

Prosseguindo com a aula, foi apresentada a eles uma série de informações sobre a restauração dental e os materiais que são mais utilizados neste procedimento, por meio do roteiro eles receberam: um texto discutindo a finalidade da técnica e abordando as diversas características dos materiais utilizados, indicando os prós e contras de cada um deles; uma imagem de um mesmo tipo de dente restaurado com três dos cinco materiais abordados; o valor do coeficiente de dilatação do esmalte dentário; um quadro com os valores de coeficiente de dilatação, durabilidade e custo de cada material. Os alunos, considerando as informações, tiveram que fazer uma escolha:

Quadro 33 – Questionamento final do Encontro II

Imagine a seguinte situação: você precisa de uma restauração em um dos seus dentes. Baseando-se em todas as informações apresentadas anteriormente, qual material você escolheria para que o seu dentista realizasse o procedimento? Justifique a sua resposta.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Baseados na distinção apresentada por Osborne e Patterson (2011), entendemos que as respostas elaboradas pelos alunos para esse questionamento se constituíram em argumentos e não em explicações. Para esses autores a diferença essencial entre esses dois atos reside em sua função epistêmica. A explicação busca tornar algo inteligível, ou seja, gerar um senso de

compreensão aumentada. O argumento, por sua vez, busca justificar uma reivindicação de conhecimento ou persuadir. Entendemos que as respostas aqui apresentadas estejam fortemente ligadas a esse segundo aspecto da argumentação, a persuasão.

A seguir, apresentamos uma análise dos argumentos escritos pelos alunos para escolha do material. Para verificarmos a estrutura desses argumentos utilizamos o TAP, identificando quais elementos apareceram nas respostas apresentadas. Para inspeção da qualidade desses argumentos consideramos as combinações dos elementos propostos no TAP (ERDURAN et al., 2004), verificando também a frequência com que os elementos aparecem (SÁ; KASSEBOEHMER; QUEIROZ, 2014). O próximo quadro (Quadro 34) apresenta os argumentos elaborados e informações sobre a estrutura de cada argumento, além da frequência de cada elemento no argumento. Do total de alunos, apenas 7 responderam ao questionamento, fazendo, assim, a sua escolha. Para cada aluno foi atribuído um código, servindo para substituir o seu nome nesta análise.

Quadro 34 – Argumentos dos alunos antes da discussão

Elementos do TAP		Argumento escrito	Aluno
Estrutura C D W B Q R	Frequência		
CDW	1C, 2D, 1W	A Resina Composta, pois ela é mais barata e possui o coeficiente próximo do esmalte dentário e ficaria mais parecido com os dentes naturais.	A5
	1C, 3D, 3W	Eu escolheria amálgama por conta do seu custo e durabilidade, o coeficiente de dilatação também é alto o suficiente para manter o conforto no dente no qual eu usaria, acho que o fato de eu ser mão de vaca dá total apoio para a compra de tal produto, tendo em vista que ele seria usado por muitos anos, e talvez, até o fim da minha vida.	A6
	1C, 1D, 2W	Bom, escolheria o Ionômero de vidro, pois ele tem o coeficiente de dilatação mais próxima do esmalte dental, assim ambos poderão dilatar mas a diferença dos tamanhos não será tão grande, afim de evitar uma grande deformação na estética do dente.	A8
	1C, 2D, 1W	A resina composta, porque ela é mais barata e possui o coeficiente próximo do esmalte dentário. Além disso, os dentes permanentes também podem manchar com muita ingestão de café, uso de tabaco entre outros componentes e então, ficaria bem parecido com os dentes normais.	A10
CDR	1C, 3D, 3R	Porcelana, apesar do custo alto e o fato de ser sensível e exigir muito cuidado, ela tem a cor semelhante ao dente e resistentes a mancha, além disso tem alta durabilidade.	A1

	1C, 3D, 1R	"As incrustações de ouro são bem aceitas pelos tecidos gengivais e podem durar mais de 20 anos." Aparentemente o ouro mesmo com o custo alto valeria a pena por conta de sua alta durabilidade e resistência.	A3
CDWBR	1C, 4D, 1W, 1B, 1R	Porcelana, porque possui uma coloração parecida com os dentes, não mancha facilmente, demora para faturar e não iria me incomodar quando estivesse na minha boca, pois, ele não se expande tão rápido comparado aos outros, já que seu coeficiente de dilatação é baixo. Isso valeria seu preço.	A7

Fonte: Elaborado pelo autor.

Como indicado no quadro anterior, consideramos como conclusão (C) o material escolhido por cada estudante, ou seja, a conclusão corresponde à resposta mais objetiva do aluno à pergunta proposta. Verificamos que não houve uma clara predominância de um material frente aos demais na escolha dos alunos. Cada material apresentado foi escolhido por, pelo menos, um aluno. No entanto, os materiais porcelana e resina composta foram escolhidos por dois alunos, respectivamente.

Para Toulmin (2006), a estrutura básica de um argumento é composta por conclusão (C), dados (D) e garantia de inferência (W). Para além dessa estrutura básica, a presença de conhecimento de base (B), qualificador (Q) e refutador (R) tornam a estrutura mais complexa. Verificamos que, dos argumentos escritos, 4 apresentaram esse tipo de estrutura (CDW), a qual constituiu os argumentos dos alunos A5, A6, A8 e A10. Para estes alunos, foi suficiente para justificar suas escolhas que seus argumentos apresentassem dados favoráveis e afirmativas que apoiassem tais dados, as quais proporcionam a ligação entre os dados e a conclusão.

Segundo Toulmin, não há argumento sem garantia de inferência. Contudo, o autor indica que elementos implícitos podem fazer parte do argumento, correspondendo a ideias compartilhadas com a audiência, as quais não necessitam estar explícitas (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; BROCCOS, 2015). Os argumentos dos alunos A1 e A3 não apresentaram garantia de inferência. Nestes dois argumentos, há a presença de variados dados favoráveis, o que, possivelmente, pode ter despertado nestes alunos a percepção de dispensabilidade da apresentação explícita de justificativas que apoiassem a sua escolha. A apresentação desses dados por si só já se constituiria em uma justificativa plausível para tanto. Sandoval e Millwood (2007) dizem que a falta de garantias no argumento do aluno pode simplesmente refletir sua crença de que essas reivindicações já são consideradas, sendo dispensáveis de apresentação.

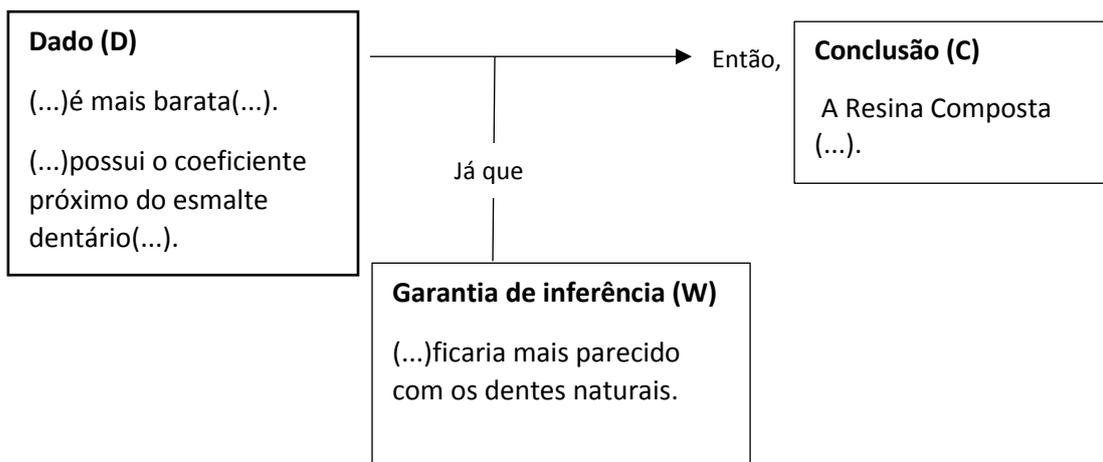
Mesmo não havendo a presença de garantias de inferência explícitas nestes argumentos, eles contêm refutadores. Além desses, outro argumento que também apresentou

refutador foi o do aluno A7. Tal argumento, inclusive, foi o que apresentou uma maior variedade de elementos do TAP.

Verificamos que quase todos os argumentos do tipo CDW apresentam uma frequência de 4 elementos do TAP, com exceção do argumento de A6, que apresenta a frequência de 7 elementos em sua composição. Os dois argumentos do tipo CDR apresentam frequência de 7 e 5 elementos, respectivamente, sendo eles os argumentos de A1 e A3. O argumento de A7 apresenta a frequência de 8 elementos, distribuídos na estrutura CDWBR. Neste caso, verificamos que o argumento que apresenta uma maior combinação dos elementos do TAP também apresenta uma maior frequência de ocorrência dos elementos.

Vejamos uma análise mais detalhada dos argumentos apresentados por A5 e A7, presentes nas Figuras 17 e 18.

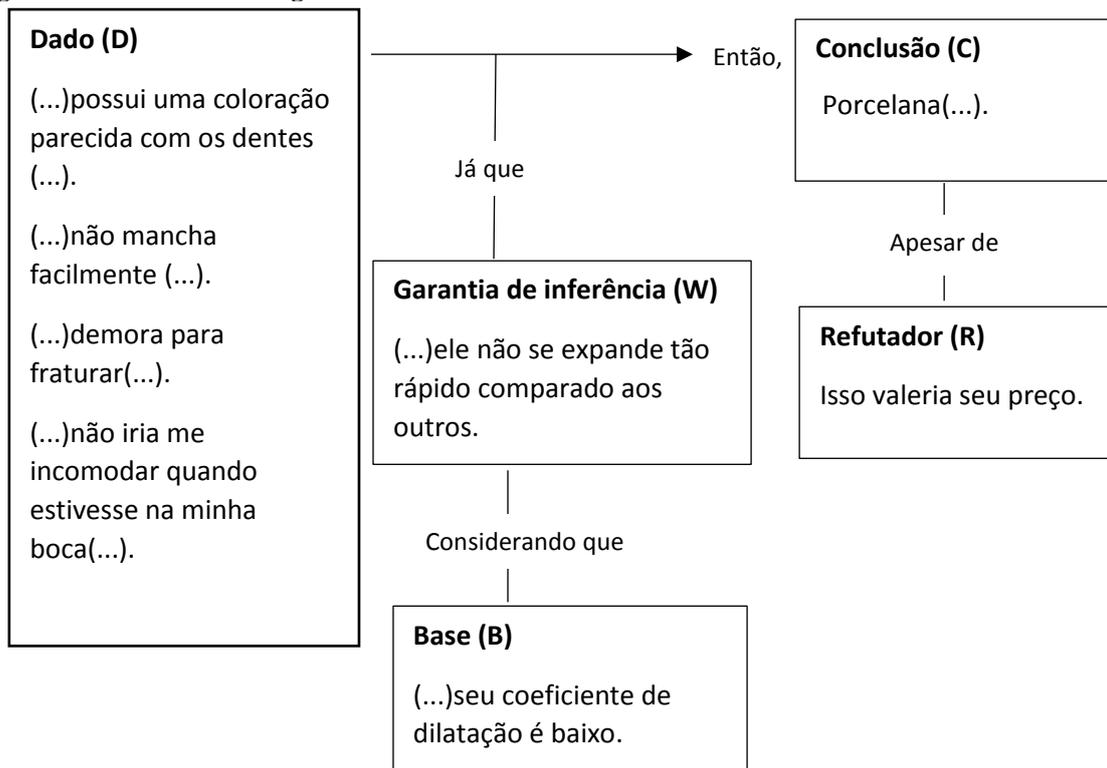
Figura 19 – Estrutura do argumento de A5 antes da discussão



Fonte: Elaborado pelo autor.

A5 apresenta um argumento composto por uma conclusão, dois dados e uma garantia de inferência. Os dados apresentados, e que justificam a sua escolha, estão relacionados ao custo e ao coeficiente de dilatação, no entanto verificamos que a garantia de inferência dada não tem uma relação direta com esses dados, pois denota um aspecto estético.

Figura 20 – Estrutura do argumento de A7 antes da discussão



Fonte: Elaborado pelo autor.

O argumento apresentado por A7 é composto por uma conclusão, quatro dados, uma garantia de inferência, acompanhada de um conhecimento de base, e um refutador. Os dados apresentados têm relação com aspectos estéticos, durabilidade e conforto. O argumentador condiciona o conforto causado pelo material (D) ao fato da sua baixa expansão em relação aos demais materiais (W), o que é justificado pelo seu coeficiente de dilatação (B). Diferentemente do argumento anterior, a garantia de inferência apresentada tem relação direta com um dado, no entanto, os demais dados não têm uma relação direta com tal garantia. Como refutador, A7 traz o alto custo do material, contudo, segundo o argumentador, as informações apresentadas juntamente com a garantia utilizada, justificariam a sua escolha. O refutador apresentado denota uma possível resposta justificável para um contra-argumento que levantasse o alto custo como aspecto desabonador sobre a sua escolha.

A10 apresenta um argumento do tipo CDW. A garantia de inferência no seu argumento foi: "...os dentes permanentes também podem manchar com muita ingestão de café, uso de tabaco entre outros componentes e então, ficaria bem parecido com os dentes normais.". Aqui podemos perceber a presença de um refutador implícito no texto da garantia de inferência. A opção escolhida pelo argumentador foi a resina, material cujos dados fornecidos informavam ser passível de manchas decorrentes do consumo de café, chá ou tabaco. A justificativa apresentada pelo argumentador é de que, assim como a resina, os dentes permanentes também

são passíveis de manchas. Tal justificativa já denota uma possível resposta a um argumento contrário.

Em um momento posterior à elaboração de suas escolhas, os alunos tiveram que explaná-las para toda a turma ao longo de um processo de discussão mediado pelo professor. A seguir, apresentamos alguns excertos da transcrição decorrente desse período. O Quadro 35 apresenta a transcrição do momento inicial da discussão, quando o professor solicitou, por meio do movimento de elaboração, que os alunos indicassem as suas escolhas. Após cada fala, destacamos entre parênteses o elemento argumentativo associado.

Quadro 35 – Episódio 10 - Excerto do início da discussão

<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:45:49-01:46:06 Ação/Tema: Alunos expõem suas escolhas Prática epistêmica: Comunicação – Argumentando</p>	<p>A7: Eu escolhi porcelana. ((Conclusão))</p> <p>Professor: O A6 colocou aqui, preço. ((Garantia de inferência))</p> <p>A8: Eu escolhi o ionômetro de vidro... ionômero, o ionômero de vidro. ((Conclusão))</p>
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:46:06-01:46:13 Ação/Tema: O que motivou a escolha? Movimento epistêmico: Elaboração (aprofundamento ou avanço)</p>	<p>Professor: Por que que vocês fizeram essas escolhas? O que foi que motivou vocês a escolherem esse material? Sim? ((Solicita justificativa))</p>
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:46:13-01:46:42 Ação/Tema: Razões das escolhas Prática epistêmica: Comunicação – Argumentando</p>	<p>A6 ((Interrompendo)): Economia! ((Garantia de inferência))</p> <p>A10 (pelo chat): A resina era mais barata e tinha coeficiente semelhante ao do esmalte dentário. ((Apresenta dados))</p> <p>A8: Pela economia mesmo! Eu escolhi o ionômero de vidro a fim de evitar uma deformação maior na estética do dente, já que ele tem o mesmo coeficiente de dilatação do esmalte dentário. ((Argumento CDW, ver figura 19))</p>
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:46:42-01:46:53 Ação/Tema: Não tem uma resposta correta Movimento epistêmico: Elaboração (aprofundamento ou avanço)</p>	<p>Professor: De antemão, gente, eu gostaria de colocar pra vocês que não tem uma resposta correta, viu? Não tem uma resposta, digamos assim, que seja correta, tá?</p>
<p>Autor da fala: Alunos</p>	<p>A8 ((Interrompendo)): Eu fiz assim... também é barato, o que eu escolhi. ((Dado))</p>

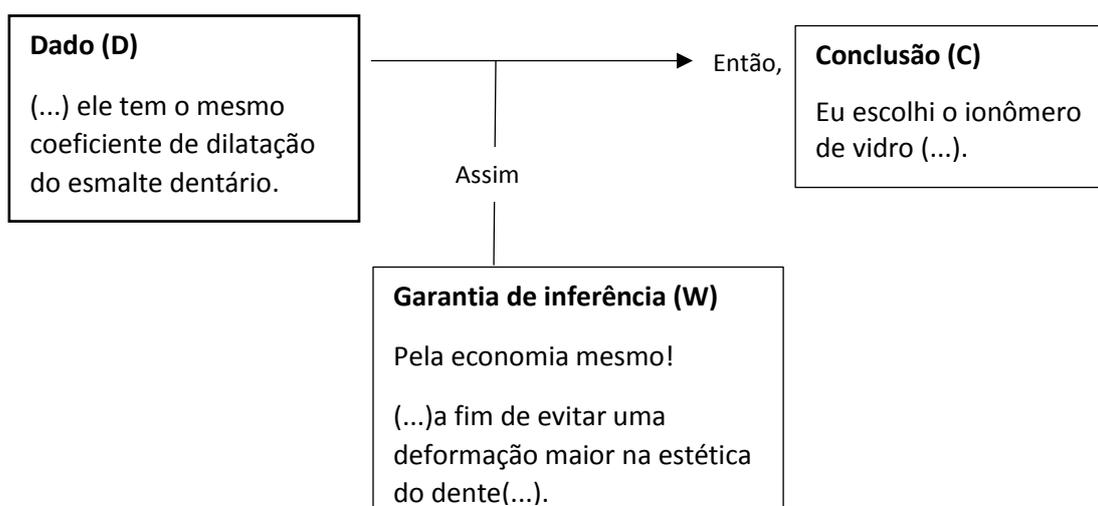
<p>Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico</p> <p>Tempo: 01:46:53-01:46:56</p> <p>Ação/Tema: O material é barato</p> <p>Prática epistêmica: Comunicação – Argumentando</p>	
--	--

Fonte: Elaborado pelo autor.

O professor iniciou a discussão solicitando que os alunos expressassem as características ou motivos que justificassem as suas escolhas. De maneira inicial, os alunos apenas indicaram a escolha realizada sem apresentar justificativas; então, o professor entrevistou, por meio do movimento de elaboração (aprofundamento ou avanço), solicitando que as mesmas fossem apresentadas. Nesse instante inicial de discussão, apenas duas características foram atribuídas às escolhas, o coeficiente de dilatação e o custo.

Na próxima figura (Figura 19) trazemos a análise do argumento apresentado por A8.

Figura 21 – Estrutura do argumento de A8



Fonte: Elaborado pelo autor.

Temos um argumento formado por conclusão, dado e garantia de inferência (CDW). Como podemos ver, o argumento apresenta um dado, referente ao coeficiente de dilatação. No entanto, o argumentador apresenta uma garantia de inferência relacionada ao custo, ainda que esse dado não tenha sido apresentado de maneira explícita em seu argumento. Pode-se afirmar que o coeficiente de dilatação associado ao baixo custo do material escolhido pelo aluno se constituem em garantias de inferência suficientes para justificar a escolha.

A discussão tem o seu prosseguimento e o professor segue indagando aos alunos sobre as suas escolhas, bem como explorando os argumentos apresentados. Em determinado momento, o aluno A8 atribui a sua escolha ao fato do material ser adequável ao dente. O

professor, então, solicita uma resposta que justifique tal afirmação. O excerto apresentado no Quadro 36 exhibe este momento.

Quadro 36 – Episódio 10 - Excerto discussão entre professor e A8

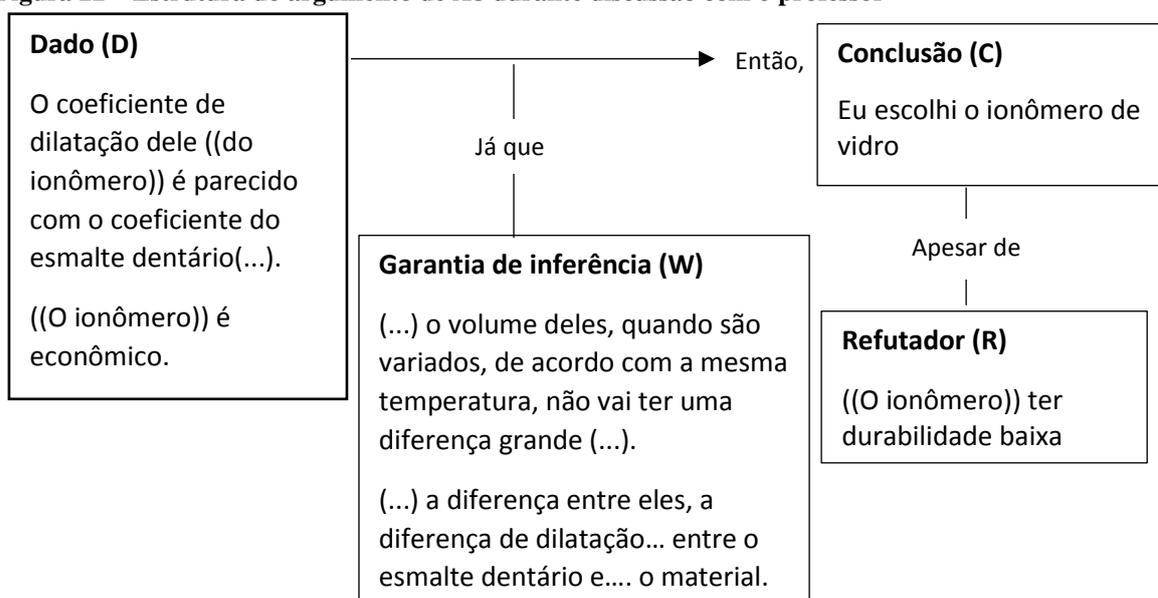
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:47:48-01:48:02 Ação/Tema: Mais adequável ao dente? Movimento epistêmico: Elaboração (aprofundamento ou avanço)</p>	<p>Professor: E você leva o quê em consideração, Miguel, para dizer que o ionômero... ele é... é mais adequável ao dente, né? Ele se adequa melhor ao dente? O quê que você leva em consideração pra dizer isso? ((Solicita dado))</p>
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:48:02-01:48:14 Ação/Tema: Características do ionômero Prática epistêmica: Comunicação – Argumentando</p>	<p>A8: O custo dele, a durabilidade, ah não, a durabilidade... durabilidade é baixo. Mas o custo é baixo. ((Apresenta dados))</p>
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:48:14-01:48:20 Ação/Tema: Ele é adaptável? Movimento epistêmico: Compreensão</p>	<p>Professor: Mas quando você afirma que... Mas quando você afirma que ele é adaptável ao dente, né? O que você tá querendo falar com isso?</p>
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:48:20-01:48:51 Ação/Tema: Coeficiente de dilatação parecido Prática epistêmica: Comunicação – Argumentando</p>	<p>A8 ((interrompendo)): Por causa do coeficiente de dilatação. O coeficiente de dilatação dele é parecido com o do esmalte dentário, então não vai variar.... o volume deles, quando são variados, de acordo com a mesma temperatura, não vai ter uma diferença grande, né? A dilatação não vai ser tão grande, a diferença entre eles, a diferença de dilatação... entre o esmalte dentário e o.... o material. ((Apresenta dados e garantias de inferência))</p>

Fonte: Elaborado pelo autor.

É possível perceber que, por meio da interação que ocorre na discussão, o professor solicita, por uma segunda vez, uma explicação pertinente para a qualidade “adequável” atribuída pelo aluno, visto que esta não tinha relação com custo ou durabilidade. Esta ação oportunizou ao aluno A8 explicitar o seu entendimento acerca do conceito científico de dilatação térmica. O entendimento é de que o material escolhido não irá apresentar uma variação discrepante da do esmalte dentário, adquirindo, assim, a qualidade “adequável”. Ainda que, este último termo não tenha sido utilizado, neste momento, na construção da fala do aluno.

Na transcrição anterior também foi possível perceber que A8 se deu conta de uma informação desfavorável a sua escolha: a durabilidade. Assim, considerando a reunião dos turnos em que A8 se pronunciou, temos um argumento em que aparece o refutador, além de dados, conclusão e garantias de inferência, as quais foram bem apresentadas por A8 na última fala da discussão com o professor. Podemos, então, configurar o argumento de A8 da seguinte forma:

Figura 22 – Estrutura do argumento de A8 durante discussão com o professor



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em um momento posterior, o professor questionou se os alunos consideraram prós e contras que cada material tem para pesar na sua decisão. Outro aspecto, trazido pelo professor, questionava se eles levaram em conta o tipo de dente que seria restaurado. Vejamos no Quadro 37.

Quadro 37 – Episódio 10 - Cada material tem prós e contras

<p>Autor da fala: Professor</p> <p>Tipo de conteúdo científico: Conteúdo científico</p> <p>Tempo: 01:48:51-01:49:16</p> <p>Ação/Tema: Quais os contras?</p> <p>Movimento epistêmico: Elaboração (aprofundamento ou avanço)</p>	<p>Professor: A8, é... mas assim, cada material... tudo bem, cada material que vocês observam eles têm, eles podem ter também prós e contras, não é? Então você reparou os contras que esse material pode ter pra pesar na sua decisão? ((Solicita refutadores))</p>
<p>Autor da fala: Alunos</p> <p>Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico</p> <p>Tempo: 01:49:16-01:49:31</p>	<p>A8: Sim, a baixa durabilidade, né? Porque como ele fica oscilando demais entre... de acordo com a sua temperatura aí ele acaba tendo uma durabilidade baixa. Isso aí é a parte ruim. ((Apresenta refutador))</p>

Ação/Tema: Baixa durabilidade Prática epistêmica: Comunicação – Argumentando	
Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:49:31-01:49:54 Ação/Tema: Levou em conta o tipo de dente? Movimento epistêmico: Elaboração (aprofundamento ou avanço)	Professor: Certo. Que mais tem falando do ionômero? É, vocês levaram em conta também o tipo de dente que vai ser restaurado? Ou isso não conta? ((Apresenta outro critério)) A8: [inaudível] Professor: Teve alguém que colocou.
Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:49:54-01:49:56 Ação/Tema: Não foi considerado Prática epistêmica: Avaliação – Justificando as próprias conclusões	A8: Não, isso eu não levei em conta não.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao afirmar não ter levado em conta o tipo de dente que seria restaurado, A8 justifica a escolha feita, ou seja, a sua conclusão. A prática epistêmica mobilizada neste momento é justificando as próprias conclusões. Nesta parte da discussão a apresentação de um novo critério (tipo de dente a ser restaurado) pelo professor acabou não sendo debatida, mas, no desenrolar da aula, o professor retoma esse critério. Os dois próximos excertos apresentam discussões posteriores sobre a escolha de dois materiais. O primeiro (ver Quadro 38) apresenta uma discussão sobre a escolha do material porcelana.

Quadro 38 – Episódio 10 - Excerto discussão sobre porcelana

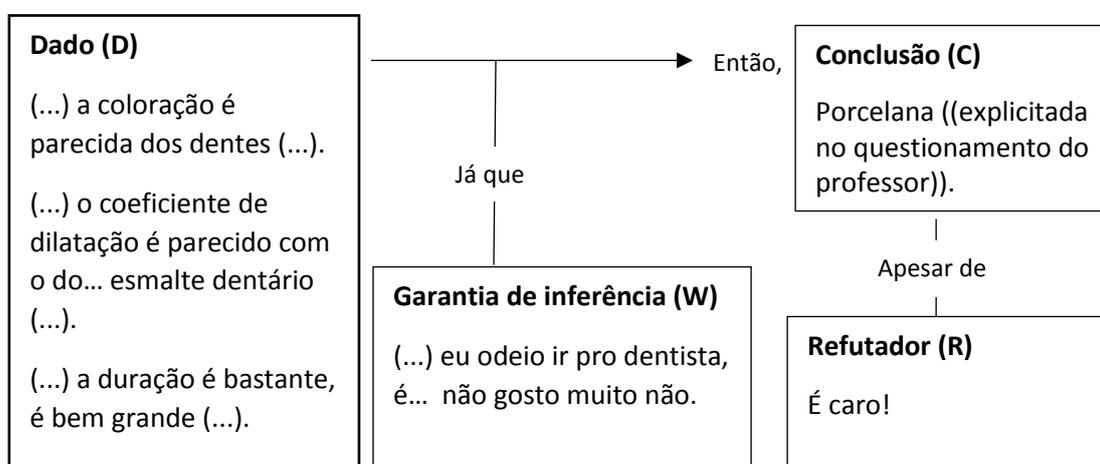
Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:51:10-01:51:20 Ação/Tema: Por que considerou a porcelana? Movimento epistêmico: Elaboração (aprofundamento ou avanço)	Professor: A7, você... você considerou a porcelana por quê? ((Solicita justificativas))
Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:51:20-01:51:37 Ação/Tema: Razões da escolha	A7: Porque a coloração é parecida dos dentes, é... o coeficiente de dilatação é parecido com o do... esmalte dentário e a duração é bastante, é bem grande, porque já que eu odeio ir pro dentista, é... não gosto muito não. ((Apresenta dados e garantias de inferência))

Prática epistêmica: Comunicação – Argumentando	
Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:51:37-01:52:00 Ação/Tema: Qual seria o contra? Movimento epistêmico: Elaboração (aprofundamento ou avanço)	Professor: É, a porcelana, ela... ela pode variar pra se adequar melhor a cor do dente, né? Porque os dentes, eles têm cores diferentes, alguns dentes são mais brancos, outros não, natural da pessoa, né? E a porcelana ela pode se ajustar a estética do dente, a coloração, né isso? Agora, qual seria o contra que você considerou aí? ((Solicita refutador))
Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:52:00-01:52:02 Ação/Tema: Preço Prática epistêmica: Comunicação – Argumentando	A7: É caro! ((Apresenta refutador))

Fonte: Elaborado pelo autor.

A estrutura do argumento apresentado por A7 é dada pela Figura 21.

Figura 23 – Estrutura do argumento de A7 durante discussão com o professor



Fonte: Elaborado pelo autor.

Verificamos que o argumento acima assume como garantia de inferência um valor pessoal específico. Não gostar de ir a consultas com o dentista é um valor pessoal do argumentador, que justifica a escolha de um material com alta durabilidade. Inicialmente, A7, durante a discussão, não apresenta nenhuma característica desfavorável do material. Por meio da discussão, o aluno vai explicitando as suas ideias e, posteriormente, após um movimento de elaboração (aprofundamento ou avanço) do professor solicitando um refutador, elenca um demérito do material. Assim, o alto custo do material constitui o refutador apresentado na estrutura do seu argumento.

O segundo excerto (ver Quadro 39) apresenta parte da transcrição da discussão sobre o uso do material amálgama.

Quadro 39 – Episódio 10 - Excerto discussão sobre amálgama

<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:52:46-01:53:01 Ação/Tema: Apenas preço e durabilidade? Movimento epistêmico: Elaboração (aprofundamento ou avanço)</p>	<p>Professor: A6, você... que eu iria colo... Só se o A6 queria colocar algo mais? Foi só preço mesmo, A6? Preço e durabilidade?</p> <p>A6 ((pelo chat)): Sim.</p>
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:53:01-01:53:06 Ação/Tema: Só pensa no dinheiro Prática epistêmica: Avaliação – Criticando declarações de outros</p>	<p>A8: A6 é mais econômico. Só pensa no dinheiro aí.</p>
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:53:06-01:53:19 Ação/Tema: Qual o problema da amálgama? Movimento epistêmico: Elaboração (aprofundamento ou avanço)</p>	<p>Professor: A6, cadê? Ele colocou amálgama, preço e durabilidade. Mas qual o problema da amálgama, gente? Vocês viram qual é o problema da amálgama? ((Solicita refutador))</p>
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:53:19-01:53:21 Ação/Tema: Coeficiente muito alto Prática epistêmica: Comunicação – Argumentando</p>	<p>A7: Coeficiente muito alto! ((Apresenta refutador))</p>
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:53:21-01:53:24 Ação/Tema: Cita o dado apresentado Movimento epistêmico: Síntese</p>	<p>Professor: O coeficiente muito alto? Ah, certo!</p>
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:53:24-01:53:36</p>	<p>A10 ((pelo chat)): Tem mercúrio né? ((Apresenta refutador))</p> <p>A6 ((pelo chat)): Com o dinheiro da melhor restauração eu compro um jogo e comida. ((Garantia de inferência))</p>

Ação/Tema: Aspectos da amálgama Prática epistêmica: Comunicação – Argumentando	
---	--

Fonte: Elaborado pelo autor.

O professor traz para discussão a escolha feita por A6, questionando se apenas a durabilidade e o preço foram responsáveis por sua escolha. A8 critica a escolha de seu colega, afirmando que o mesmo só pensa em dinheiro. Aqui há a ocorrência da prática epistêmica criticando declarações de outros. Posteriormente, o professor prioriza um debate sobre os contras do material em questão. A7 afirma que o problema da amálgama é o valor do seu coeficiente de dilatação, enquanto A10 aponta a presença de mercúrio em sua composição. A6, mesmo tendo sido informado por seus colegas dos problemas da sua escolha, reafirma sua posição indicando uma garantia que aparentemente, dentro do seu argumento, supera as negativas apresentadas. Aqui a garantia assume uma condição social individual afirmando que a escolha de um material de baixo custo compensaria os contras.

A discussão segue e o professor, por meio do movimento de elaboração (aprofundamento ou avanço), solicita que os alunos falem sobre as limitações da amálgama. Vejamos o Quadro 40.

Quadro 40 – Episódio 10 - Mercúrio é tóxico

Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:54:03-01:54:19 Ação/Tema: Qual o problema da amálgama? Movimento epistêmico: Elaboração (aprofundamento ou avanço)	Professor: Certo. Agora eu queria saber qual o problema do mercu... o A10 colocou ali. É, que tem mercúrio, não? Na verdade, a amálgama. ((Solicita refutador)) Professor: É, inclusive a A10 escolheu a resina também, né? ((Compartilha a escolha do aluno)) Professor: Ah, A10 escolheu, cadê? Deixa eu ver. Professor: A Resina. ((Compartilha a escolha do aluno))
Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:54:19-01:54:23 Ação/Tema: Fortalece o sistema imunológico Prática epistêmica: Comunicação – Argumentando	A6: Assim que tem o mercúrio que é bom que fortalece o sistema imunológico, tá? Uma maravilha. ((Garantia de inferência))
Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:54:23-01:54:25 Ação/Tema: Mercúrio é tóxico	A8: Mas é tóxico. ((Refutador))

Prática epistêmica: Comunicação – Argumentando	
Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:54:25-01:54:40 Ação/Tema: Concorda com a ideia apresentada Movimento epistêmico: Confirmação	Professor: Exatamente! O mercúrio ele é nocivo, né?

Fonte: Elaborado pelo autor.

Inicialmente, o professor solicita que relacionem como a presença do mercúrio na amálgama poderia ser definida como um aspecto negativo (refutador) na opção por este material. Tal refutador havia sido anteriormente citado por A10, que teve a sua conclusão (escolha) partilhada pelo professor na discussão. O mercúrio seria um aspecto negativo da amálgama por ser tóxico, como apresentado por A8. O professor concorda com a colação de A8 e, posteriormente, por meio do movimento de instrução, fala sobre a redução do uso da amálgama em restaurações.

Após, o professor questiona se os alunos estão levando em conta mais algum aspecto além da dilatação, preço e durabilidade. Esses aspectos foram amplamente citados nas escolhas apresentadas até o momento. Ainda sobre os riscos do uso dos materiais, A8 afirma:

A8: ‘O risco do qual que eu escolhi não é tão grande quanto do mercúrio, pelo menos isso eu sei.’

Entendemos que A8 esteja ponderando o refutador em função de uma justificação da sua própria conclusão.

A próxima transcrição (Quadro 41) é decorrente do momento no qual o professor solicita que os demais alunos falem sobre suas escolhas. A3 expõe que escolheu o ouro.

Quadro 41 – Episódio 10 - Excerto discussão sobre ouro

Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:56:59-01:57:04 Ação/Tema: O ouro Prática epistêmica: Comunicação – Argumentando	A3: Eu mandei no chat. Eu priorizei a durabilidade e qualidade. ((Dados))
Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:57:04-01:57:07	Professor: A durabilidade e qualidade. Você escolheu o quê? ((Solicita conclusão))

Ação/Tema: Qual sua escolha? Movimento epistêmico: Elaboração (aprofundamento ou avanço)	
Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:57:07-01:57:27 Ação/Tema: O ouro Prática epistêmica: Comunicação – Argumentando	A3: Eu, pelo que vi, fui no ouro. Aliás ele se adapta muito bem pros dentes, né? Se eu lembro bem pelo que o texto diz. ((Conclusão e dado)) A7 (pelo chat): Fui na durabilidade, estética, idas no dentista ((Dado e garantia de inferência)) Professor: Ah, certo! O ouro. Ok. A3: Assim, eu ficaria tão endividado quanto alguém fica nas Casas Bahias, mas pelo menos valeria a pena. ((Contrapondo dados e refutador))
Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:57:27-01:57:37 Ação/Tema: Concorda com a ideia apresentada Movimento epistêmico: Confirmação	Professor: Certo. Foi... Professor: É, o ouro ele tem, né, essa característica, dentre os materiais aí apresentados ele é o que apresenta o maior custo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A3 participa da discussão informando, antes mesmo da conclusão, os dados que motivaram a sua escolha. O aluno contrapõe o dado do ouro ser um material de custo financeiro alto com um possível endividamento (refutador).

No desenrolar da discussão o professor questiona A8:

Professor: ‘Mas, por exemplo, você colocaria, faria uma restauração de ouro no dente da frente?’

O aluno responde não se importar com a questão estética. A intenção do professor em enfatizar a estética do dente como um aspecto a ser considerado é chamar a atenção dos alunos para um critério que deveria ser levado em conta, e estava sendo esquecido: a posição ou o tipo do dente. Sobre isso o professor mais adiante comenta:

Professor: ‘É, vocês podem tá considerando também que praticamente o dente da frente é mais difícil, cárie, né? É mais no dente que fica no fundo, mais difícil de escovar, né? Realmente isso acontece, mas a gente tem que pensar em todas as possibilidades.’

Para consolidar a consideração desse critério o professor usa como exemplo a porcelana e a resina para questionar se esses materiais poderiam ser utilizados para qualquer tipo de dente. A8 indaga se seria necessário apontar um único material que fosse adaptável para qualquer dente. Para o professor, isso seria uma missão impossível, mas o critério proposto (tipo de dente) poderia ser levado em consideração no momento de elaboração da resposta.

Os componentes da discussão ainda falam sobre estética associada ao uso do material ouro. O professor, posteriormente, com o movimento de instrução informa aos alunos sobre o uso desse metal na constituição de materiais dentários e pelo movimento de síntese enfatiza a necessidade de consideração de alguns critérios para escolha do material.

Passada a fase de discussão e encerrado o Encontro II, o professor solicitou que os alunos tornassem a responder este item. Ele fez parte do material enviado para ser trabalhado em casa pelos estudantes. O professor afirmou que os alunos poderiam mudar o material escolhido ou continuar com o mesmo, sendo que apresentassem justificativas para as escolhas. Os argumentos escritos para esta segunda rodada de respostas compõem o Quadro 42. Do total de alunos, apenas seis responderam.

Quadro 42 – Argumentos dos alunos após a discussão

Elementos do TAP		Argumento escrito	Aluno
Estrutura 	Frequência		
CDW	1C, 3D, 1W	A amálgama que tem uma durabilidade maior e o custo baixo e tem um nível do coeficiente de dilatação baixo que é bom também não ter muita dilatação para não quebrar o dente.	A2
CDWR	1C, 3D, 3W, 4R	A minha escolha é a porcelana. Apesar de ser frágil e ter um custo bastante alto, investiria nela. Não colocaria o ionômero de vidro por ter uma baixa qualidade e não tenho mais dente de leite, não seria viável para mim. Ouro, esteticamente falando é muito feio no dente, chama atenção demais. Amálgama, apesar de ser muito resistente a mastigação, a implantação dele tem mercúrio e eu não colocaria minha saúde em risco. Resinas compostas seria uma ótima escolha, mas, eu não colocaria. A não ser que a restauração seja mínima. Mas em casos maiores eu considero a porcelana.	A1
	1C, 4D, 1W, 1R	Ouro, particularmente não me importo muito com a aparência, os benefícios citados compensam o custo já que o ouro é mais aceito pelos tecidos gengivais, longa duração, resistência e baixo coeficiente de dilatação.	A3
	1C, 3D, 1W, 2R	Eu escolheria a resina composta, porque ela tem o coeficiente muito próximo do dente normal, é mais barata, porém dura pouco. Em relação a estética eu também escolheria ela, já que se parece com o dente comum e os dentes comuns também perdem esmalte com o consumo excessivo de tabaco, café e entre outros.	A10
	2C, 5D, 7W, 4R	Se o problema for em algum dente da frente, eu escolheria o material porcelana, pois, ele tem uma cor parecida com os dentes, deixando a minha estética quase intocável, tem uma durabilidade alta, diminuindo as idas de ir no dentista e tem o coeficiente de dilatação baixo, não incomodando minha boca, apesar de que, ele quebra com a força da mastigação, mas como ele estará no dente da frente, não será tão impactado com a força. Essas características compensa o preço. Agora, se o problema for em algum dos dentes de trás, eu escolheria o material de ouro, pois, ele tem uma durabilidade alta, suportando a força da mastigação, um	A7

		coeficiente de dilatação baixo e como ele estará no fundo da boca, raramente alguém perceber o ouro na boca, deixando também minha estética quase igual a antes. Isso recompensa o custo dele.	
	2C, 7D, 4W, 2R	Para os dentes molares acho que seria melhor usar a resina composta com o coeficiente de dilatação mínima. Motivos: custo baixo, alta durabilidade e apesar de manchar fácil, ou quebrar, ele vai estar nos dentes molares que são pouco visualizáveis e fica na cavidade onde pode ser mais difícil de quebrar, tendo um coeficiente de dilatação próximo ao do dente ele irá ter uma baixa deformação em relação ao dente. Tendo economizado nos molares, acho que para ter uma boa estética e ter os dentes bem naturais, uma boa escolha é a de porcelana, até porque ele resiste mais às manchas, seu custo é alto e tem um coeficiente de dilatação próximo ao do dente, então é uma boa opção para quem quer ter uma boa estética, só vai custar um pouco mais no bolso.	A8

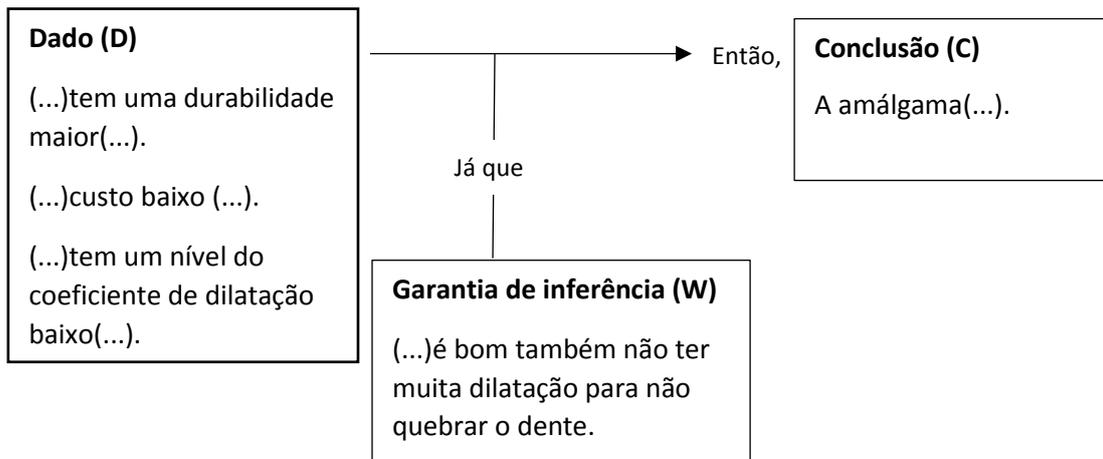
Fonte: Elaborado pelo autor.

Dos argumentos escritos acima, verificamos que apenas um é do tipo CDW e cinco do tipo CDWR. Aqui, diferente do primeiro grupo de argumentos, todos apresentaram garantias de inferência explícitas. Verificamos mudanças na escolha para os alunos A7 e A8, que passaram a considerar a posição do dente como fato relevante para a resolução do caso. A7 continuou com a escolha da porcelana, condicionando o seu uso para um dente frontal e acrescentou que um dente traseiro deveria receber ouro. A8 abandonou a escolha feita no primeiro momento (o ionômero de vidro), passando a indicar a resina para dentes molares e porcelana para os demais. O material mais escolhido pelos estudantes foi a porcelana.

O argumento do tipo CDW, elaborado por A2, foi constituído com a ocorrência de 5 elementos. O argumento do tipo CDWR que mais apresentou ocorrência de elementos foi o de A7, com 18. O total de 7 elementos foi igualmente registrado para os argumentos de A3 e A10. Os demais argumentos desse tipo (CDWR) apresentaram, respectivamente, a ocorrência de 15 e 11 elementos, sendo eles os de A8 e A1. Então, o argumento elaborado por A2 foi o que menos apresentou ocorrência de elementos do TAP, enquanto o argumento apresentado por A7 foi o que mais registrou ocorrência.

As Figuras 22, 23 e 24 trazem análises mais detalhadas para os argumentos de A2, A7 e A1.

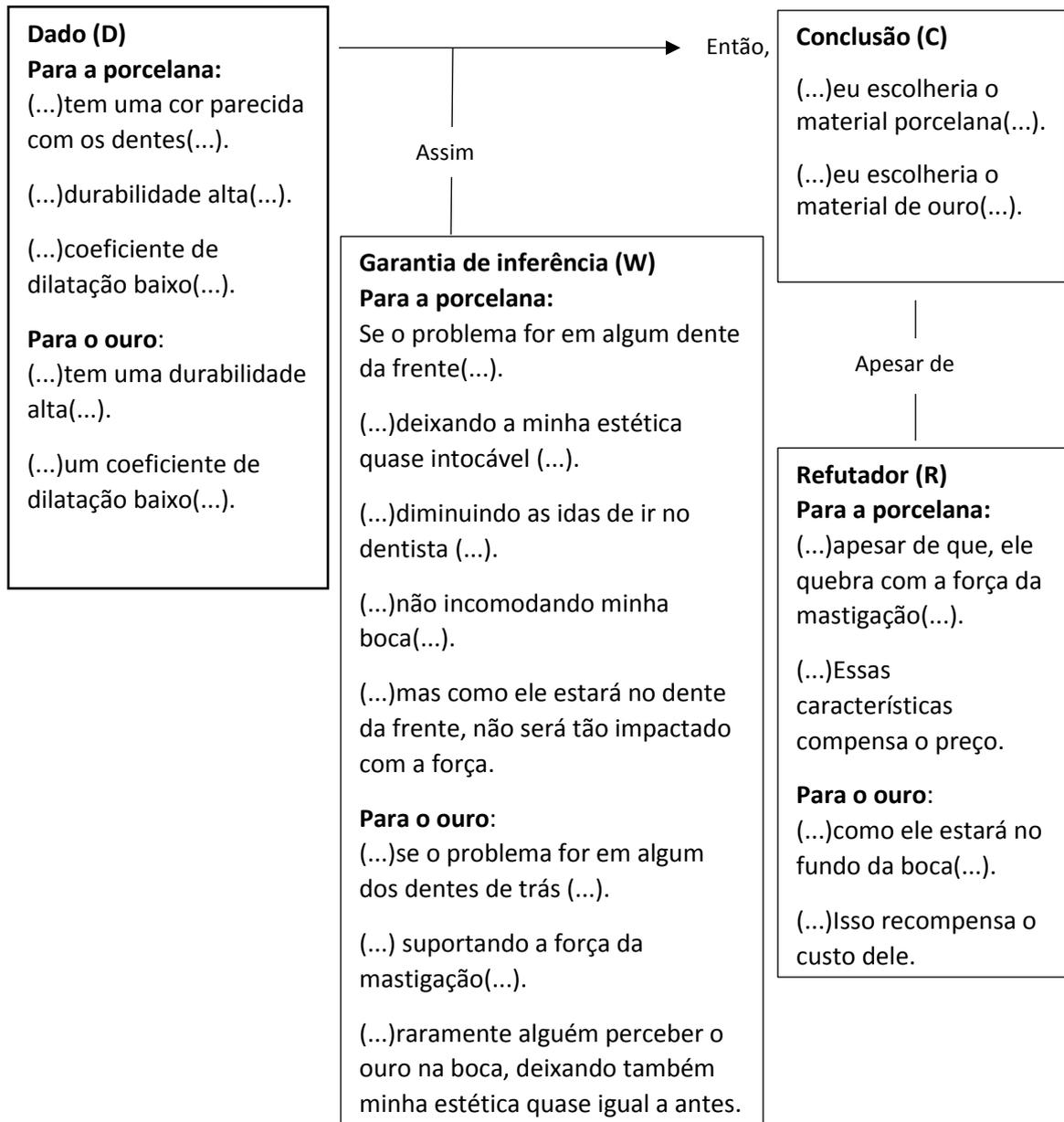
Figura 24 – Estrutura do argumento de A2 após a discussão



Fonte: Elaborado pelo autor.

O argumento apresentado por A2 possui todos os três elementos essenciais do TAP. Para chegar a sua conclusão, a escolha da amálgama, A2 faz uso de três dados. O primeiro está relacionado a durabilidade, o segundo ao custo e o terceiro ao coeficiente de dilatação. Este último dado tem uma relação direta com a garantia de inferência dada. O argumentador justifica a sua escolha, inferindo que um baixo coeficiente de dilatação seria desejável para o material utilizado como forma de prevenção de fraturas nos dentes.

Figura 25 – Estrutura do argumento de A7 depois da discussão

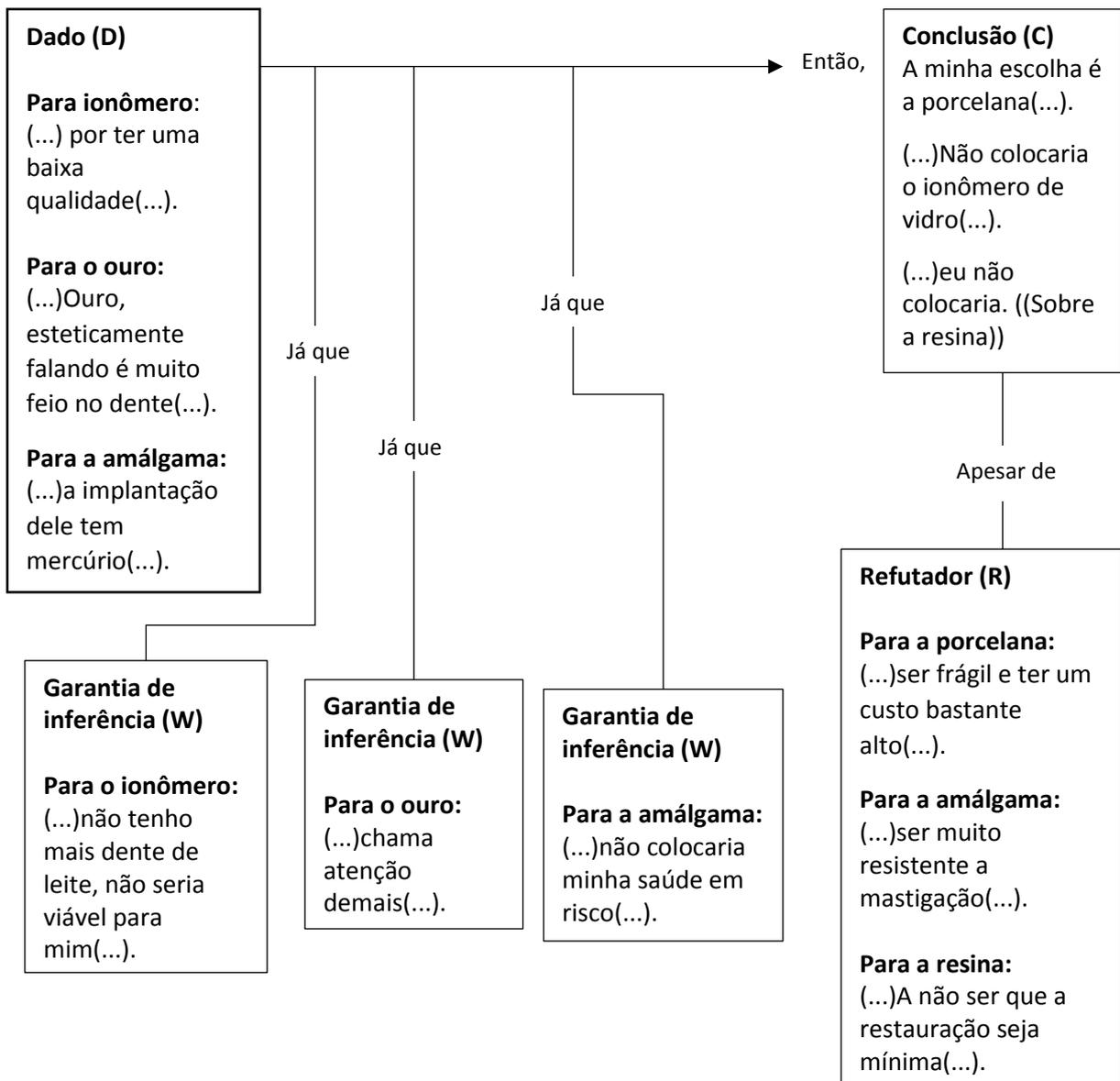


Fonte: Elaborado pelo autor.

A7 elaborou um argumento com duas conclusões, fazendo considerações para cada material escolhido. De maneira geral, o argumento apresenta 5 dados, 7 garantias de inferência e 4 refutadores. Verificamos que, para o material porcelana, o argumentador apresenta respaldo em suas garantias de inferência para todos os dados colocados. Quanto aos refutadores, chama a atenção para um possível dano decorrente da força de mastigação e o preço do material. Para este último, as características apresentadas compensariam, segundo o argumentador, o preço elevado do material porcelana. Podemos ver ainda, na estrutura do argumento, que é apresentada uma garantia “compensatória”, a localização do dente. Segundo o argumentador, o fato de ser um dente frontal diminui o impacto da força.

O refutador apresentado para o outro material, o ouro, também faz menção a localização do dente. O argumentador tenta justificar um possível argumento contrário, que abordasse a estética do material, indicando que o material escolhido seria utilizado em dentes traseiros, diminuindo, assim, as chances de ser notado. A7 escolheu os materiais com maior custo. Dois dos refutadores apresentados justificam a escolha desses materiais, afirmando que as características compensam o alto valor.

Figura 26 – Estrutura do argumento de A1 depois da discussão



Fonte: Elaborado pelo autor.

A1 elaborou um argumento com considerações sobre todos os tipos de materiais disponíveis para a restauração. O material escolhido pela argumentadora foi a porcelana e, embora apresente apenas conclusão e refutador para esse material, para todos os outros

materiais apresenta elementos com o intuito de justificar sua conclusão principal. A aluna apresentou dados e garantias de inferência para o ionômero de vidro, ouro e amálgama. Para o ouro e a amálgama, os dados evidenciados têm ligação direta com as garantias de inferências apresentadas. No caso da amálgama a garantia relacionada a preservação da saúde da argumentadora está ligada a presença de mercúrio na composição deste material. A garantia estética dada para o ouro reside no fato deste material destoar em aparência dos componentes da boca. A garantia apresentada para o ionômero (não possuir dente de leite) está ligada ao fato deste material liberar flúor e não a sua baixa qualidade.

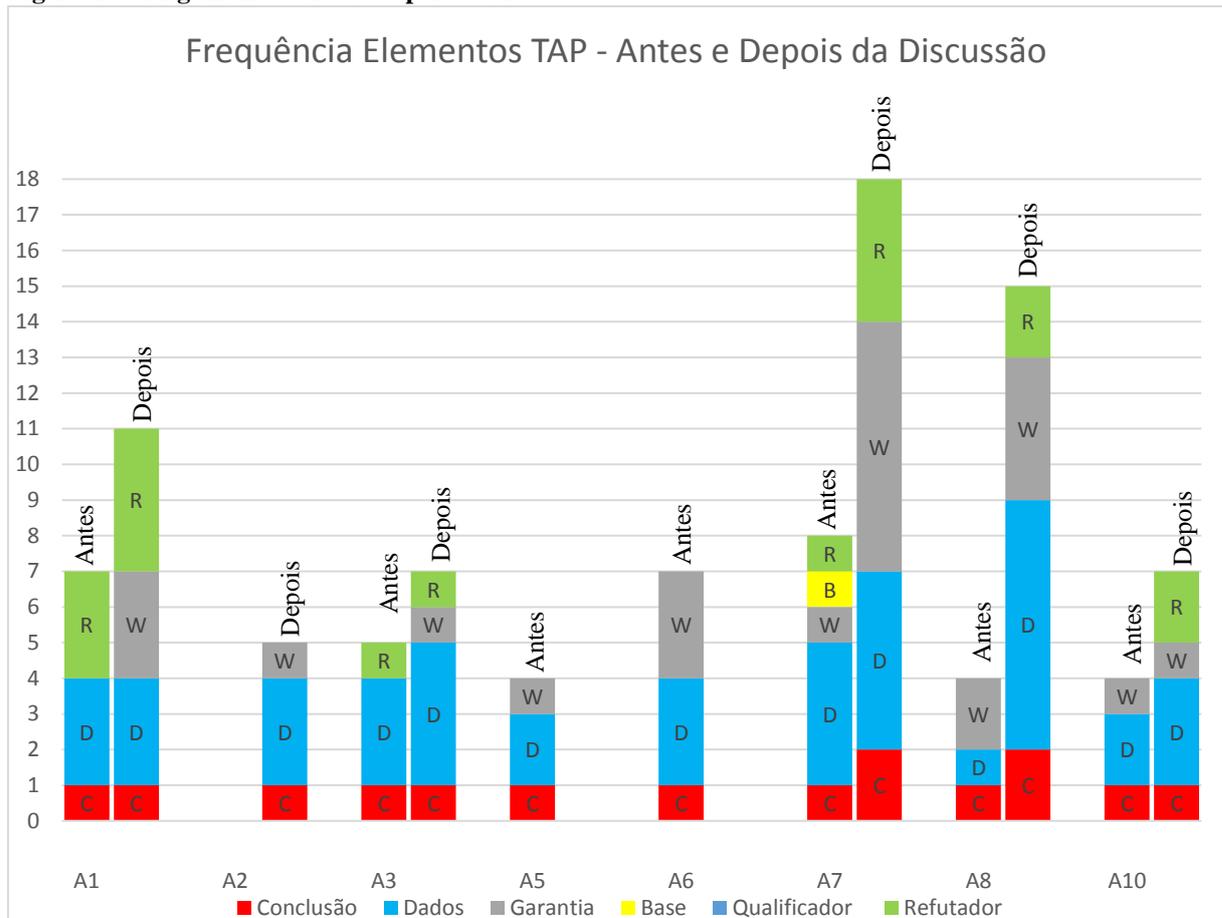
Além da porcelana, como dito anteriormente, foram apresentados refutadores para a amálgama e a resina. O refutador apresentado para a amálgama está ligado a alta resistência do material ao processo de mastigação. O tamanho da restauração foi o refutador apresentado para a resina.

O questionamento sobre a restauração dental marcou o fim da Etapa 3 da SEI. Durante essa etapa foram tratados temas como coeficiente de dilatação, seleção e controle de variáveis, dilatômetro e materiais dentários. As práticas epistêmicas mais mobilizadas foram argumentando, planejando artefato experimental e selecionando variáveis para planejar artefato experimental. Os movimentos epistêmicos de elaboração (aprofundamento ou avanço), instrução e síntese.

6.2.1 Argumentos escritos: análise comparativa

A Figura 25 mostra o tipo e a frequência de elementos encontrados para os argumentos escritos pelos alunos para os dois momentos: antes e após a discussão.

Figura 27 – Argumentos antes e depois da discussão



Fonte: Elaborado pelo autor.

Verificamos que antes do momento de discussão, os argumentos escritos que apresentaram uma maior frequência de elementos do TAP foram elaborados pelos alunos A7, A1 e A6, sendo o primeiro com a presença de 8 elementos e os demais com 7. No entanto, o argumento escrito por A6 não possui refutadores em sua estrutura, já o argumento de A1 acaba sobressaindo dos demais por trazer em sua estrutura três refutadores.

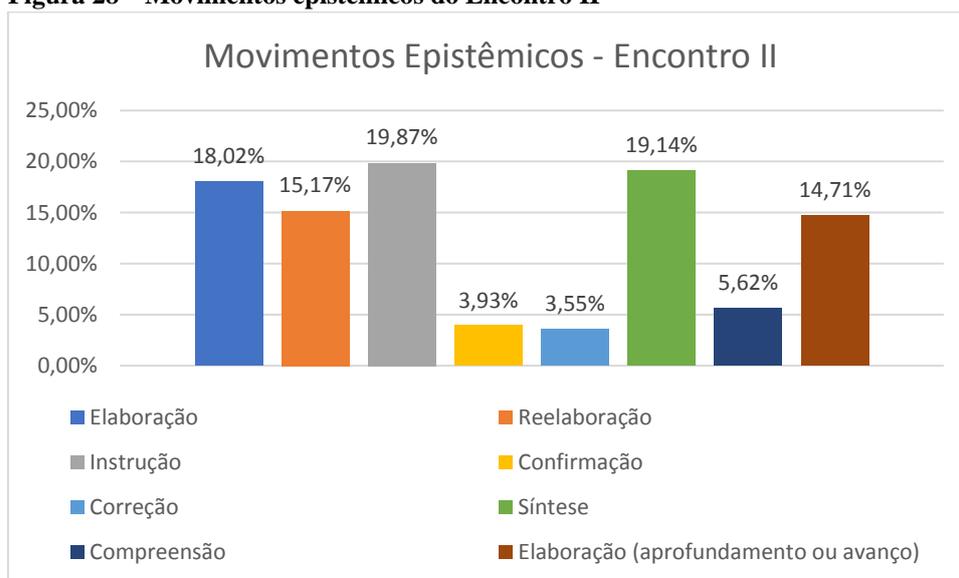
Apenas um dos argumentos escritos após a discussão não apresentou refutador. Os argumentos de A7, A8 e A1 sobressaíram-se aos demais, por apresentarem em suas estruturas, respectivamente, 18, 15 e 11 ocorrências, considerando-se os elementos C, D, W e R. Pudemos verificar, de maneira geral, que os argumentos deste grupo, elaborados após o momento de discussão, apresentaram uma ocorrência mais ampla no número de elementos do TAP, além de uma maior variedade em relação aos tipos de elementos. Tal fato denota, de maneira geral, a ocorrência de argumentos mais complexos e mais elaborados. Além disso, dois dos argumentos (A7 e A8) apresentados após a discussão têm, em cada composição, mais de uma conclusão. Argumentos desse tipo não foram observados no grupo apresentado anteriormente.

Foi possível verificar também que todos os argumentos elaborados após o momento de discussão fizeram uso de garantias de inferência explícitas.

6.2.2 Panorama do Encontro II

Apresentamos agora um panorama da aula do segundo encontro. O tempo total de duração desse encontro foi de 02h07min10s. O tipo de discurso do professor com menor ocorrência para essa aula foi o de experiência, com 1,06% do tempo codificado. Seguido pelo de agenda e de gestão e manejo de classe registrando, respectivamente, 1,17% e 18,83%. O discurso de conteúdo científico prevaleceu, com 78,84% do total. A Figura 28 mostra os percentuais de tempo obtidos conforme a ocorrência dos movimentos epistêmicos nesta aula.

Figura 28 – Movimentos epistêmicos do Encontro II



Fonte: Elaborado pelo autor.

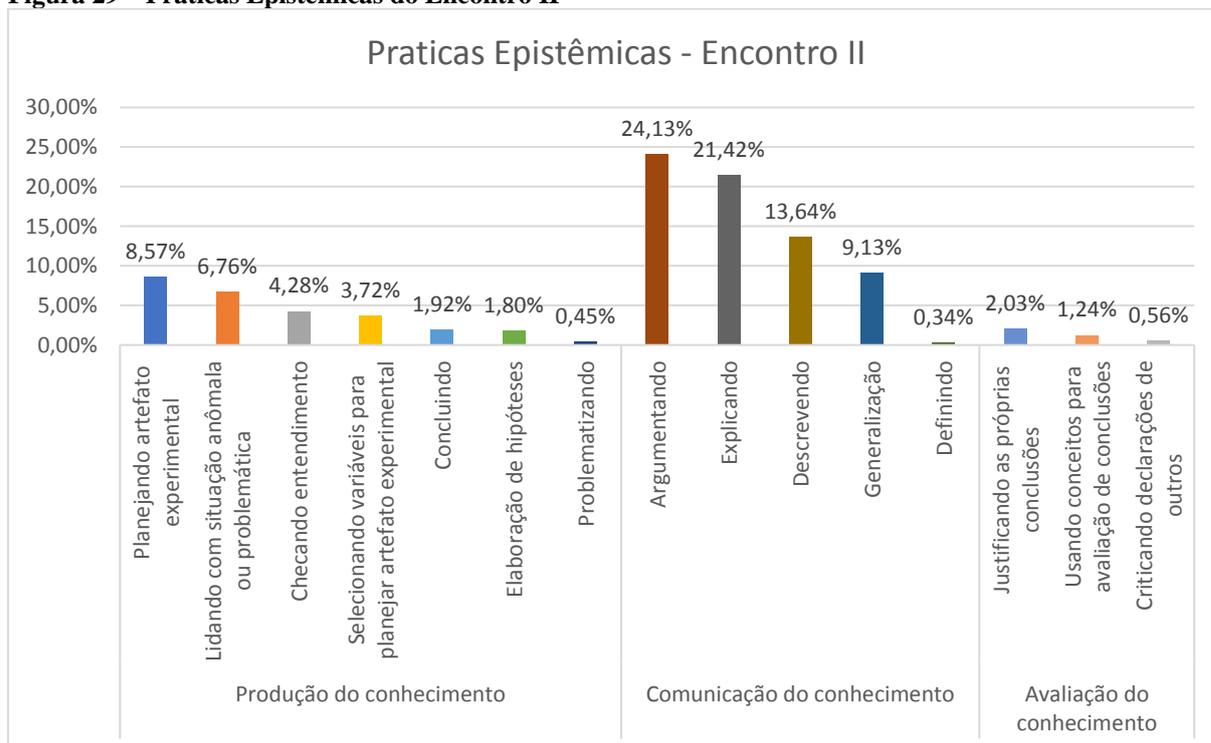
O movimento de instrução foi o que mais prevaleceu para este encontro, com 19,87%. O professor apresentou novas informações para os alunos como forma de suporte para o avanço da discussão. Os demais movimentos de maior ocorrência foram os de síntese e elaboração com, respectivamente, 19,14% e 18,02%. O movimento de correção foi o menor registrado, com 3,55%. Em relação ao encontro anterior, verificamos uma redução no percentual de elaboração e um aumento no de reelaboração. Durante a aula o professor precisou recorrer a ações que fizessem os alunos observarem aspectos desconsiderados, como na discussão sobre a restauração dental na qual o professor chamou atenção para o aspecto da estética; ou uma modificação do pensamento inicial apresentado, visto nos momentos de discussão do

experimento 3, nos quais os alunos não conseguiram deduzir inicialmente se tratar de uma dilatação.

De modo geral, verificamos que os percentuais dos movimentos estão mais equilibrados entre si. A estrutura da atividade pode ter contribuído para esse maior balanço entre os movimentos. Esse encontro priorizou mais eventos para serem analisados pelos alunos, além dos momentos de argumentação, o que provavelmente demandou do professor um maior investimento nos movimentos epistêmicos categorizados.

Do tempo categorizado para o discurso dos alunos, 67,05% correspondeu ao que foi utilizado para resolução dos questionamentos do roteiro. Para esse encontro, diferente do anterior, a aula teve início com a discussão da parte do material instrucional enviada com antecedência para os alunos, o que explica a redução no percentual dessa categoria. Já 32,95% desse tempo foi atribuído ao discurso de conteúdo científico. Para esse intervalo de tempo foram categorizadas as práticas presentes na Figura 29.

Figura 29 – Práticas Epistêmicas do Encontro II



Fonte: Elaborado pelo autor.

A estrutura dessa aula priorizou um protagonismo dos alunos para argumentar sobre escolhas feitas, elaborar explicações para fenômenos e experimentos, tecer descrições sobre o funcionamento dos experimentos explorados, generalizar relações com o intuito de construção de entendimento. Tais ações contribuíram para uma maior ocorrência das práticas

argumentando, explicando, descrevendo e generalização, respectivamente, com 24,13%, 21,42%, 13,64% e 9,13%.

Percebemos, pela discussão com os alunos, que o experimento 3, que buscou retratar a dilatação de uma lâmina bimetálica, adquiriu um status controverso. Tal experimento é bastante divulgado em livros didáticos e certamente compõe as aulas de diversos profissionais de educação. A ideia é que a visualização desse experimento facilitaria a compreensão do fenômeno dilatação térmica. Na prática, verificamos que ele fomentou muitas dúvidas nos alunos, principalmente relacionadas a curvatura dos materiais. Os alunos relataram dificuldade em observar a dilatação dos materiais. Fato que demandou uma intensa discussão no início desse encontro, o que solicitou do professor um movimento de orientação para que os alunos pudessem adquirir um olhar para o fenômeno da perspectiva científica. O movimento de reelaboração foi fundamental para o estabelecimento desse entendimento.

O movimento de reelaboração, que também envolve a relação de observar aspectos anteriormente ignorados, proporcionou aos alunos apresentar argumentos mais consistentes e elaborados. A argumentação surgiu nos momentos nos quais os alunos buscaram apresentar e avaliar escolhas feitas, relacionando-as com dados e garantias de inferência analisados. A discussão entre professor e alunos foi fundamental para avaliar e ampliar esses elementos. Durante esse processo, os alunos puderam aprofundar as justificativas de suas escolhas e analisar aspectos até então desconsiderados. Entendemos que a qualidade do argumento depende do nível de abstração do indivíduo sobre o que se pretende argumentar. A construção e ressignificação de conceitos foi primordial para a elevação do nível de abstração dos alunos, em outras palavras, entendemos que as práticas epistêmicas anteriormente mobilizadas contribuíram de maneira direta como suporte para articulação entre dados, conclusões e conceitos.

6.3 Encontro III

O Encontro III teve como pontapé inicial para discussão a parte do material instrucional que havia sido enviada para os alunos após o encontro anterior. Por meio de um breve movimento de síntese, o professor retoma aspectos já discutidos acerca do problema da restauração dental. Em seguida, introduz a Parte 4 da oficina, cujas atividades prestam-se ao objetivo de aplicar os conhecimentos já introduzidos a novas situações. Tal parte inicia-se com um pequeno texto sobre lâminas bimetálicas, o qual vem seguido por algumas questões que tratam da presença de lâminas desse tipo em utensílios domésticos.

A primeira dessas questões solicitava que os alunos relacionassem o que foi lido sobre lâminas bimetalicas com os experimentos anteriormente realizados. Vejamos no Quadro 43 o início da discussão instaurada após o professor, por meio de um movimento de elaboração, ter solicitado que os alunos expusessem suas ideias.

Quadro 43 – Episódio 2 - Relação entre a lâmina bimetalica e os experimentos

<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:02:00-00:02:16 Ação/Tema: Experimento da tira parecido com a lâmina bimetalica Prática epistêmica: Comunicação – Comparando</p>	<p>A3: Não me recordo muito bem mais dos outros experimentos, mas eu lembro mais ou menos ter colocado que o da tira de papel sufixo e papel-alumínio foram bem parecidos.</p>
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:02:16-00:02:54 Ação/Tema: Relembra experimentos anteriores Movimento epistêmico: Síntese</p>	<p>Professor: É, lembrando... só para lembrar os experimentos que a gente trabalhou aqui né? A gente trabalhou com aquele experimento da chave e do cadeado, né, com a vela. A gente falou sobre o experimento de Gravesande, né? O anel e a esfera metálica do mesmo material e a gente fez aquele outro experimento, a gente verificou aquele outro experimento que era da tira de papel comum, papel sulfite, grudada na tira de papel-alumínio que ambas, né, foram colocadas na presença da luz, da chama de uma vela, tá?</p>
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:02:54-00:03:20 Ação/Tema: O que acham os demais? Movimento epistêmico: Elaboração</p>	<p>Professor: E aí a ideia era que vocês tentassem relacionar o que vocês leram até então sobre lâmina bimetalica com esses experimentos. A A10 ou A7 que que acham? Mas é bem nessa vibe mesmo que o A3 acabou de comentar.</p>
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:03:20-00:03:28 Ação/Tema: Experimento da tira parecido com a lâmina Prática epistêmica: Comunicação – Comparando</p>	<p>A7: Eu achei bem parecido os dois também.</p>
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:03:28-00:03:41 Ação/Tema: Parecido de que forma? Movimento epistêmico: Elaboração (aprofundamento ou avanço)</p>	<p>Professor: Mas parecido de que forma A7? O que é que a gente leu de informação ali sobre a lâmina bimetalica que parece com o experimento?</p>

Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:03:41-00:03:44 Ação/Tema: Composto por dois materiais diferentes Prática epistêmica: Comunicação – Explicando	A7: São dois materiais diferentes
Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:03:44-00:03:47 Ação/Tema: Está bem parecido Prática epistêmica: Comunicação – Comparando	A10 ((pelo chat)): Eu concordo, está bem parecido
Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:03:47-00:04:04 Ação/Tema: Como se comportam esses materiais? Movimento epistêmico: Elaboração (aprofundamento ou avanço)	Professor: Então é, o quê que vocês estão colocando, né? Você acabou de colocar, A7, isso mesmo a gente tem dois materiais diferentes e de que forma os materiais eles irão se comportar?
Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:04:04-00:04:21 Ação/Tema: Coeficiente de dilatação maior Prática epistêmica: Comunicação – Explicando	A7: Como um tem uma coeficiência maior que a outra... coeficiente de dilatação maior que o outro, provavelmente um vai crescer mais rápido e aí por conta do outro demorar vai fazer uma curvatura.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A3 acredita que o experimento 3, o que envolveu as tiras de papel sulfite e alumínio, seja bastante parecido com o exposto no texto sobre lâminas bimetálicas. O aluno também afirma não se recordar tanto dos outros experimentos. Isso faz o professor, por meio do movimento de síntese, relembrar os experimentos anteriores. A7 e A10 concordam com a indicação de A3. Para esses momentos, nos quais os alunos selecionam experimentos seguindo características comuns, a prática epistêmica mobilizada é comparando. O professor indaga o que caracteriza essa proximidade entre o experimento 3 e a lâmina bimetálica. Para A7 esta proximidade é causada pelo fato de as tiras do experimento 3 serem constituídas de dois materiais. Por meio de um movimento de elaboração (aprofundamento ou avanço) o professor solicita uma explicação sobre o comportamento desses materiais, o que o aluno faz por meio da prática explicando.

A discussão segue com professor e alunos abordando aspectos do experimento passado que remetem à lâmina bimetálica. Posteriormente, o professor questiona se os alunos conseguiram entender o funcionamento do circuito elétrico representado na imagem apresentada no texto. Vejamos no Quadro 44 parte dessa discussão.

Quadro 44 – Episódio 3 - Funcionamento do circuito

<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:09:03-00:09:12 Ação/Tema: Como funciona? Movimento epistêmico: Elaboração</p>	<p>Professor: Como é que esse circuito funciona, alguém gostaria de explicar?</p>
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:09:12-00:09:35 Ação/Tema: Funcionamento do circuito Prática epistêmica: Comunicação – Explicando</p>	<p>A8: Através do.... da resistência, né? Ali tem energia elétrica aí com a resistência ele vai gerar calor, com calor os materiais ali eles recebem esse calor a temperatura deles aumenta e aí eles se dilatam por causa disso.</p>
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:09:35-00:09:42 Ação/Tema: Concorda com a ideia apresentada Movimento epistêmico: Confirmação</p>	<p>Professor: Muito bem, A8. Foi o A8 que falou, não é isso? A7: Sim.</p>
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:09:42-00:10:26 Ação/Tema: Eletricidade no circuito Movimento epistêmico: Instrução</p>	<p>Professor: É, primeiramente pra que todos possam compreender como é que ocorre, digamos assim, o processo do circuito, né, a gente tem aí um circuito elétrico ou seja vai percorrer né, é óbvio né, vai percorrer eletricidade dentro desse circuito, tá? Mas para que percorra eletricidade dentro de um circuito, a gente tem que ter um circuito o quê? Fechado, não é isso? Se você tem eletricidade percorrendo por um fio e o fio de repente apresenta um rompimento, você já sabe que naquele local ali do rompimento a eletricidade não irá conseguir passar, não é isso? A7: É certo. A10 ((pelo chat)): Isso</p>
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:10:26-00:10:51 Ação/Tema: Dois momentos Movimento epistêmico: Elaboração (aprofundamento ou avanço)</p>	<p>Professor: Então, digamos assim, que a gente tem dois momentos aí não é desse circuito? Quem poderia falar sobre isso? Sobre esses dois momentos que a gente tem aí.</p>

Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:10:51-00:11:09 Ação/Tema: O primeiro momento Prática epistêmica: Comunicação – Explicando	A8: Ah, o primeiro momento ele fica em contato com corrente elétrica e aí gera o calor pela resistência e aí a barra tende a dobrar, quando ela dobra aí rompe a corrente elétrica.
--	---

Fonte: Elaborado pelo autor.

A8 mobiliza a prática explicando, ao falar sobre o funcionamento do circuito em dois momentos distintos, aberto e fechado. Verificamos que o aluno explicitou a relação entre a dilatação e a circulação da corrente elétrica. Ainda foi possível, por meio do movimento de instrução, o professor falar sobre o percurso da eletricidade. Esse entendimento precisou ser verificado pois os alunos tiveram que estabelecer, no segundo questionamento, uma relação entre o uso do termostato (aplicação da lâmina bimetálica) e o funcionamento do ferro elétrico. Vejamos o Quadro 45.

Quadro 45 – Episódio 4 - Termostato no ferro elétrico

Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:13:50-00:13:56 Ação/Tema: Serve pra limitar a temperatura Prática epistêmica: Produção – Checando entendimento	A7: É... o termostato serve para limitar a temperatura do sistema, né?
Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:13:56-00:14:18 Ação/Tema: De que forma? Movimento epistêmico: Elaboração (aprofundamento ou avanço)	Professor: De que forma, A7? É isso mesmo, mas de que forma, né? Ou os demais também podem colocar, A10, o A3, o A2, A1.
Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:14:18-00:14:49 Ação/Tema: Limitar o nível de dilatação Prática epistêmica: Comunicação – Explicando	A2: Com o termostato limitando a temperatura dá pra... ele, ele limitar o nível de dilatação do material então ele pode é... tentar amenizar a dilatação do material quando tiver passando ferro pra não passar do nível de dilatação e poder rachar ou fazer alguma coisa com material.
Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:14:49-00:14:52 Ação/Tema: Mais alguém?	Professor: Mais alguém quer acrescentar mais alguma informação?

Movimento epistêmico: Elaboração (aprofundamento ou avanço)	
Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:14:52-00:15:03 Ação/Tema: Uso como temporizador Prática epistêmica: Comunicação – Exemplificando	A8: Também pode ser usado como temporizador. Também pode ser usado como um temporizador, afinal você pode usar em função do tempo

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para esse trecho, A2 explica a necessidade do termostato no ferro elétrico. Aparentemente o aluno não compreendeu bem o funcionamento do termostato no ferro elétrico. Em sua explicação a dilatação é entendida como um fim e não um meio. Para o aluno, o termostato serviria para prevenir os efeitos da dilatação térmica nos materiais componentes do ferro elétrico, quando na verdade sua finalidade é atuar como regulador de temperatura em níveis desejáveis. A8, por sua vez, indica que uma aplicação do termostato seria como temporizador. Aqui o aluno tenta exemplificar, com a citação de uma aplicação, o uso do termostato. A prática epistêmica mobilizada é exemplificando. Após o exemplo dado por A8, o professor mobiliza o movimento de reelaboração, realizando questionamento e afirmações, com o intuito de favorecer uma modificação do pensamento inicial apresentado por A2.

Passada a parte da aula dedicada à discussão envolvendo parte do material respondido em casa, os alunos receberam uma nova parte deste contendo três questionamentos. O primeiro questionamento trouxe uma figura representando um circuito elétrico de um alarme contra incêndio. Os alunos deveriam discutir como a campainha seria tocada, a partir dos conhecimentos adquiridos. Em outras palavras, eles deveriam perceber que o acionamento da campainha apenas seria possível se a lâmina bimetálica dilatasse na direção do prego (Ver Figura 23). Vejamos no Quadro 46 a explicação dada por A8.

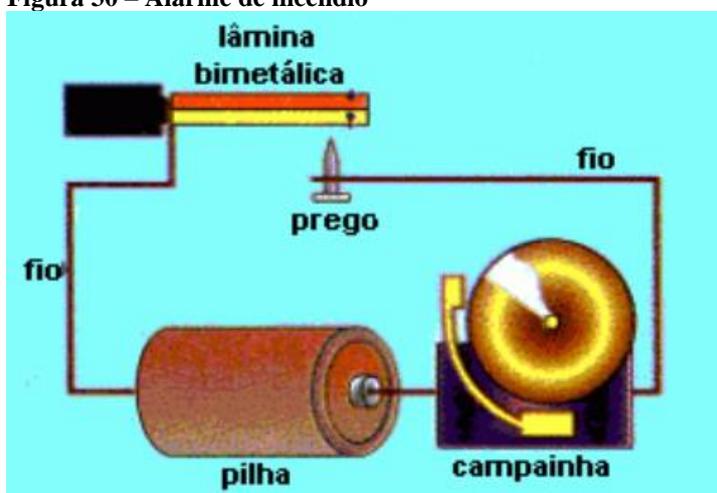
Quadro 46 – Episódio 6 - Deformação necessária

Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:44:02-00:44:26 Ação/Tema: Funcionamento do circuito Prática epistêmica: Comunicação – Explicando	A8: Quando ocorrer um incêndio a ideia é que a temperatura do ambiente aumente esse... e essas, essa lâmina bimetálica ela possa dilatar em sentido ao prego até que eles se toquem, quando se tocar irá gerar corrente elétrica. A corrente elétrica irá ativar a campainha.
---	---

Fonte: Elaborado pelo autor.

Observamos que o aluno denota que o aumento da temperatura ambiente, causado por um incêndio, iria fazer a lâmina bimetálica dilatar na direção do prego e, então, o alarme seria acionado. Todavia, existe uma condição necessária para que a dilatação da lâmina ocorra na direção desejada. O entendimento do sentido necessário a dilatação da lâmina foi fundamental para a resolução do próximo item do questionário: os alunos deveriam, baseados na Figura 23, indicar alguns pares de materiais para formação da lâmina bimetálica, informando em cada caso qual material representaria a lâmina laranja e qual representaria a lâmina amarela. Para isso, foi disponibilizada uma tabela contendo os valores do coeficiente de dilatação de vários metais.

Figura 30 – Alarme de incêndio



Fonte: Nascimento, 2015.

A seguir apresentamos a análise dos argumentos escritos por A2, A3, A7, A8 e A10. Tais alunos foram os únicos que responderam ao questionamento. Consideramos como conclusão a indicação dos materiais que poderiam compor o par laranja/amarela da lâmina bimetálica.

A2: ‘Amarela é chumbo porque o ele tem maior dilatação, vermelha é o alumínio com segundo maior coeficiente de dilatação.’

Figura 31 – Argumento de A2 para materiais da lâmina bimetálica



Fonte: Elaborado pelo autor.

A2 elaborou um argumento do tipo CD. O aluno escolheu os materiais, dentre os disponíveis, dotados dos maiores valores de coeficiente de dilatação, respectivamente, chumbo e alumínio. Estes dados foram utilizados para sustentar sua conclusão. Do ponto de vista do correto funcionamento do circuito, a escolha está errada, pois com a disposição dos materiais escolhidos a lâmina não apresentaria a dilatação no sentido desejado.

A3: ‘Aço e chumbo por conta da alta diferença entre os coeficientes.’

Figura 32 – Argumento de A3 para materiais da lâmina bimetálica

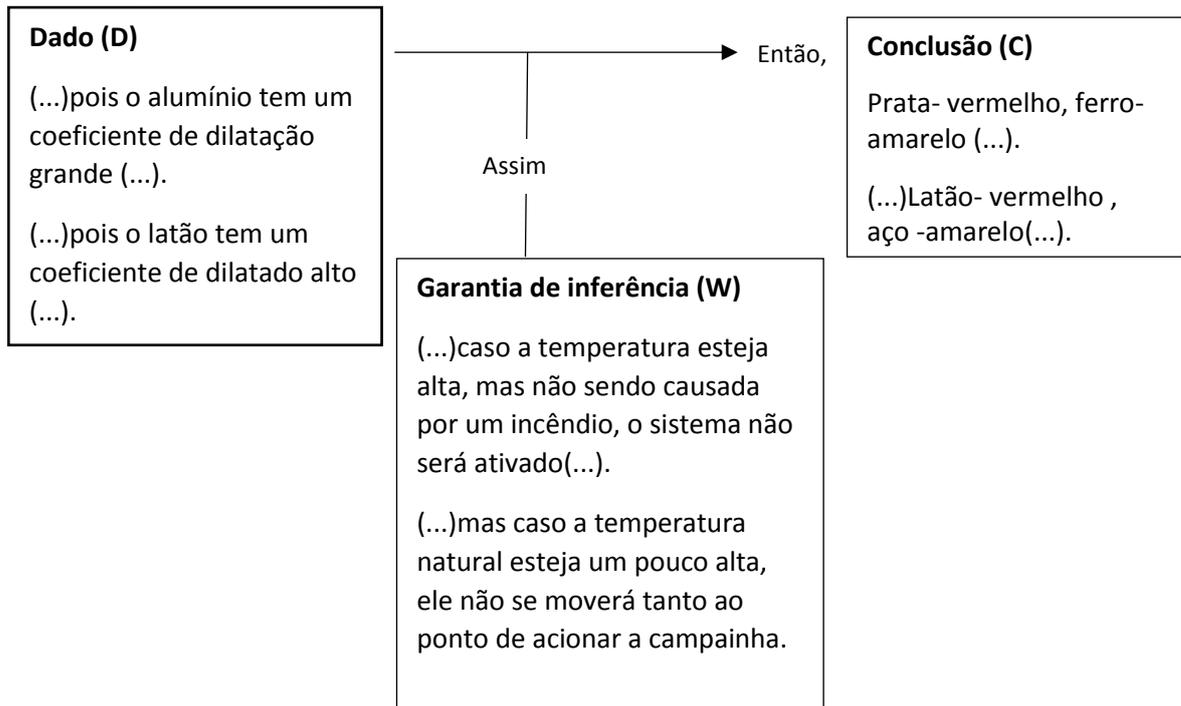


Fonte: Elaborado pelo autor.

Em seu argumento, do tipo CD, A3 tomou como dado a diferença entre os valores dos coeficientes de dilatação do aço e do chumbo. Embora o raciocínio acerca da diferença de dilatação entre os metais esteja correto, o aluno não deixou clara a posição escolhida para cada material, isto é, não explicita quem deve ocupar o lugar do metal laranja ou amarelo da lâmina bimetálica.

A7: ‘Prata- vermelho, ferro- amarelo, pois o alumínio tem um coeficiente de dilatação grande e caso a temperatura esteja alta, mas não sendo causada por um incêndio, o sistema não será ativado. Latão- vermelho , aço -amarelo, pois o latão tem um coeficiente de dilatado alto, mas caso a temperatura natural esteja um pouco alta, ele não se moverá tanto ao ponto de acionar a campainha.’

Figura 33 – Argumento de A7 para materiais da lâmina bimetálica

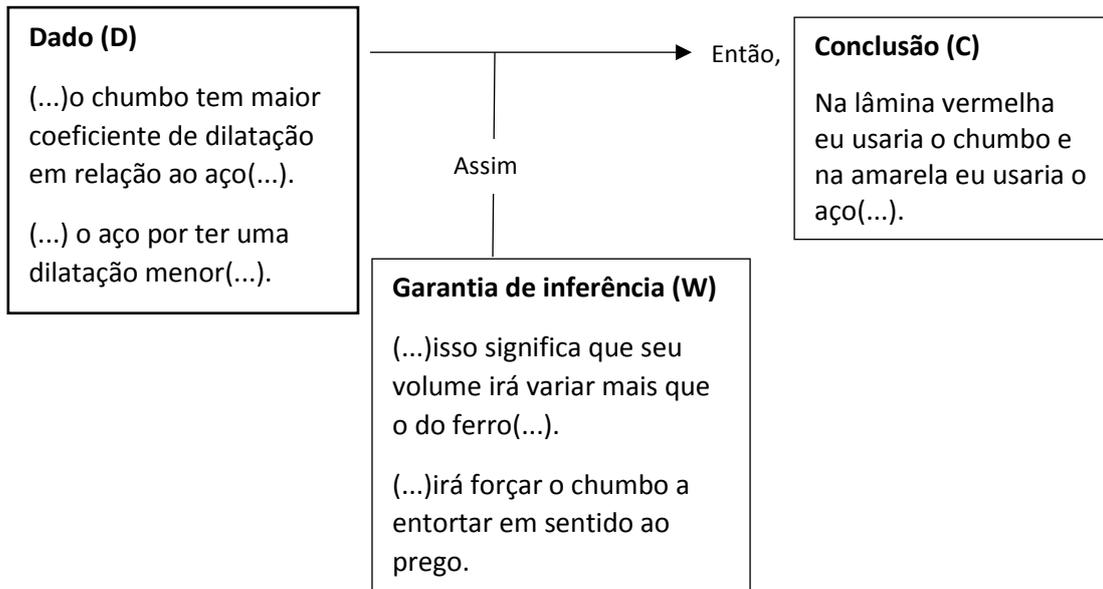


Fonte: Elaborado pelo autor.

A7 apresentou em seu argumento, do tipo CDW, duas conclusões, ou seja, dois pares de materiais para compor a lâmina. Verificamos que um aspecto considerado por A7 para construção do seu argumento foi a preocupação com a possível dilatação da lâmina, e consequentemente ativação do alarme, causada por uma alta temperatura local. Dessa forma, os dados utilizados pelo argumentador refletem essa consideração: o fato de o coeficiente de dilatação do alumínio ser alto é utilizado como justificativa para este material não ter sido escolhido; o latão mesmo tendo o coeficiente de dilatação alto (o terceiro entre os apresentados na tabela) não seria suficiente para ativação do alarme em uma situação de não ocorrência de um incêndio. Apesar da preocupação expressa pelo aluno ser genuína e cabível, o mesmo não dispõe de informação suficiente para considerar tal afirmação como garantia de inferência. Em um momento posterior, durante a discussão com toda turma, o aluno verbaliza essa consideração. Mais à frente, discutiremos esse ponto.

A8: ‘Na lâmina vermelha eu usaria o chumbo e na amarela eu usaria o aço, dessa forma, como o chumbo tem maior coeficiente de dilatação em relação ao aço, isso significa que seu volume irá variar mais que o do ferro. Nesse sistema, o aço por ter uma dilatação menor, irá forçar o chumbo a entortar em sentido ao prego.’

Figura 34 – Argumento de A8 para materiais da lâmina bimetálica



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os materiais escolhidos por A8, chumbo e aço, possuem, respectivamente, o maior e o menor valor de coeficiente de dilatação dentre os apresentados. Para o argumentador essa considerável diferença seria necessária para garantir o sentido ideal para a dilatação da lâmina bimetálica. Isso justificou que o ferro não fosse escolhido, em detrimento do chumbo, por apresentar um coeficiente de dilatação muito próximo do coeficiente do aço.

A10: ‘Chumbo - amarelo. Alumínio- laranja

Cobre - amarelo. Aço- laranja

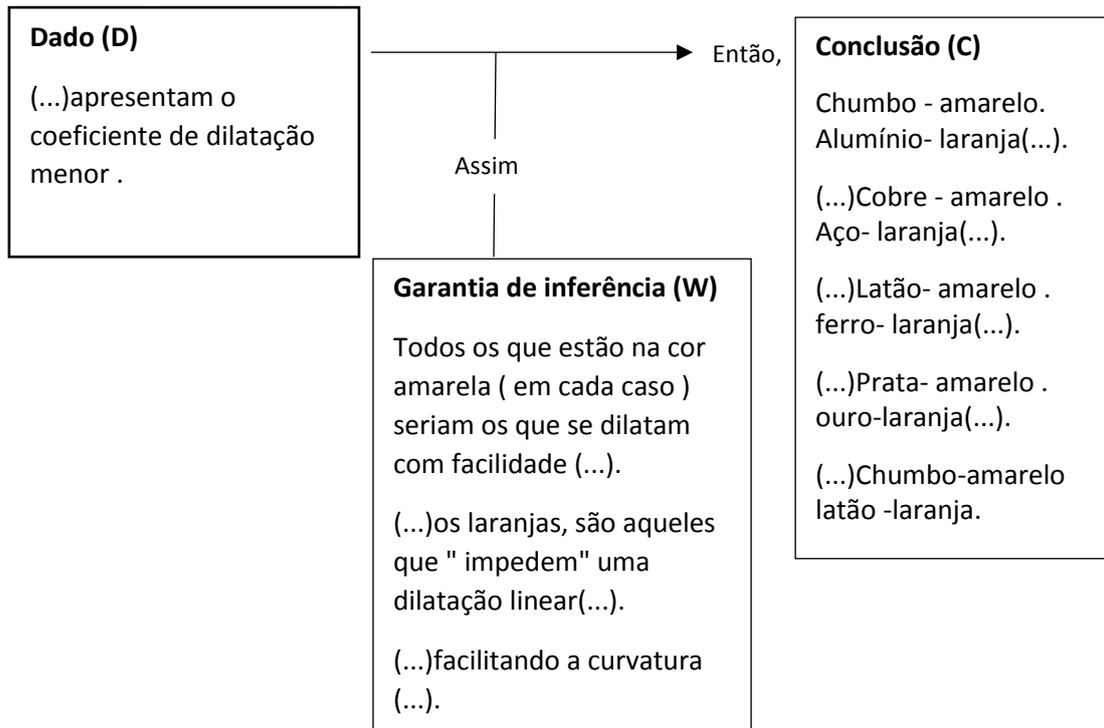
Latão- amarelo. ferro- laranja

Prata- amarelo. ouro-laranja

Chumbo-amarelo latão -laranja.

Todos os que estão na cor amarela (em cada caso) seriam os que se dilatam com facilidade e os laranjas, são aqueles que " impedem" uma dilatação linear, facilitando a curvatura e também apresentam o coeficiente de dilatação menor.’

Figura 35 – Argumento de A10 para materiais da lâmina bimetálica



Fonte: Elaborado pelo autor.

No argumento, do tipo CDW, A10 apresentou cinco pares de materiais que poderiam compor a lâmina. Para a argumentadora a lâmina laranja deveria ser composta por materiais com baixo coeficiente de dilatação, já a lâmina amarela por materiais com alto coeficiente de dilatação. Essa disposição dos materiais seria, para ela, essencial para facilitar a curvatura desejada. No entanto, da perspectiva científica, a disposição necessária seria justamente contrária a apresentada. Através da análise dos pares indicados pela aluna foi possível perceber que a garantia de inferência apresentada, facilidade na dilatação, atribuída aos materiais na cor amarela, está relacionada ao valor elevado do coeficiente de dilatação desses materiais, ainda que este dado não tenha sido apresentado de forma explícita.

De maneira geral, verificamos que os argumentos elaborados pelos alunos foram do tipo CD e CDW, com respectivamente, 2 e 3 registros. Os argumentos do tipo CD elaborados por A2 e A3 não apresentaram garantias de inferência. Conforme discutido anteriormente, percebemos que para esses argumentadores a apresentação de dados dos coeficientes de dilatação já constitui uma justificativa plausível para a escolha desses materiais. Os demais alunos, A7, A8 e 10, apresentaram afirmações com o intuito de garantir a ligação entre dados e conclusão.

Com relação a frequência dos elementos do TAP, verificamos que apenas os argumentos de A7 e A10 apresentaram mais de uma conclusão, ou seja, mais de um par de

materiais para compor a lâmina. Os argumentos do tipo CD, elaborados por A2 e A3, apresentaram, respectivamente, 3 e 2 elementos. Já os argumentos do tipo CDW, elaborados por A7, A8 e A10, apresentaram, respectivamente, 6, 5 e 9 elementos. Assim como na questão sobre a restauração dental, verificamos que os argumentos que apresentaram uma maior combinação dos elementos do TAP também apresentaram uma maior frequência de ocorrência dos elementos.

Conforme a figura do circuito, do ponto de vista científico, para que a lâmina bimetálica apresentasse a envergadura necessária para o acionamento do alarme, seria necessário que ela fosse composta por um material de maior coeficiente de dilatação na parte laranja e menor na parte amarela. Analisando os argumentos dos alunos, percebemos que apenas A7 e A8 indicaram essa distribuição para os materiais escolhidos. A2 e A10, contrariamente, indicaram materiais na outra disposição. Como visto anteriormente, A3 não deixou claro qual a posição dos materiais escolhidos.

O professor iniciou a discussão dessa questão em sala de aula após um movimento de síntese no qual explicitou a deformação da lâmina em direção ao prego como condição necessária para o acionamento do circuito. Inicialmente o professor solicitou que os alunos apresentassem a garantia necessária para que tal curvatura ocorresse. Vejamos no Quadro 47.

Quadro 47 – Episódio 7 - Material como fator determinante

<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:46:31-00:46:44 Ação/Tema: O que é necessário para esse tipo de curvatura? Movimento epistêmico: Elaboração</p>	<p>Professor: Que era justamente o que a quarta questão queria saber de vocês, não é isso? O quê que é necessário pra que essa curvatura ocorra nesse sentido? ((Solicita garantia))</p>
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:46:44-00:46:57 Ação/Tema: Um material deve conduzir o outro Prática epistêmica: Comunicação – Argumentando</p>	<p>A8: O material amarelo deve conduzir o material vermelho em direção ao prego, deve forçar o material vermelho. ((Garantia de inferência))</p>
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:46:57-00:47:08 Ação/Tema: Busca compreender a ideia apresentada Movimento epistêmico: Compreensão</p>	<p>Professor: Então o A8 tá colocando o seguinte: que é importante, né, que a gente tenha dois materiais diferentes, é isso A8? A8: Sim.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Após a solicitação feita pelo professor, A8 apresenta a seguinte garantia de inferência: o material amarelo deve conduzir o material vermelho em direção ao prego. O aluno condiciona o tipo do material como fator determinante para ocorrência da envergadura desejada. Considerando a fala do aluno, o professor, mobilizando o movimento de compreensão, busca explicitar a menção a materiais diferentes.

Com o avançar da discussão o professor questiona se a lâmina poderia ser composta por qualquer material. Vejamos no Quadro 48 a resposta dada por A7.

Quadro 48 – Episódio 7 - Composição da lâmina

<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:48:01-00:48:27 Ação/Tema: A composição da lâmina do circuito Movimento epistêmico: Elaboração</p>	<p>Professor: E a ideia da quarta questão era saber de vocês: aquela minha lâmina bimetálica que tá ali aplicada naquele circuito, né, contra incêndio, naquele alarme contra incêndio, ela pode ser composta por qualquer material?</p> <p>A7: Não.</p>
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:48:27-00:48:35 Ação/Tema: O que esses materiais precisam? Movimento epistêmico: Elaboração (aprofundamento ou avanço)</p>	<p>Professor: O que é que esses materiais precisam, né, pra compor essa lâmina bimetálica? ((Solicita justificativa))</p>
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:48:35-00:48:38 Ação/Tema: Condutor de eletricidade Prática epistêmica: Comunicação – Argumentando</p>	<p>A7: Precisa ser condutor de eletricidade. ((Garantia de inferência))</p>
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:48:38-00:48:41 Ação/Tema: Busca entender a ideia apresentada Movimento epistêmico: Compreensão</p>	<p>Professor: Precisam o quê?</p>
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:48:41-00:48:44 Ação/Tema: Condutor de eletricidade Prática epistêmica: Comunicação – Argumentando</p>	<p>A7: Ser condutor, condutor de eletricidade. ((Garantia de inferência))</p>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Por meio de questionamento o professor solicita que exponham qual característica justificaria a utilização desses materiais na lâmina bimetálica. A7 chama atenção para a indispensabilidade dos materiais serem condutores de eletricidade. Todavia, o quadro fornecido na questão foi composto apenas por metais, assim, esse requisito já estava cumprido. Dando prosseguimento o professor concorda com a garantia apresentada pelo aluno, mas afirma que há outra característica que precisa ser levada em conta na elaboração da lâmina. Vejamos no Quadro 49 essa parte da discussão.

Quadro 49 – Episódio 7 - Coeficientes de dilatação diferentes

<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:48:58-00:49:18 Ação/Tema: Característica importante Movimento epistêmico: Elaboração (aprofundamento ou avanço)</p>	<p>Professor: Mas além dessa característica, tem uma outra característica muito importante na hora de compor esses materiais, né? Na hora que eu vou, que eu for elaborar minha lâmina bimetálica tem uma característica muito importante que eu tenho que prestar atenção. ((Solicita justificativa))</p>
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:49:18-00:49:26 Ação/Tema: Diferença significativa no coeficiente Prática epistêmica: Comunicação – Argumentando</p>	<p>A8: Eles deve ter uma diferença significativa no coeficiente de dilatação. ((Garantia de inferência))</p>
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:49:26-00:49:32 Ação/Tema: De que forma? Movimento epistêmico: Elaboração (aprofundamento ou avanço)</p>	<p>Professor: E de que forma deve ser essa diferença, A8? Muito bem. ((Solicita justificativa))</p>
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:49:32-00:49:39 Ação/Tema: Coeficiente maior que o outro Prática epistêmica: Comunicação – Argumentando</p>	<p>A8: Um deve ser, um deve ter o coeficiente maior que o outro. ((Garantia de inferência))</p>
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:49:39-00:49:44</p>	<p>Professor: Quem tem que ter o coeficiente maior que quem? ((Solicita dados))</p>

Ação/Tema: Quem deve ter? Movimento epistêmico: Elaboração (aprofundamento ou avanço)	
--	--

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para A8 os materiais devem possuir uma diferença significativa no coeficiente de dilatação, em outras palavras, um material deve ter o coeficiente maior que o outro. O aluno não tece relação entre a cor da lâmina e o valor do coeficiente de dilatação. O professor finaliza solicitando, por meio da apresentação de dados, que os alunos indiquem qual parte da lâmina precisa ser composta pelo material de maior coeficiente. O aluno afirmou não lembrar da disposição das cores na lâmina. Após a projeção da imagem do circuito, o professor torna a questionar os alunos sobre a relação entre os valores do coeficiente de dilatação e a disposição dos materiais na lâmina. Vejamos o Quadro 50.

Quadro 50 – Episódio 7 – Material amarelo precisa ter coeficiente menor

Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:50:44-00:51:04 Ação/Tema: Coeficientes diferentes Movimento epistêmico: Elaboração (aprofundamento ou avanço)	Professor: E aí pessoal, de que forma, né, por que que esses materiais precisam ter o coeficiente de dilatação diferente? E ainda de que forma esses materiais vão ter o coeficiente de dilatação diferente? Tanto faz, é qualquer um? ((Solicita justificativa))
Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:51:04-00:51:28 Ação/Tema: Coeficiente maior que o outro Prática epistêmica: Comunicação – Argumentando	A8: A fim de obter a... deformação, né, a deformação desejada, o material amarelo deve ter o coeficiente de dilatação menor do que o material vermelho porque aí o material amarelo irá forçar o material vermelho a se deslocar em sentido ao prego enquanto ele cresce. (Apresenta dados e garantia de inferência)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em resposta ao questionamento do professor, realizado por meio do movimento de elaboração (aprofundamento ou avanço), A8 condiciona a deformação desejada para a lâmina a seguinte disposição dos materiais: o material amarelo deve ter o coeficiente de dilatação menor do que o material vermelho. Segundo o aluno essa configuração faria o material amarelo forçar o material vermelho em um deslocado em sentido ao prego do circuito.

O professor segue dando continuidade à discussão com um movimento de síntese relembando os aspectos explanados durante o experimento 3. Durante a realização do experimento foi observado que a deformação do sistema formado por papel sulfite e papel-

alumínio sempre deformou na direção do primeiro. A intenção foi enfatizar que para o caso da lâmina bimetálica a envergadura teria que ser, conforme a imagem do circuito, para baixo. O Quadro 51 exibe a continuidade da discussão.

Quadro 51 – Episódio 7 - E se fosse o contrário?

<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:52:20-00:52:32 Ação/Tema: Quem deve ter o menor coeficiente? Movimento epistêmico: Elaboração (aprofundamento ou avanço)</p>	<p>Professor: Se essa envergadura ela tem que ser pra baixo, dos dois quem é que tem que ter o material, dos dois materiais que é que tem que ter o menor coeficiente de dilatação? ((Solicita dados))</p>
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:52:32-00:52:34 Ação/Tema: O amarelo Prática epistêmica: Comunicação – Argumentando</p>	<p>A8: O amarelo. ((Apresenta dado))</p>
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:52:34-00:52:36 Ação/Tema: Concorda com a ideia apresentada Movimento epistêmico: Confirmação</p>	<p>Professor: Justamente o amarelo, né?</p>
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:52:36-00:52:47 Ação/Tema: E se fosse o contrário? Movimento epistêmico: Elaboração (aprofundamento ou avanço)</p>	<p>Professor: Se fosse o contrário, né, se não fosse o amarelo que tivesse o menor coeficiente de dilatação, se fosse o laranja, o que que aconteceria? ((Solicita justificativa))</p>
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:52:47-00:52:54 Ação/Tema: Deformaria para cima Prática epistêmica: Comunicação – Argumentando</p>	<p>A8: Iria deformar na direção pra cima aí o circuito não ia ter função nenhuma. ((Garantia de inferência))</p>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Essa parte da discussão serviu para explicitar a condição indispensável para o funcionamento do circuito: a parte amarela da lâmina deve ser composta por um material de menor coeficiente de dilatação que aquele que compõe a parte laranja. O professor questiona para os alunos o que ocorreria em situação contrária, isto é, em que a parte laranja tivesse o menor coeficiente. Segundo A8, a deformação seria no sentido contrário ao desejado, o que inutilizaria o circuito. Conforme visto anteriormente, alguns alunos (A2 e A10) elaboram argumentos escritos considerando essa opção. Entendemos que a discussão possa ter contribuído para a superação de eventuais dificuldades conceituais. Prosseguindo, o professor solicitou que os alunos apresentassem os dados escolhidos em suas respostas, ou seja, os materiais selecionados para compor a lâmina.

Quadro 52 – A7 apresenta os materiais escolhidos

<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:53:49-00:53:59 Ação/Tema: Alumínio e ferro Prática epistêmica: Comunicação – Argumentando</p>	<p>A7: Eu escolhi o alumínio com, na parte de cima, coloca na parte de cima, que é o vermelho e o ferro na parte de baixo. ((Apresenta conclusão))</p>
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:53:59-00:54:15 Ação/Tema: Busca entender a ideia apresentada Movimento epistêmico: Compreensão</p>	<p>Professor: Oh, o alumínio tá aqui, né, $2,4 \times 10^{-5}$ e você escolheu o ferro na parte de baixo, não é isso? ((Verifica dados))</p> <p>A7: Sim.</p> <p>Professor: Tá aqui, 1,2. ((Verifica dados))</p>

Fonte: Elaborado pelo autor.

No Quadro 52 temos a escolha feita por A7. O aluno selecionou o alumínio para a parte laranja e ferro para a outra parte da lâmina. Por meio do movimento de compreensão o professor segue verificando a escolha apresentada. Explicita os valores dos coeficientes de dilatação. A7 expõe durante a discussão um aspecto explorado em seu argumento escrito: ‘Também tem que ter cuidado com o coeficiente de dilatação porque ele pode ativar o sistema mesmo sem incêndio, já que a temperatura pode tá grande.’ A preocupação expressa pelo aluno reside na possibilidade de uma ativação do sistema de alarme sem que haja um incêndio, em uma situação de temperatura local elevada. Esse aspecto, levantado por A7, possibilitou que outros colegas trouxessem para o debate uma série de questionamentos relacionados. Para dar suporte a discussão, o professor alternou a mobilização de movimentos de instrução,

confirmação e síntese, retomando pontos já debatidos e apresentando novas informações. Vejamos no Quadro 53 a fala de A3 resultante da confirmação dada pelo professor a colocação de A7.

Quadro 53 – Episódio 7 - O ambiente influencia na escolha?

<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:54:50-00:54:53 Ação/Tema: Concorda com a ideia apresentada Movimento epistêmico: Confirmação</p>	<p>Professor: Verdade, né? A gente também tem que analisar isso daí.</p>
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:54:53-00:55:01 Ação/Tema: Elaboração dos materiais Movimento epistêmico: Instrução</p>	<p>Professor: Há toda uma engenharia, né, na hora de elaborar esses materiais que levam em consideração isso daí. Mas...</p>
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:55:01-00:55:12 Ação/Tema: Depende do ambiente? Prática epistêmica: Produção – Checando entendimento</p>	<p>A3 ((interrompendo)): Então a depender do ambiente nós temos que alterar os materiais? Professor: Perdão, pode repetir? A3: A depender do ambiente temos que alterar os materiais?</p>
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:55:12-00:55:26 Ação/Tema: Concorda com a ideia apresentada Movimento epistêmico: Confirmação</p>	<p>Professor: Sim. Sim. Porque a gente tem que levar em consideração o ambiente, né, o ambiente que aqueles materiais estarão submetidos. A10 ((pelo chat)): Eu escolhi o ouro(amarelo) e a prata (laranja) ((Apresenta conclusão))</p>

Fonte: Elaborado pelo autor.

A3, interrompendo a fala do professor, indaga se o ambiente influenciaria na escolha dos materiais. O professor confirma que o ambiente deve ser levado em consideração. Dando continuidade à discussão instaurada, A8, também mobilizando a prática checando entendimento, questiona se existem materiais que têm resistência a deformação. O Quadro 54 exhibe esse questionamento.

Quadro 54 – Episódio 7 - Materiais têm resistência a deformação?

<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:55:34-00:55:40 Ação/Tema: Resistência a deformação Prática epistêmica: Produção – Checando entendimento</p>	<p>A8: Existe materiais que sofre... que têm resistência a deformação?</p>
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:55:40-00:55:58 Ação/Tema: Busca entender a dúvida apresentada Movimento epistêmico: Compreensão</p>	<p>Professor: Não, a gente vê...</p> <p>A8: [[inaudível]]</p> <p>Professor: Então a gente vê o que? Que os materiais eles acabam por... Você tá falando com relação a dilatação, né isso?</p> <p>A8: É.</p> <p>Professor: Só para eu entender, não é isso? Dilatação, não é isso A8?</p> <p>A8: É.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Por meio do movimento de compreensão, o professor busca entender se A8 fez referência a uma possível resistência a dilatação térmica. Após a confirmação do aluno, a discussão seguiu com o professor retomando algumas ideias anteriormente debatidas sobre o coeficiente de dilatação. Em um momento posterior, A8 reformula sua indagação. Vejamos o Quadro 55.

Quadro 55 – Episódio 7 - A8 reformula sua pergunta

<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:57:48-00:58:03 Ação/Tema: Resistencia diferente Prática epistêmica: Produção – Checando entendimento</p>	<p>A8: Mas eu tinha confundido a minha pergunta, não é em relação a dilatação não, foi tipo, se a gente tem um material que vai forçar o outro a encurvar, eu queria saber se tem um... materiais que vai ter resistência diferente.</p>
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:58:03-00:58:12 Ação/Tema: Busca entender a dúvida apresentada Movimento epistêmico: Compreensão</p>	<p>Professor: Sim, sim. Tem materiais que apresentam... Você tá falando em relação a curvatura em si, não é?</p> <p>A8: Sim.</p>
<p>Autor da fala: Professor</p>	<p>Professor: Tem materiais sim, a gente chama tenacidade, né, tem algumas outras propriedades que servem para analisar isso daí, tá? Assim, esses materiais eles são amplamente testados em laboratório, né, tem toda uma engenharia por trás</p>

Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:58:12-00:59:15 Ação/Tema: Composição da lâmina bimetálica Movimento epistêmico: Instrução	no momento da elaboração de uma lâmina bimetálica por exemplo, tá, que leva em consideração essas características aí. Tem vários testes em laboratório que diga, que fazem “Oh, eu tô submetendo determinada temperatura, né, com esses dois materiais ele, ele dilata de uma certa forma, o esse com esse outro par ele acabou por se dilatar mais”. Inclusive tem uma equação física que também serve pra que a gente possa descobrir a envergadura do, de um determinado conjunto de materiais por exemplo. A gente não tá abordando aqui ela porque ela é, digamos assim, de um grau um pouquinho mais avançado, tá?
--	--

Fonte: Elabora pelo autor.

Após a reformulação, ficou claro que a indagação feita por A8 estava relacionada a capacidade dos materiais em realizarem a curvatura durante o aquecimento. O professor afirmou que, durante o processo de formulação das lâminas bimetálicas, algumas propriedades são estudadas em laboratório e que, inclusive, há uma equação física responsável por determinar a curvatura de uma lâmina bimetálica. Fomentado esse momento da discussão, iniciado por A7, o professor retomou solicitando que os demais alunos expusessem as suas escolhas. O Quadro 56 exibe a escolha feita por A8.

Quadro 56 – Episódio 7 - A8 apresenta sua conclusão reformulada

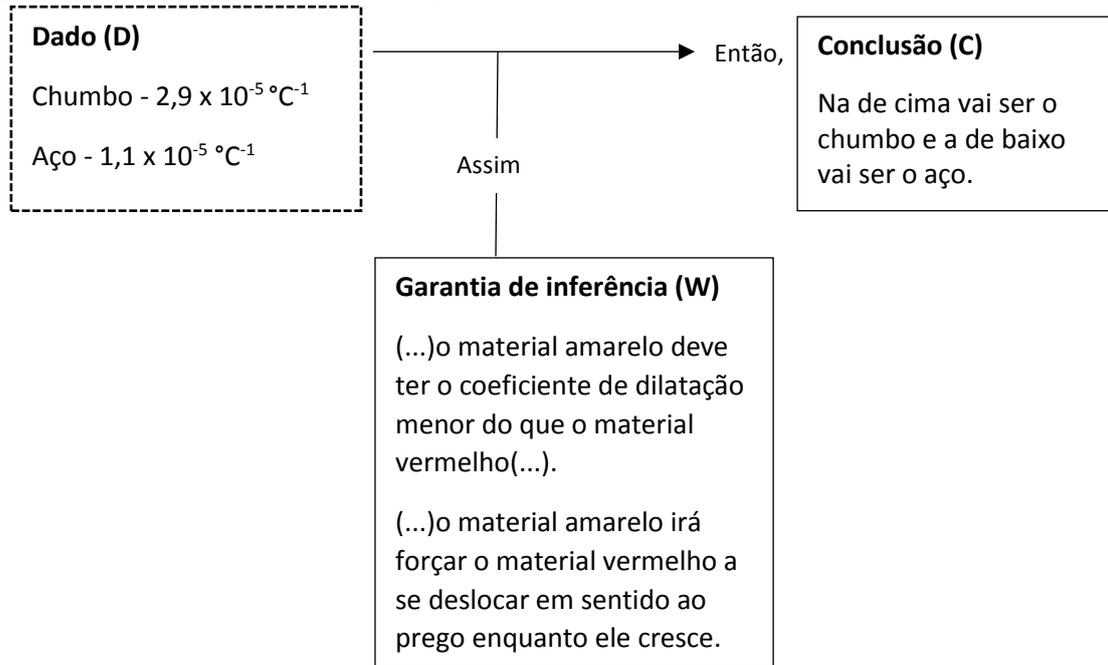
Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:59:27-00:59:37 Ação/Tema: Aço e alumínio Prática epistêmica: Comunicação – Argumentando	A8: Eu acabei botando o aço e o alumínio. Mas aí... ((Apresenta conclusão)) Professor: Aço e alumínio. A8: Mas aí eu acho que eu trocaria depois do que A7 falou. ((Considera mudar a conclusão))
Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:59:37-00:59:44 Ação/Tema: Busca entender a opção apresentada Movimento epistêmico: Compreensão	Professor: E que, quem que tá na parte de cima e quem que tá na parte de baixo? Só pra eu entender como você colocou.
Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 00:59:44-00:59:49 Ação/Tema: Chumbo e aço Prática epistêmica: Comunicação – Argumentando	A8: Na de cima vai ser o chumbo e a de baixo vai ser o aço. (Apresenta conclusão)

Fonte: Elaborado pelo autor.

A8 informou que inicialmente a sua escolha seria aço e alumínio. Todavia, essa escolha foi revista após a discussão instaurada pela colocação feita por A7. Considerando a

junção dos momentos em que A8 se pronunciou, temos um argumento em que aparecem dados, conclusão e garantias de inferência. Entendemos como dados implícitos no argumento de A8 os valores dos coeficientes de dilatação dos metais escolhidos. Podemos, então, estruturar o argumento de A8 da seguinte forma:

Figura 36 – Argumento de A8 para seleção dos materiais



Fonte: Elaborado pelo autor.

Passada essa discussão sobre a escolha dos materiais que deveriam compor a lâmina, para o último questionamento dessa parte do questionário os alunos indicaram o que ocorreria se a lâmina do circuito fosse composta por apenas um material. O Quadro 57 exhibe essa parte da discussão.

Quadro 57 – Episódio 8 - Lâmina composta por apenas um material

<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:01:18-01:01:30 Ação/Tema: Se fosse apenas um material? Movimento epistêmico: Elaboração</p>	<p>Professor: Se fosse um material, e se fosse um material composto de apenas, né, se a gente tivesse aquela lâmina ali composta de apenas um material, o que que iria acontecer?</p>
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:01:30-01:01:36 Ação/Tema: Apenas expandir</p>	<p>A8: Ela apenas iria aumentar o seu volume, expandir.</p>

Prática epistêmica: Comunicação – Explicando	
Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:01:36-01:02:06 Ação/Tema: Lâmina composta por um metal Movimento epistêmico: Elaboração	Professor: Só voltar aqui para imagem do circuito, tá? Se no lugar aqui de a gente ter, né uma lâmina composta por dois metais, a gente tivesse uma lâmina apenas composta por um metal, com o aumento da temperatura como é que seria essa dilatação dessa, desse metal único?
Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:02:06-01:02:10 Ação/Tema: Não iria curvar Prática epistêmica: Comunicação – Explicando	A2: Ele só iria aumentar de tamanho não ia curvar.
Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:02:10-01:02:41 Ação/Tema: Concorda com a ideia apresentada Movimento epistêmico: Confirmação	Professor: Isso, muito bem. A gente não teria essa envergadura que é necessária pra que o sistema ele acabe fechando, né? A gente teria apenas esse material aumentando as suas dimensões, mas é... não teria essa envergadura necessária aí. Então nesse caso do circuito, né, do alarme contra incêndio é imprescindível que a gente tenha dois materiais aí respeitando essa regra que a gente comentou, tá?

Fonte: Elaborado pelo autor.

A8 e A2, mobilizando a prática explicando, explanam o que ocorreria se a lâmina fosse composta por um único material. A2 salienta que nessa situação a envergadura necessária para o funcionamento do circuito não seria possível.

O fim dessa parte da discussão, sobre a possibilidade de a lâmina ser composta por apenas um material, marcou o final da Etapa 4. Durante esta etapa foram trabalhados temas como lâmina bimetálica e suas aplicações; circuito elétrico; efeito Joule; tipo e curvatura dos materiais. As práticas epistêmicas mais mobilizadas foram argumentando, explicando, checando o entendimento e descrevendo. Já os movimentos epistêmicos mais registrados foram os de elaboração (aprofundamento ou avanço), confirmação, elaboração e síntese.

Para a última parte do Encontro III, a Etapa Final, foram enviados três questionamentos que versavam sobre a aplicação do conhecimento explorado ao longo de todos os encontros. Antes de adentrar na discussão sobre essas situações, o professor, por meio de um movimento de síntese, explicitou as ideias já discutidas ao longo das aulas. Dando seguimento, a primeira situação proposta para discussão envolvia a análise da seguinte situação: em um dia típico de verão, uma régua metálica foi utilizada para medir o comprimento de um lápis. Após medir esse comprimento, a régua metálica foi colocada no congelador e depois de um tempo, novamente, foi medido o comprimento do mesmo lápis. Diante disso, questionou-se como seria

o comprimento medido nesta situação em relação ao medido anteriormente. Vejamos no Quadro 58 as colocações apresentadas por A8.

Quadro 58 – Episódio 11 - Régua resfriada

<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:47:13-01:47:25 Ação/Tema: Aumento no comprimento Prática epistêmica: Comunicação – Descrevendo</p>	<p>A8: A régua ia indicar que o lápis se expandiu, né? Teve um crescimento do comprimento.</p>
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:47:25-01:47:28 Ação/Tema: Por que? Movimento epistêmico: Elaboração (aprofundamento ou avanço)</p>	<p>Professor: Por que, A8?</p>
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:47:28-01:47:53 Ação/Tema: Régua contraída Prática epistêmica: Comunicação – Explicando</p>	<p>A8: Porque quando a régua foi colocada no congelador ela se contraiu, ficou menor aí quando foi medir o lápis, o lápis que tava na temperatura, no temperatura ambiente que não mudou, continuou o mesmo, significa que a régua vai ficar menor então o lápis pra ela, em relação a ela, vai, vai ficar maior.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para A8 a régua, após o resfriamento, iria indicar que o lápis teve um aumento em seu comprimento. Através da prática explicando, o aluno afirma que a régua sofreu uma contração durante o período que esteve no congelador, fato que alteraria sua característica de parâmetro comparador no processo de medição do comprimento do lápis.

Para a segunda situação, os alunos deveriam analisar o que acontece com a densidade de um corpo em estado sólido que passou por um processo de aquecimento. Tal questão pode instigar dos alunos uma percepção acerca da constituição da matéria, de modo a considerar que a massa de um corpo não se altera com a alteração do seu volume por aquecimento, como já discutido nas questões que tratavam do aquecimento da chave. Podemos dispor as respostas apresentadas pelos alunos em dois grupos:

1. **Nível empírico** – Os alunos deste grupo consideraram aspectos macroscópicos para tecer uma relação entre dilatação térmica e densidade. Inferimos que tais

alunos reportam-se mais diretamente à fórmula da densidade ($d=m/v$), ainda que nem todos a tenham expressado explicitamente, para elaborar seu raciocínio.

A3: ‘Reduzida, como o volume aumentou ela reduz.’.

A7: ‘Ficará menor, pois o volume vai aumentar e a massa vai permanecer constante.’.

A8: ‘De acordo com a determinada relação entre massa e volume do corpo estabelecida respectivamente por uma razão, teremos que, quando o volume aumenta e sua massa se mantém constante, a densidade deve ficar menor.’.

A10: ‘A densidade diminui, visto que o volume aumenta. $D= m/v$ ’.

2. **Nível microscópico** – As respostas deste grupo apresentam mudanças nos aspectos microscópicos do corpo decorrentes da dilatação térmica.

A2: ‘Com o aquecimento o seu volume aumenta fazendo com que as partículas se afastem uma das outras diminuindo sua densidade e mantendo a sua massa a mesma.’.

A6: ‘Sua densidade irá se tornar menor, já que a quantidade de átomos é a mesma, e sabendo que eles vão ter que se redistribuir com esse ganho de volume.’.

A8 e A10 enfatizam em suas respostas a relação matemática existente entre as grandezas consideradas. Todas as respostas do segundo grupo enfatizaram a conservação da massa. Todavia, A6 explicita que essa conservação é causada pela preservação da quantidade de átomos do corpo. Durante a aula, para o momento de discussão dessa questão, o professor retoma um aspecto discutido no experimento que envolveu a chave e o cadeado. Vejamos o Quadro 59.

Quadro 59 – Episódio 12 - O que acontece com a densidade?

<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:51:31-01:51:49 Episódio: O que acontece com a massa? Movimento epistêmico: Elaboração</p>	<p>Professor: Mas o que que acontece com o corpo, né? Vocês... é por isso que eu chamei atenção pra o exemplo lá do experimento da chave e do cadeado, né, lá tinha uma pergunta que era o seguinte: o quê que acontece com a massa da chave?</p>
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:51:49-01:51:52 Ação/Tema: Mesma massa Prática epistêmica: Comunicação – Descrevendo</p>	<p>A8: Permanece a mesma.</p>
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico</p>	<p>Professor: A massa da chave acaba por ficar a mesma, né? Só que a gente percebeu....</p>

<p>Tempo: 01:51:52-01:51:56 Ação/Tema: Concorda com a ideia exposta Movimento epistêmico: Confirmação</p>	
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:51:56-01:52:00 Ação/Tema: Matéria Prática epistêmica: Avaliação - Usando conceitos para avaliação de conclusões</p>	A8: Sim, matéria nem é criada nem destruída.
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:52:00-01:52:03 Ação/Tema: Busca entender a ideia apresentada Movimento epistêmico: Compreensão</p>	Professor: Sim, perdão, A8.
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:52:03-01:52:08 Ação/Tema: A massa é a mesma Prática epistêmica: Comunicação – Explicando</p>	A8: Então a matéria... a massa é a mesma porque nem... a matéria não é nem criada nem destruída.
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:52:08-01:52:27 Ação/Tema: Material com dimensões maiores Movimento epistêmico: Elaboração</p>	Professor: Sim, sim! A gente tem aí um material com a mesma, com o mesmo valor de massa. Só que por outro lado a gente tem um material que tá crescendo, né? Tá com suas dimensões maiores, ou seja, ele teve um aumento no seu?
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:52:27-01:52:28 Ação/Tema: Volume Prática epistêmica: Comunicação – Descrevendo</p>	A8: Volume.
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:52:28-01:52:34 Ação/Tema: E a densidade? Movimento epistêmico: Elaboração</p>	Professor: Volume, tá? E aí o quê que acontece com a densidade do material?
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:52:34-01:52:38 Ação/Tema: Diminui Prática epistêmica: Comunicação – Descrevendo</p>	A8: Diminui.
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:52:38-01:52:43 Ação/Tema: Redistribuição num volume maior Prática epistêmica: Comunicação – Explicando</p>	A6: Ela diminui já que os átomos vão ter que se redistribuir no volume maior.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para o questionamento realizado pelo professor por meio do movimento de elaboração, A8 responde que a massa da chave do experimento 1 permaneceu a mesma após o aquecimento. Essa colocação é confirmada pelo professor. A8 mobiliza a prática epistêmica usando conceitos para avaliação de conclusões ao fazer uso do princípio de conservação da massa para avaliar sua resposta anterior. Posteriormente o aluno indica que a densidade diminui. O trecho destacado acaba com a explicação, dada por A6, sobre a alteração na densidade em nível microscópico.

A discussão teve o seu seguimento com o professor explanando sobre a relação matemática para o cálculo da densidade e seu comportamento em nível microscópico. No enxerto da discussão apresentado no Quadro 60 podemos observar que A6 indica que o melhor exemplo do cotidiano para verificação da mudança da densidade seria o gelo.

Quadro 60 – Episódio 12 - Gelo como exemplo

<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:54:00-01:54:04 Ação/Tema: Gelo como exemplo Prática epistêmica: Comunicação – Exemplificando</p>	<p>A6: O melhor exemplo que temos no dia a dia é o gelo, né?</p>
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:54:04-01:54:33 Episódio: Busca entender a ideia apresentada Movimento epistêmico: Compreensão</p>	<p>Professor: Isso, e é bem como o A6 colocou, né? O A6 ele foi além colocou uma explicação é... é a gente... eu até então falei da explicação matemática, né, e o A6 ele foi colocou uma explicação do ponto de vista mesmo do que é que vai acontecer lá com os átomos, com as moléculas que compõem o corpo. Foi isso, A6? Poderia repetir rapidamente?</p>
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:54:33-01:54:53 Ação/Tema: Densidade do gelo Prática epistêmica: Comunicação – Explicando</p>	<p>A6: Ah não, eu falei que o maior exemplo que temos no dia a dia é o gelo, né? Já que a água por exemplo ela tem a sua massa, ela tem a sua distribuição que é bem, eu não sei explicar a distribuição de peso da água, mas quando você congela ela dá pra ver que ela segue muito mais sólida já que sua densidade aumentou.</p>
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:54:53-01:55:36 Ação/Tema: Expõe ideias alcançadas Movimento epistêmico: Síntese</p>	<p>Professor: Sim, sim, tá. E é como o próprio A6 colocou também em um outro comentário, né? Vocês também já perceberam isso, a gente já debateu isso ao longo da oficina. Se a temperatura aumenta o que que acontece com as moléculas que compõem aquele corpo, né? Elas acabam por se distanciar mais umas das outras e é isso que é responsável pelo aumento no volume do material, tá? Então eu tenho a mesma massa ocupando um volume maior, então eu, logicamente, vou ter que ter a densidade o quê? Menor, não é isso?</p>
<p>Autor da fala: Alunos</p>	<p>A8: Isso. Apesar que na água tem uma singularidade, né?</p>

<p>Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:55:36-01:55:55 Ação/Tema: Singularidade da água Prática epistêmica: Avaliação – Criticando outras declarações</p>	<p>Professor: Pode falar. A8: Escutou? Professor: Pode repetir, A8? O que você falou sobre a questão da água. A8: Que tem uma singularidade.</p>
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:55:55-01:56:32 Ação/Tema: Comportamento anômalo da água Movimento epistêmico: Instrução</p>	<p>Professor: É, a água ela tem um comportamento, né, que a gente chama de comportamento anômalo, tá, é... que pra um certo valor de temperatura, um certo intervalo temperatura a água ela se comporta de uma maneira aí, digamos assim, um pouquinho estranha, né? Mas isso aí ele tá relacionado com a estrutura das moléculas da água, tá? Mas não se preocupem que isso daí vai ser ponto de estudo no avançar do curso de física do segundo ano de vocês.</p>

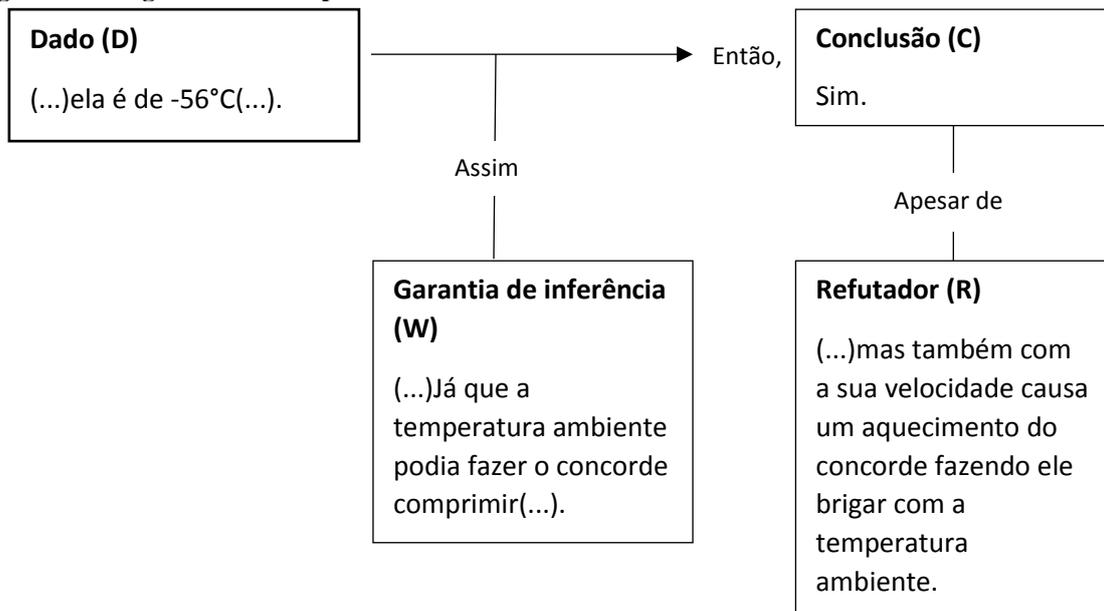
Fonte: Elaborado pelo autor.

O professor solicitou que A6 repetisse a explicação molecular, no entanto, o aluno segue explicando como o gelo pode exemplificar bem a alteração na densidade de um material. Percebemos um equívoco na explicação dada pelo aluno, o mesmo considera que a densidade da água aumenta após o congelamento, quando na verdade diminui. Em sua fala, A8 critica a afirmação proferida por A6 ao indicar que o caso da água é permeado por uma singularidade. Aqui foi mobilizada uma prática epistêmica da instância de avaliação, criticando outras declarações. O professor finaliza a discussão sobre essa questão explanando, com o movimento de instrução, a singularidade apontada por A8, o comportamento anômalo da água.

O terceiro e último questionamento enviado para os alunos, dividido em duas partes, apresentou diversos dados sobre um modelo específico de avião supersônico, o Concorde. Os alunos tiveram acesso as seguintes informações: composição e comprimento do avião; velocidade de cruzeiro alcançada; condições ambientais da região (altitude) em que o avião normalmente viajava. Os alunos, inicialmente, foram solicitados a responder se seria possível que o Concorde tivesse o seu comprimento alterado durante o voo. Apresentamos, a seguir, a análise dos argumentos escritos pelos alunos em resposta a essa indagação. Consideramos como conclusão a indicação de que o comprimento do avião seria ou não alterado durante o voo.

A2: ‘Sim. Já que a temperatura ambiente podia fazer o concorde comprimir já que ela é de -56°C, mas também com a sua velocidade causa um aquecimento do concorde fazendo ele brigar com a temperatura ambiente.’

Figura 37 – Argumento de A2 para o Concorde

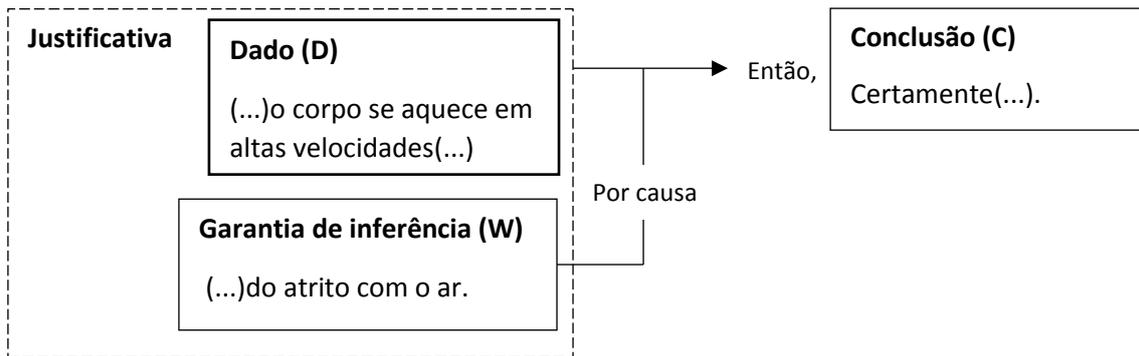


Fonte: Elaborado pelo autor.

A2 elaborou um argumento do tipo CDWR. O dado utilizado foi o da temperatura ambiente, -56°C . Para o argumentador essa temperatura contribuiria para uma compressão da aeronave. Entendemos que o aluno fez uma confusão entre os termos comprimir e contrair, uma vez que a mudança nas dimensões de um corpo causada pela diminuição de sua temperatura é caracterizada como contração térmica e não compressão. Pela garantia de inferência apresentada, o avião sofreria um aquecimento causado por sua alta velocidade. Para o argumentador o Concorde terá o seu comprimento alterado, mas não apresenta se essa mudança será caracterizada como contração ou dilatação térmica. Todavia, o aluno apresenta garantias que possibilitam a ocorrência dos dois fenômenos. Então, sua resposta evidencia de alguma forma que ele não está seguro acerca do tipo de alteração que ocorrerá nas dimensões do avião, se aumento ou diminuição.

A3: ‘Certamente, o corpo se aquece em altas velocidades por conta do atrito com o ar.’

Figura 38 – Argumento de A3 para o Concorde



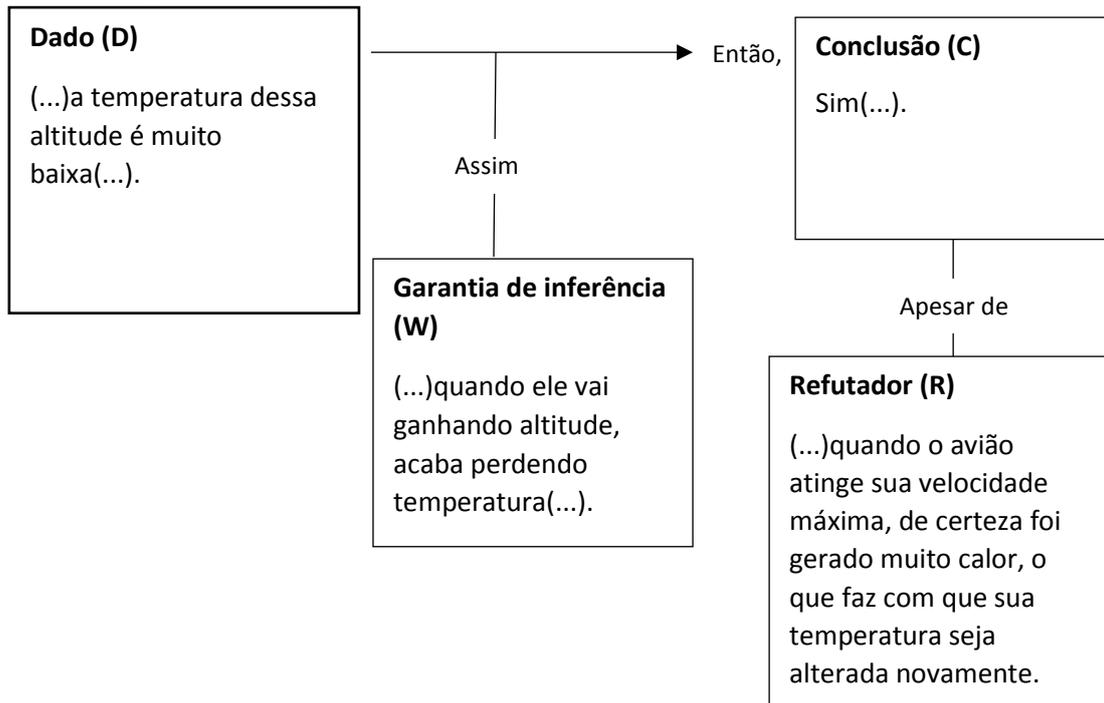
Fonte: Elaborado pelo autor.

O argumento elaborado por A3 é composto de dado, garantia de inferência e conclusão. Neste argumento, podemos considerar também que dado e garantia de inferência podem formar um único elemento considerado como “justificativa para a conclusão”, como discutido por Erduran (2007). A autora fala sobre a dificuldade na distinção entre dados, garantias de inferência e apoio considerando a análise das falas de alunos em interação. Diante disso, alguns autores têm agrupado tais elementos em um único (ERDURAN; SIMON; OSBORNE, 2004; ZOHAR; NEMET, 2002).

Para o aluno, certamente o avião terá o seu comprimento alterado, contudo não explicita se essa alteração será uma contração ou dilatação. Uma análise do conteúdo do argumento nos permite inferir que o argumentador faz referência, ainda que de maneira implícita, ao fenômeno de dilatação. O atrito com o ar é responsável pelo aquecimento do corpo do avião. Diferentemente de A2, que apresenta garantias as quais sugerem que pode haver expansão ou contração do avião, A3 sugere uma expansão.

A6: ‘Sim, já que quando ele vai ganhando altitude, acaba perdendo temperatura já que a Erudam temperatura dessa altitude é muito baixa, mas quando o avião atinge sua velocidade máxima, de certeza foi gerado muito calor, o que faz com que sua temperatura seja alterada novamente.’

Figura 39 – Argumento de A6 para o Concorde

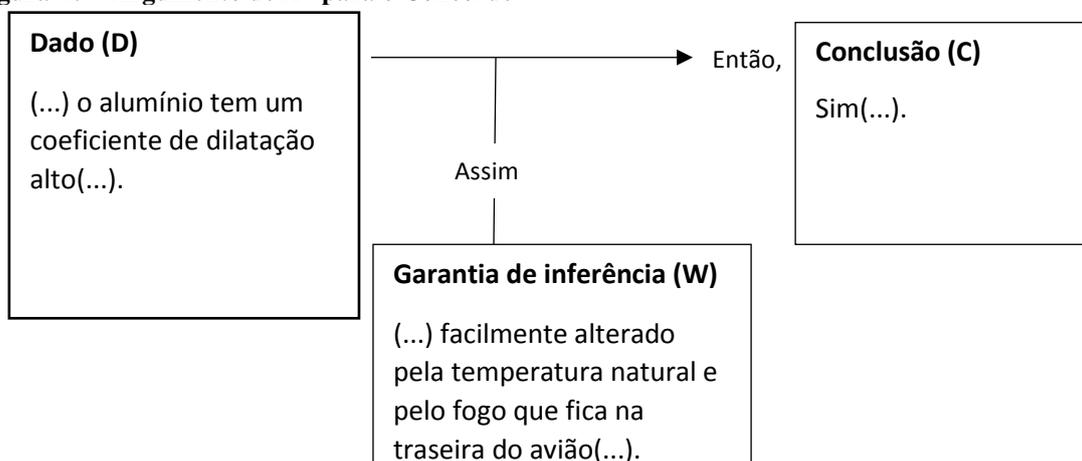


Fonte: Elaborado pelo autor.

Em seu argumento, do tipo CDWR, A6 afirma que o avião terá seu comprimento alterado. O argumentador menciona como dado o baixo valor de temperatura para a altitude do voo. Faz uso de uma garantia de inferência que possibilita a ocorrência da contração e de um refutador relacionado a dilatação térmica, mas não exprime qual fenômeno será dominante durante o voo. Assim, semelhante a A2 considera fatores que concorrem para dilatação ou contração do avião.

A7: 'Sim, pois o alumínio tem um coeficiente de dilatação alto, sendo facilmente alterado pela temperatura natural e pelo fogo que fica na traseira do avião.'

Figura 40 – Argumento de A7 para o Concorde

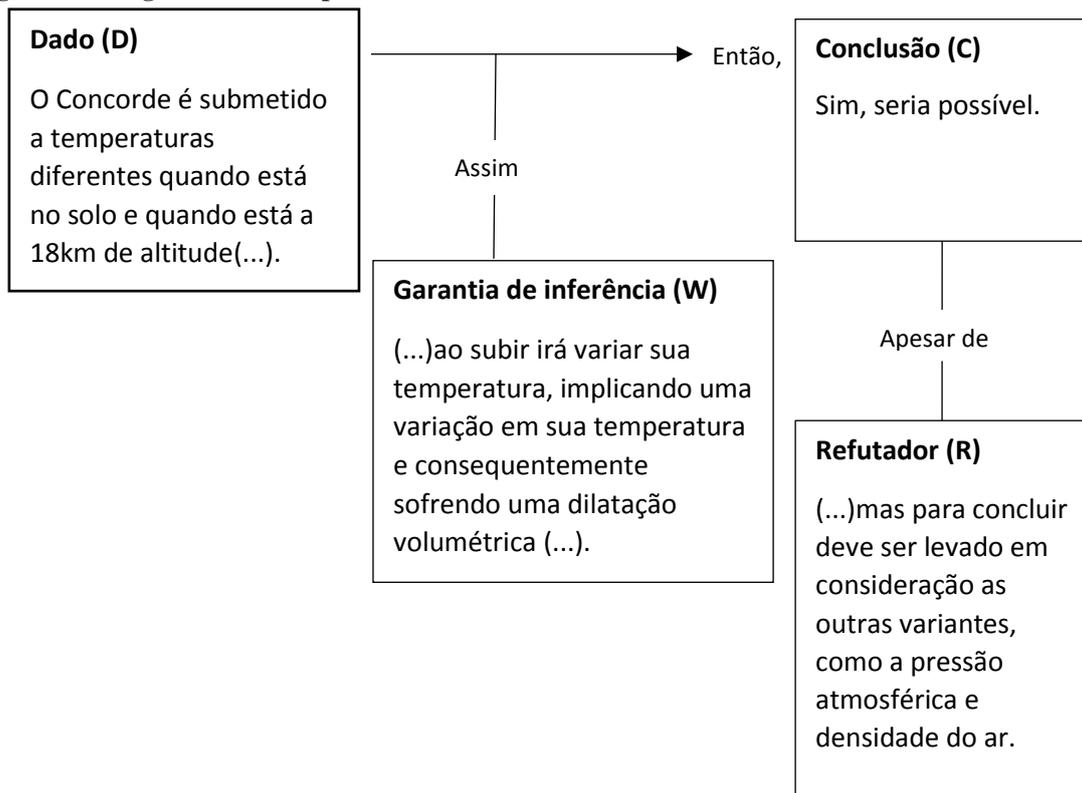


Fonte: Elaborado pelo autor.

A7 elaborou um argumento do tipo CDW. O argumentador usou, para sustentar sua posição, um dado ligado à composição do avião, o alto valor do coeficiente de dilatação do alumínio. Ligado a esse dado, o aluno apresenta uma garantia que faz menção à dilatação e contração, mas não indica qual fenômeno predominará durante o voo, tal como acontece nos argumentos de A2 e A6.

A8: ‘Sim, seria possível. O Concorde é submetido a temperaturas diferentes quando está no solo e quando está a 18km de altitude, isso significa que, o Concorde, ao subir irá variar sua temperatura, implicando uma variação em sua temperatura e conseqüentemente sofrendo uma dilatação volumétrica, mas para concluir deve ser levado em consideração as outras variantes, como a pressão atmosférica e densidade do ar.’

Figura 41 – Argumento de A8 para o Concorde



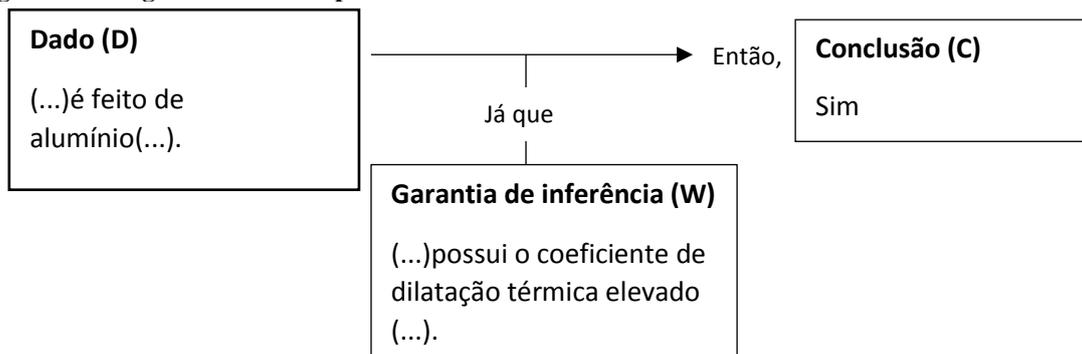
Fonte: Elaborado pelo autor.

Em seu argumento, do tipo CDWR, A8 chama atenção para o fato de o avião ser submetido a temperaturas diferentes em momentos distintos. Para o argumentador, ao alçar voo, o avião terá sua temperatura alterada, o que pela garantia apresentada, implica em dilatação volumétrica. Assim, seria possível a alteração no comprimento da aeronave, todavia o aluno considera que outras variáveis devem ser levadas em conta. Essa consideração especifica que

tais variantes podem indicar condições nas quais a garantia apresentada não seja suficiente para dar suporte a conclusão, o que caracteriza a presença do refutador no argumento de A8.

A10: ‘Sim, já que é feito de alumínio e este possui o coeficiente de dilatação térmica elevado.’

Figura 42 – Argumento de A10 para o Concorde



Fonte: Elaborado pelo autor.

A10 elaborou um argumento do tipo CDW. A aluna afirma que o comprimento do avião será alterado e faz uso de um dado para dar suporte a sua conclusão, o material que compõe o avião. Para a argumentadora, o elevado coeficiente de dilatação do alumínio constitui uma garantia de inferência. A aluna não afirmou se a alteração no comprimento será uma contração ou dilatação.

De maneira geral, verificamos que todos os alunos argumentam que o avião terá seu comprimento alterado, mas apenas A8 indica claramente qual fenômeno caracteriza essa alteração, segundo o aluno, uma dilatação térmica. Considerando o conteúdo dos argumentos, fica evidente que todos os alunos percebem que as alterações do ambiente, a que está submetido o avião, de alguma forma irão interferir em suas dimensões, mas eles, com exceção de A8, não expressam se se trata de um aumento ou diminuição. Vale ressaltar que, nenhum aluno se referiu ao aumento de calor devido a reação de combustão, responsável pelo movimento do veículo, que é exotérmica, embora A2, A3, A6 e A7 tenham dado algum indicativo nessa direção. Certamente os motores à combustão sofrem aumento de temperatura seja em terra, ar ou mar, mas como o avião está em um ambiente com uma temperatura muito baixa, a qual foi citada na questão, os alunos valorizaram este dado.

Com relação à estrutura, A3, A7 e A10 elaboraram argumentos do tipo CDW. Já A2, A6 e A8 foram responsáveis pela elaboração de três argumentos do tipo CDWR. Verificamos que todos os argumentos do tipo CDW apresentam frequência de 3 elementos, já todos os argumentos do tipo CDWR apresentam 4 elementos.

A discussão dessa questão teve início com o professor, por meio de um movimento de instrução, explanando alguns dados e aspectos sobre o Concorde. Posteriormente, mobilizando um movimento de elaboração, o professor solicitou que os alunos expusessem as suas conclusões. O Quadro 61 exibe o início dessa discussão.

Quadro 61 – Episódio 13 - Seria possível uma mudança no comprimento do Concorde?

<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:59:06-01:59:22 Ação/Tema: Comprimento alterado? Movimento epistêmico: Elaboração</p>	<p>Professor: Então assim o Concorde ele tinha que conviver em um ambiente com essas características daí, tá? E a primeira questão pra vocês era o seguinte: será que seria possível que o Concorde tivesse o seu comprimento mudado durante o voo? ((Solicita conclusões))</p>
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:59:22-01:59:23 Ação/Tema: Sim Prática epistêmica: Comunicação – Argumentando</p>	<p>A8: Sim. ((Apresenta conclusão))</p>
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:59:23-01:59:48 Ação/Tema: De que forma? Movimento epistêmico: Elaboração</p>	<p>Professor: Lembrando que a gente tá falando de uma, né, oficina onde a gente tá debatendo dilatação térmica. Quem falou sim, foi A8 ou o A6?</p> <p>A8: Foi. A8.</p> <p>Professor: De que forma, A8? Por que você acha que sim, né? (Solicita justificativa)</p>
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 01:59:48-02:00:18 Ação/Tema: Dilatação térmica Prática epistêmica: Comunicação – Argumentando</p>	<p>A8: Quando ele tá no solo ele tá em repouso então, é que aqui a temperatura, o ambiente é diferente, quando ele sobe, atinge a determinada altura e determinada velocidade vai ter um aumento de temperatura ou não, vai depender também da pressão e da densidade do ar, mas provavelmente vai ter um aumento de temperatura então uma dilatação térmica, conseqüentemente uma dilatação volumétrica. ((Apresenta dado, garantias de inferência e refutador))</p>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em resposta à fala do professor, A8 limitou-se a afirmar que o comprimento será alterado, mas sem apresentar detalhes que levaram à sua conclusão. Sendo assim, o professor solicitou uma justificativa para a afirmação apresentada. A8 chama atenção para a diferença de temperatura dos ambientes do percurso do avião. O aluno condiciona a mudança de temperatura às condições de pressão e densidade do ar. Finaliza sua fala ressaltando que ocorrerá uma dilatação térmica.

Dando prosseguimento à discussão, o professor instigou os demais alunos a apresentarem suas conclusões. Mobilizando um movimento de elaboração (aprofundamento ou avanço), o professor recapitula a pergunta feita enfatizando que gostaria de saber se a variação seria uma contração ou dilatação. Vejamos no Quadro 62 as colocações feitas pelos alunos.

Quadro 62 – Episódio 13 - Temperatura ambiente negativa

<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 02:01:02-02:01:07 Ação/Tema: Provavelmente dilatação Prática epistêmica: Comunicação – Argumentando</p>	<p>A8: Provavelmente uma dilatação. ((Apresenta conclusão))</p>
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 02:01:07-02:01:16 Ação/Tema: Instiga outras respostas Movimento epistêmico: Elaboração (aprofundamento ou avanço)</p>	<p>Professor: Todos concordam? Alguém discorda?</p>
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 02:01:16-02:01:21 Ação/Tema: Temperatura ambiente Prática epistêmica: Comunicação – Argumentando</p>	<p>A6 ((pelo chat)): Concordo A2: Eu acho que é compressão por causa da temperatura ambiente que é -56. ((Apresenta dado e garantia de inferência contrária))</p>
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 02:01:21-02:01:30 Ação/Tema: -56°C Movimento epistêmico: Reelaboração</p>	<p>Professor: É, o A2 tá chamando atenção pra um dado que tem aí, né? A gente tem o quê? Uma temperatura ambiente de -56, né? ((Enfatiza o dado apresentado))</p>
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 02:01:30-02:01:37 Ação/Tema: Sinal negativo Prática epistêmica: Produção – Checando entendimento</p>	<p>A8: Ah! É menos, é? Professor: É -56, né? A8: Eu não tinha visto o sinal de menos, não.</p>
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 02:01:37-02:02:19 Ação/Tema: Temperatura negativa Movimento epistêmico: Instrução</p>	<p>Professor: -56. Uma atitude muito alta, né, um valor de altitude muito alto, né, então lá a temperatura tende a ser bem menor, por exemplo, que em altitudes aqui normais, né, no nível do mar por exemplo. Então a gente, como A8 colocou, o avião ele taria partindo do repouso, né A8? Ele taria partindo de um ambiente com a temperatura maior, todos concordam? As temperaturas aqui a nível de solo são bem mais elevadas do que em altas altitudes, né, em valores altos de altitude.</p>
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 02:02:19-02:02:29 Ação/Tema: Tem certeza? Prática epistêmica: Avaliação – Criticando outras declarações</p>	<p>A8: Tem certeza disso? Sei lá, eu achava que como lá tem, a densidade do ar é menor, achava que poderia ter uma radiação maior do sol.</p>

<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 02:02:29-02:02:59 Ação/Tema: Valores menores de temperatura Movimento epistêmico: Correção</p>	<p>Professor: Hurum, não! É... A8: Ah, mas... Professor: A gente tem valores menores de temperatura conforme a gente vai aumentando em valores de altitude, né isso? Você pode observar isso A8: É, a questão do... Professor: Isso. Vocês podem observar isso, por exemplo, em lugares montanhosos, né, a gente... lugares mais altos são mais propícios, por exemplo, a formação de gelo.</p>
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 02:02:59-02:03:03 Ação/Tema: Sinal Prática epistêmica: Avaliação – Justificando as próprias conclusões</p>	<p>A8: Tá, desculpa! Não tinha visto o sinal de menos no cálculo, não.</p>
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 02:03:03-02:03:16 Ação/Tema: Seria uma dilatação ou contração? Movimento epistêmico: Reelaboração</p>	<p>Professor: Por isso que eu perguntei a vocês. Essa variação de comprimento seria uma variação de dilatação ou uma variação de contração?</p>
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 02:03:16-02:03:22 Ação/Tema: Seria contração Prática epistêmica: Comunicação – Argumentando</p>	<p>A8: É, nesse caso seria a contração.</p>
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 02:03:22-02:03:33 Ação/Tema: Busca entender a ideia apresentada Movimento epistêmico: Compreensão</p>	<p>Professor: Todos concordam? O A8 já mudou de opinião, né? Ele falou que seria dilatação e agora contração, né isso A8? A8: É.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor.

A8 reafirmou que a alteração de comprimento se trata de uma dilatação térmica. A6 concordou com sua afirmação, todavia A2 disse acreditar que na verdade seria uma contração, decorrente da temperatura negativa do ambiente de voo. Após a confirmação, sobre o dado apresentado por A2, feita pelo professor, A8, mobilizando a prática justificando as próprias conclusões, afirmou não ter visto o sinal negativo no valor de temperatura. O professor tornou a pergunta sobre a variação de comprimento. A8, considerando o dado apresentado, muda seu argumento de dilatação para contração.

A segunda parte desse questionamento solicitou que os alunos realizassem o cálculo da temperatura externa do avião. Para tanto, consideraram que o Concorde estaria partindo do repouso em um dia cuja temperatura média fosse de 15°C e que durante a velocidade de cruzeiro ele sofreria uma variação no comprimento de 25cm. Importante salientar que a questão não indicou se a variação sofrida seria uma dilatação ou contração. Para prosseguir com a discussão, o professor trouxe essa parte da questão para o debate, vejamos no Quadro 63. Inicialmente o professor concorda com o resultado do cálculo informado por A8 no questionário.

Quadro 63 – Episódio 13 - O atrito

<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 02:05:06-02:05:54 Ação/Tema: Concorda com os resultados apresentados Movimento epistêmico: Confirmação</p>	<p>Professor: Pelo que eu vi aqui, né A8, você informou 182,7, não é isso?</p> <p>A8: Foi.</p> <p>Professor: Que foi o valor que outras pessoas também informaram aqui, tá? Agora veja bem vocês estão me falando que é... esse 182,7, como o próprio questionário já falava aqui pra vocês: seria possível calcular a temperatura da parte, da parte externa do avião? É, sim vocês encontraram, 182,7, tá? Que é um valor positivo, tá correto quem achou um valor positivo, é esse valor mesmo.</p>
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 02:05:54-02:05:59 Ação/Tema: Não precisa ser negativo Prática epistêmica: Avaliação – Justificando as próprias conclusões</p>	<p>A8: É, eu tava olhando aqui que o comprimento não precisa ser negativo nem nada não, então tá certo.</p>
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 02:05:59-02:06:11 Ação/Tema: Valor positivo Movimento epistêmico: Compreensão</p>	<p>Professor: É, tá correto, né, 182,7, só que a gente tá falando de um valor positivo, não é isso?</p> <p>A8: Sim.</p>
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 02:06:11-02:06:37 Ação/Tema: Como consegue dilatar? Movimento epistêmico: Elaboração (aprofundamento ou avanço)</p>	<p>Professor: Então agora de posse desse, de tudo isso aqui que a gente discutiu, como é que ele consegue se dilatar? Tá, eu vou dar um spoiler pra vocês, é uma dilatação, é uma dilatação, tá? Não é uma contração não, é uma dilatação, ou seja, ele cresce, né, 25cm. ((Solicita justificativa))</p>
<p>Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 02:06:37-02:06:57 Ação/Tema: Velocidade Prática epistêmica: Comunicação – Argumentando</p>	<p>A2: Eu acho que ele cresce por causa da velocidade que ele atinge que pode aquecer o material do Concorde. ((Garantia de inferência))</p> <p>A6: Foi isso que eu coloquei na minha resposta também. Já que ele atinge a velocidade do som, né, eu acho que consegue superar um pouquinho a temperatura que ele chegou, a temperatura que ele estava no ambiente da altitude. ((Garantia de inferência))</p>
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 02:06:57-02:07:03 Ação/Tema: Concorda com as ideias apresentadas Movimento epistêmico: Confirmação</p>	<p>Professor: Muito bem! Vocês colocaram muito bem! Estão chamando a atenção pra o fator correto.</p>

Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 02:07:03-02:07:08 Ação/Tema: Como é possível? Movimento epistêmico: Elaboração (aprofundamento ou avanço)	Professor: Agora de que forma vocês acham que isso daí é possível? ((Solicita justificativa))
Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 02:07:08-02:07:12 Ação/Tema: Atrito Prática epistêmica: Comunicação – Argumentando	A8: O atrito entre o ar e a máquina. ((Apresenta dado))
Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 02:07:12-02:07:14 Ação/Tema: Busca entender a ideia apresentada Movimento epistêmico: Compreensão	Professor: Perdão. Eu acho que alguém falou....
Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 02:07:14-02:07:23 Ação/Tema: Atrito gera calor Prática epistêmica: Comunicação – Argumentando	A8: O atrito entre o... o atrito entre o ar e o Concorde, isso gera calor, aumento de temperatura. ((Garantia de inferência))

Fonte: Elaborado pelo autor.

O professor destacou que A8 e outros alunos apresentaram em suas respostas um valor positivo para a temperatura externa do avião. A problemática levantada pelo professor consiste no fato dessa temperatura ser positiva mesmo em um meio de temperatura negativa. Para A2 a velocidade atingida pelo Concorde resultaria em um aquecimento do seu corpo. A6 concorda com A2 e afirma que o avião, por atingir a velocidade do som, conseguiria superar a temperatura do ambiente de altitude. Neste momento os alunos apresentaram garantias de inferência que sustentassem suas conclusões. Após a confirmação e o questionamento feito pelo professor, A8 afirma que esse aumento da temperatura é causado pelo atrito entre o ar e a máquina.

A discussão segue abordando o atrito e seus efeitos. Por fim, A8 se justificou ao afirmar que o cálculo da dilatação ignora a velocidade do corpo. Aqui foi mobilizada uma prática epistêmica da instância de avaliação, justificando as próprias conclusões. O trecho destacado no Quadro 64 finaliza com a apresentação da concordância do professor a ideia apresentada pelo aluno.

Quadro 64 – Episódio 13 - A equação da dilatação não leva em conta outros aspectos

Autor da fala: Alunos Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico	A8: Sim, sim. O cálculo da temperatura ignora a velocidade do corpo. Professor: Isso, né? O cálculo...
--	---

<p>Tempo: 02:10:49-02:11:04 Ação/Tema: Cálculo ignora a velocidade Prática epistêmica: Avaliação – Justificando as próprias conclusões</p>	<p>A8: Ele só tá interessado nas mudanças de temperatura. Professor: Isso, justamente. O cálculo... A8: Independente da pontuação no processo.</p>
<p>Autor da fala: Professor Tipo de conteúdo do discurso: Conteúdo científico Tempo: 02:11:04-02:11:19 Ação/Tema: Concorda com a ideia apresentada Movimento epistêmico: Confirmação</p>	<p>Professor: É, o cálculo da dilatação ele acaba por não levar em consideração esses outros aspectos, né? Mas mesmo em um ambiente que a gente tenha temperatura negativa a gente acabou por ter uma dilatação.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Importante salientar que, do ponto de vista científico, outros aspectos precisam ser levados em conta no estudo do voo de uma aeronave. Por exemplo, no caso do Concorde seu maquinário era composto por motores de pós-combustão que garantiam um rápido aumento em sua potência e velocidade, necessários para atingir e manter velocidades supersônicas. Neste tipo de motor há uma injeção de combustível após a câmara de combustão, fato que certamente impacta na dilatação do avião como um todo, além de um gasto excessivo de combustível. Machado e Cruz (2011) comentam sobre a construção de modelos para o ensino de Física:

O objeto-modelo representa apenas parcialmente o seu referente concreto e fatalmente ignora alguns dos seus aspectos. A escolha dos aspectos relevantes será determinada pelo objetivo do investigador. Em todo caso, o objeto-modelo é inevitavelmente parcial e aproximativo. Embora seja uma versão idealizada e abstraída do objeto real, concebida de forma a representar apenas parte dos traços do seu referente, a construção dos objetos-modelo envolve operações que não são arbitrárias, mas sim objetivas, isto é, com uma intenção realista. (MACHADO; CRUZ, 2011, p. 890).

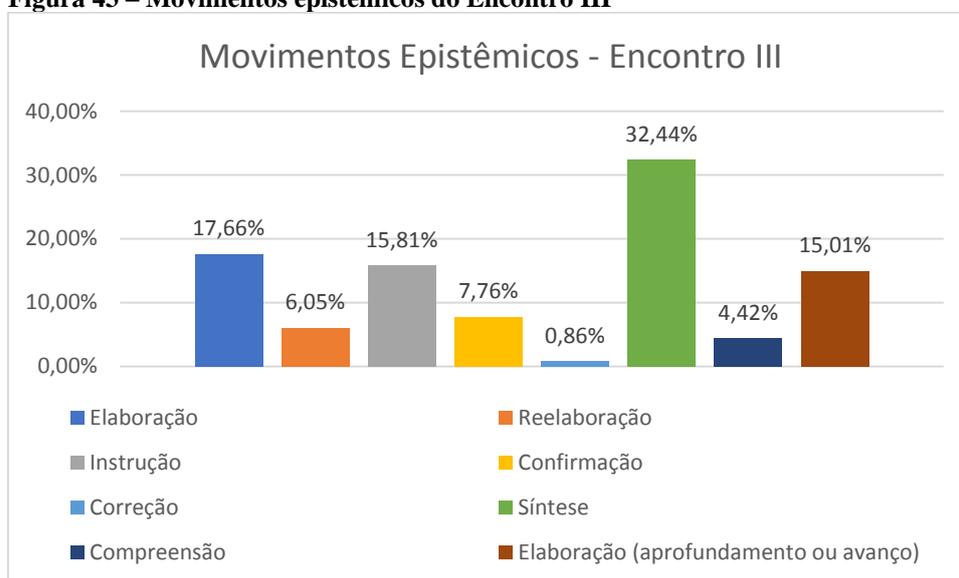
De fato, durante a discussão da questão em sala de aula outros aspectos, como reação de combustão e estequiometria, poderiam ter sido considerados. Verificamos que, tanto nos argumentos escritos quanto na discussão instaurada, os alunos apresentam indícios que outros aspectos poderiam ser considerados. Todavia, por fins didáticos, o professor optou por focalizar a diferença de temperatura entre os ambientes dando ênfase a importância do atrito. A intenção foi possibilitar um conflito cognitivo baseado na ocorrência da dilatação térmica em ambiente com temperatura negativa.

Durante a Etapa Final os alunos trabalharam com temas como densidade, atrito, conservação da massa, dilatação térmica. As práticas epistêmicas mais mobilizadas foram argumentando, explicando e descrevendo. Os movimentos epistêmicos que apresentaram os maiores registros foram os de elaboração, síntese e instrução.

6.3.1 Panorama do Encontro III

A seguir apresentamos um panorama da aula do terceiro encontro. O tempo total de duração desse encontro foi de 02h15min27s. O discurso de agenda foi o tipo de discurso do professor com menor ocorrência para essa aula, com 3,67% do tempo codificado. Seguido de gestão e manejo de classe que registrou 10,50%. O discurso de conteúdo científico foi o que mais predominou, com 85,82% do total. A Figura 43 exibe os percentuais de tempo obtidos conforme a ocorrência dos movimentos epistêmicos para os momentos de discurso de conteúdo científico ocorridos ao longo da aula.

Figura 43 – Movimentos epistêmicos do Encontro III



Fonte: Elaborado pelo autor.

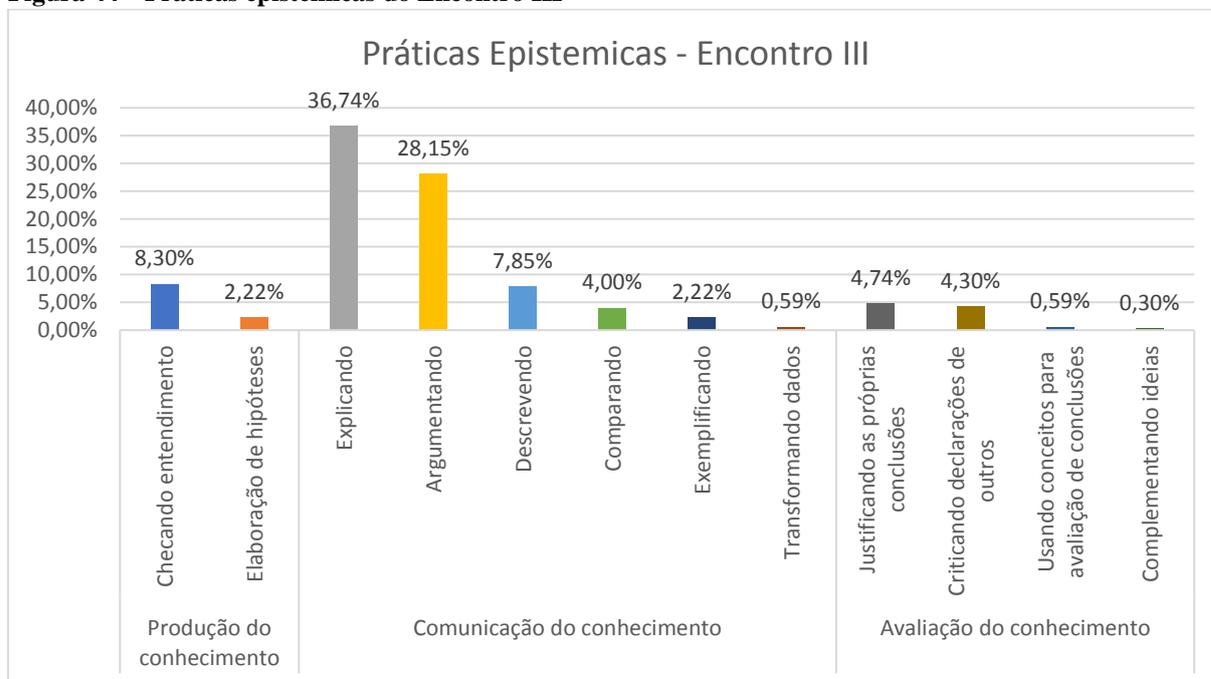
O movimento de síntese foi o que mais prevaleceu durante este encontro, com 32,44%. Com o decorrer da discussão o professor precisou explicitar ideias alcançadas durante a aula ou outras anteriormente debatidas, essa retomada foi importante para que os alunos pudessem fundamentar melhor suas ações. Esse encontro, em muitas oportunidades, demandou dos alunos uma aplicação de conhecimentos já internalizados, construídos nos encontros anteriores.

Os demais movimentos de maior ocorrência foram os de elaboração, instrução e elaboração (aprofundamento ou avanço), respectivamente, com os percentuais de 17,66%, 15,81% e 15,01%. O movimento de correção apresentou o menor registro, com 0,86%.

83,30% do tempo categorizado para o discurso dos alunos correspondeu aos momentos que foram utilizados para leitura e resolução dos questionamentos do roteiro. O discurso de

conteúdo científico compreendeu 16,70% do tempo total codificado. As práticas epistêmicas categorizadas para esse intervalo de tempo estão presentes na Figura 44.

Figura 44 – Práticas epistêmicas do Encontro III



Fonte: Elaborado pelo autor.

As práticas epistêmicas que mais prevaleceram para esse encontro foram explicando e argumentando, respectivamente, com 36,74% e 28,15%. Estas duas práticas somadas correspondem a mais da metade do tempo codificado, mais precisamente, 64,89% do total. Durante a aula, os alunos precisaram explicar o funcionamento de estruturas e/ou fenômeno, realizar escolhas ou apresentar conclusões com base em dados e garantias, aplicar o conhecimento mobilizado ao longo das aulas em situações cotidianas. Estas ações contribuíram a ocorrência das práticas categorizadas. Outras práticas encontradas foram checando entendimento, descrevendo e justificando as próprias conclusões com, respectivamente, 8,30%, 7,85% e 4,74%.

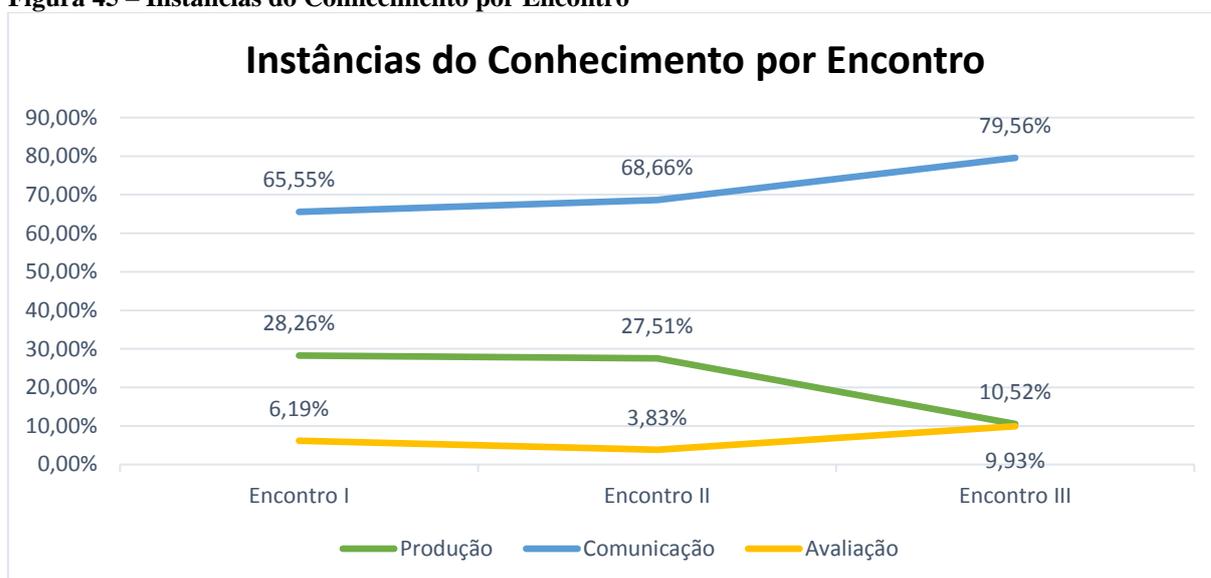
Os alunos mobilizaram a argumentação em dois momentos distintos. No primeiro momento eles expuseram suas escolhas de materiais que pudessem compor a lâmina bimetálica no circuito de alarme contra incêndio. No segundo momento, a argumentação foi utilizada para justificar as alegações feitas sobre uma possível alteração no comprimento de uma aeronave supersônica. A presença e a qualidade dos elementos constituintes do argumento, em ambos os casos, foram primordiais para garantia do engajamento na prática epistêmica argumentação, o que envolve fazer sentido entre os membros do grupo por meio do discurso. Entendemos que os movimentos de síntese e instrução foram essenciais para o avanço na construção desses

elementos. Através desses movimentos o professor pôde retomar pontos já debatidos e instruir os alunos com novas informações.

6.4 Considerações sobre os três encontros

O gráfico presente na Figura 45 mostra a ocorrência das instâncias de práticas epistêmicas por cada encontro.

Figura 45 – Instâncias do Conhecimento por Encontro



Fonte: Elaborado pelo autor.

Como visto na figura anterior, a instância de comunicação do conhecimento se sobressaiu das demais instâncias em todos os encontros; tendo, inclusive, aumentado o seu percentual conforme o desenvolvimento das aulas. Já a instância de produção do conhecimento apresentou um comportamento inverso, decaiu em cada encontro. O percentual da instância de avaliação do conhecimento decaiu do primeiro para o segundo encontro e ascendeu do segundo para o terceiro encontro.

Entendemos que dois aspectos interligados entre si, relacionados à estrutura da SEI, contribuíram para a variação desses percentuais. O primeiro está relacionado à forma de realização da sequência, ao contexto operacional da aplicação do roteiro de atividades. Os experimentos trabalhados pelos alunos foram disponibilizados por meio de vídeos simples ou dados já coletados. Isso, certamente, impactou o percentual de práticas de produção. Os alunos não precisaram planejar e manusear aparato experimental, acompanhar o desenrolar de experimentos mais complexos ou coletar dados e organizá-los. Tais fatos contribuíram para

momentos de produção mais resumidos. Por outro lado, os alunos foram bastante solicitados a descrever, explicar, argumentar e generalizar, sendo tais práticas inseridas na instância de comunicação do conhecimento. Com o avançar das aulas, ao longo do desenvolvimento da sequência, os alunos foram requeridos e se dispuseram a argumentar, explicar e descrever mais tendo em vista as investidas do professor. Isso relaciona-se à forma como a SEI foi desenvolvida.

Importante salientar que o sentido utilizado para o termo “produção do conhecimento” refere-se as atividades sociais citadas por Kelly (2005) e definidas na Seção 4. Entendemos que todas as instâncias sociais de práticas epistêmicas compõem, de maneira conjunta, o processo de produção de conhecimento em um sentido mais amplo.

Tendo em vista a instância de comunicação, vale ressaltar os altos valores para as práticas de explicação em todos os encontros e desta junto à argumentação nos encontros 2 e 3. Nos encontros 1 e 2, há também razoáveis percentuais relativos à prática de generalização. Isso indica como as discussões que giravam em torno de eventos específicos, em que os alunos estavam envolvidos em descrever, explicar e argumentar, acabam ganhando *status* de conhecimentos que podem ser aplicados a outros eventos semelhantes, sendo, portanto, generalizados, o que marca uma característica do discurso da ciência.

Outro ponto de consideração é o estabelecimento da separação entre as instâncias do conhecimento. Autores, como por exemplo Araújo (2008), afirmam que a distinção entre produção e comunicação do conhecimento nem sempre é clara, pois assumem que, ao mesmo tempo em que os alunos estão produzindo o conhecimento para chegarem às respostas, estão pensando nas formas de comunicá-las. Em outras palavras, simultaneamente, os alunos estão produzindo e comunicando o conhecimento.

Com relação à argumentação, entendemo-la como uma prática epistêmica com as dimensões comunicativa e avaliativa. Sendo assim, consideramos que, mesmo enquadrando a argumentação na instância comunicação do conhecimento, a dimensão avaliativa da prática foi contemplada em sua realização.

No tocante à variedade dos tipos de práticas epistêmicas, verificamos que as práticas de avaliação ocorreram com maior diversidade ao longo dos encontros. Saiu de dois tipos, no primeiro encontro, para 4 no terceiro. Mesmo o primeiro encontro tendo apresentado o menor percentual de comunicação dentre os outros, foi o que mais registrou uma maior variedade práticas. O segundo encontro apresentou uma maior variedade no tipo de práticas de produção, embora o percentual de ocorrência de tempo tenha decaído em relação ao encontro anterior.

Com relação aos movimentos epistêmicos, no primeiro encontro o predomínio do movimento de elaboração decorreu do espaço dado pelo professor para entender as concepções prévias dos alunos. Logo no primeiro encontro, notamos após o movimento de elaboração, no qual o professor solicitava que ideias e entendimentos fossem expostos, as falas dos alunos apresentavam, ainda que na direção científica, colocações simples e pouco estruturadas. O professor, sentindo-se instigado por essas colocações, adotou ações que visavam o aprofundamento ou avanço dessas ideias. Tais ações não puderam ser enquadradas como reelaboração, pois não objetivavam uma modificação ou uma problematização do pensamento inicial apresentado. Tampouco, como elaboração, pois era nítido que o olhar inicial sobre o fenômeno já estava estabelecido. Assim, sentimos a necessidade de gerar uma nova categoria de movimento epistêmico, elaboração (aprofundamento ou avanço). Esse movimento epistêmico corresponde as ações do professor que visam aprofundar ou permitir um avanço nas ideias apresentadas pelos alunos na direção já indicada por eles.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve como objetivo analisar os argumentos elaborados por alunos, ao longo de uma sequência de ensino investigativa (SEI) de Física, considerando suas relações com as práticas e os movimentos epistêmicos instaurados. Para a caracterização das práticas epistêmicas mobilizadas pelos alunos consideramos em nossa análise as categorias apresentadas por Araújo (2008), Jiménez-Aleixandre et al. (2008), Freire, Silva e Borges (2014) e Kelly e Licona (2018), tendo em vista as instâncias sociais de produção, comunicação e avaliação do conhecimento (KELLY; DUSCHL, 2002).

A configuração de práticas epistêmicas ocorre ao longo do tempo, com ações rotineiras e recorrentes. Em nossa pesquisa, foi possível perceber que a sequência de ensino aplicada oportunizou a criação de espaços propícios à ocorrência de práticas epistêmicas. Os alunos estiveram engajados em atividades investigativas, mesmo com a experimentação desenvolvida *on-line* de forma diferente da “tradicional”. Por meio das aulas *on-line*, em plataforma digital, foi possível o envolvimento dos alunos com a elaboração de hipóteses, construção de explicações, generalizações, discussão de resultados e argumentação. Nesse sentido, entendemos que foi possível instaurar a argumentação em torno do tema proposto, em suas diferentes dimensões, tendo em vista o envolvimento gradual dos alunos com o mesmo por meio de uma variedade de práticas epistêmicas. Estas propiciavam a apropriação de conceitos e elaboração de uma lógica de raciocínio científico por meio das intervenções do professor. Em vários momentos, também pudemos verificar como as práticas expressas no discurso dos alunos consistiam em elementos constitutivos do padrão argumentativo proposto por Toulmin, em um processo conjunto de construção de argumentos.

Assim, foi possível verificar a possibilidade de instauração de práticas epistêmicas, que são decorrentes da interação social entre membros de um grupo. Tal interação foi permeada todo o tempo pela presença do professor, mas acreditamos que este fato não desabonou o registro das mesmas. Valle (2014), por exemplo, fez em sua análise o registro de práticas epistêmicas de forma semelhante considerando, inclusive para a professora investigada em sua pesquisa, o desenvolvimento de tais práticas.

Verificamos a predominância das práticas epistêmicas ligadas a instância da comunicação do conhecimento em todos os encontros. Acreditamos que tais resultados, conforme já discutimos, estão relacionados ao contexto da pesquisa e a natureza das atividades desenvolvidas ao longo da sequência de ensino investigativa.

As ações do professor, entendidas como movimentos epistêmicos, foram verificadas por meio das categorias apresentadas em Silva (2015). Os movimentos epistêmicos que obtiveram maiores registros na SEI foram os de síntese, elaboração, instrução e elaboração (aprofundamento ou avanço). O alto percentual para o movimento de elaboração revela o espaço gerado para que as concepções dos alunos fossem expressas e debatidas. Os altos percentuais para os movimentos de síntese e instrução expressam o esforço do professor para socializar as concepções elaboradas ao longo das discussões, bem como para introduzir e desenvolver aquelas cientificamente aceitas. O movimento de elaboração (aprofundamento ou avanço) aliado ao de reelaboração gerou espaço para que os alunos refletissem sobre os seus pontos de vista e os modificassem. Esses dois movimentos, em conjunto, foram muito visíveis nos momentos em que os alunos foram solicitados a argumentar diante das questões de natureza científica e sócio científica.

Durante a adoção de todos os movimentos citados, o professor levantou as concepções prévias dos alunos, solicitou o aprofundamento de ideias apresentadas, retomou pontos debatidos ao longo das aulas e instruiu os alunos com novas informações. Entendemos que tais ações foram propícias para a criação de um ambiente favorável a adoção da prática argumentativa. Verificamos a presença de argumentos em todos os encontros da sequência de ensino.

Para a categorização dos argumentos, o TAP mostrou-se viável, aliando o seu uso com a Rubrica de Erduran et al. (2004) e o registro da ocorrência de elementos conforme proposto por Sá, Kasseboehmer e Queiroz (2014). Assim, foi possível verificar a complexidade dos argumentos.

Por meio da análise desenvolvida foi também possível perceber um movimento de evolução nos argumentos elaborados pelos alunos após os momentos de discussão junto ao professor, uma vez que foram apresentados argumentos com maior variedade e ocorrência de elementos do TAP. Segundo os referenciais adotados, isso caracteriza argumentos mais complexos. Acreditamos que os momentos de discussão entre professor e toda a turma serviram para instigar nos alunos a necessidade de elaboração de argumentos mais complexos, quer seja para adoção de pontos pouco explorados ou para acrescentar elementos que justificassem ou ampliassem suas escolhas, diante de questões que as solicitavam.

O TAP também nos permitiu perceber o nível de certeza de alegações elaboradas pelos alunos, como no caso da questão envolvendo o Concorde. Verificamos por meio da análise dos argumentos que, inicialmente, os alunos não tinham certeza quanto ao fenômeno que caracteriza

aquela situação. A análise por meio do TAP serviu para evidenciar a presença de dúvidas nos argumentos gerados pelos alunos.

Destacamos algumas contribuições e reflexões dadas por este trabalho para as comunidades de pesquisa e de professores. Para a primeira comunidade: a forma de coleta de dados; a relação entre a argumentação e as demais práticas epistêmicas; a relação da atuação do professor com o desenvolvimento das práticas epistêmicas, e conseqüentemente da argumentação. Para a comunidade de professores: a estruturação e aplicação de uma seqüência de ensino investigativa; a atuação do professor para favorecer a argumentação dos alunos; a importância de espaços que oportunizem meios de participação ativa e colaborativa por parte dos alunos.

Por fim, gostaríamos de ressaltar as oportunidades dadas pela aplicação da seqüência de forma *on-line*. Apesar de a seqüência de ensino ter sido desenvolvida de maneira que os alunos não se reunissem fisicamente em torno do experimento, o processo investigativo foi mantido com a presença de dados, por meio de vídeos, fotos e textos. Em um contexto social atualmente desafiador para educadores em todo o mundo, com as limitações inerentes ao meio utilizado, foi possível verificar os argumentos elaborados pelos alunos, o papel das intervenções feitas pelo professor e a oportunidade de registro de práticas epistêmicas em atividades menos tradicionais. Assim, consideramos a possibilidade de realização de práticas epistêmicas em ambientes virtuais, levando-se em conta a importância de preservar o espaço interativo e social que caracteriza uma comunidade relevante na realização de práticas que são reconhecíveis e acordadas pelos seus membros.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, PAULO. **Argumentação no ensino das ciências**: Concepções e práticas de professores de Biologia e Geologia do ensino secundário. 2014. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade de Lisboa, Instituto de Educação, 2014.

ARAÚJO, A. O. **O uso do tempo e das práticas epistêmicas em aulas práticas de Química**. 2008. 144 f. (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

ARAUJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 176-194, jun. de 2003. Disponível em:
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S180611172003000200007&lng=en&nrm=iso.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BERLAND, L. K.; REISER, B. J. Making sense of argumentation and explanation. **Science Education**, [s. l.], v. 93, n. 1, p. 26-55, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1002/sce.20286>.

_____; MCNEILL, K.L. For whom is argument and explanation a necessary distinction? A response to Osborne and Patterson. *Science Education*, v. 96, n. 5, p. 808-813, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1002/sce.21000>.

BILLIG, M. **Arguing and thinking**: A rhetorical approach to social psychology. Cambridge: Cambridge University Press, 1987.

BRANCO, M. J. M. P. **Desenvolvimento das práticas de mediação dos professores em contexto de ensino de Ciências Físicas**: o papel de ferramentas de ajuda. 2018. Tese (Doutoramento em Didática de Ciências e Tecnologia) - Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação; Secretaria de Educação Básica; Conselho Nacional de Educação; Câmara de Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em:
http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 10 jun. 2020.

BRICKER, L.; BELL, P. Conceptualizations of argumentation from science studies and the learning sciences and their implications for the practices of science education. **Science Education**, v. 92, n. 3, p. 473-498, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1002/sce.20278>.

CAVAGNETTO, A. R. Argument to foster scientific literacy: A review of argument interventions in K-12 science contexts. **Review of Educational Research**, v. 80, n. 3, p. 336-371, set. 2010. DOI: 10.3102/0034654310376953.

CRAWFORD, T., KELLY, G. J.; BROWN, C. Ways of knowing beyond facts and laws of science: An ethnographic investigation of student engagement in scientific practices. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 37, n. 3, p. 237-258, 2000.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

CROSS, D.; TAASOBSHIRAZI, G.; HENDRICKS, S.; HICKEY, D. T. Argumentation: A strategy for improving achievement and revealing scientific identities. **International Journal of Science Education**, v. 30, n. 6, p. 837-861, 2008. DOI: 10.1080/09500690701411567.

CUNHA, A. E. **Construção de práticas de referência no ensino da Física para o Ensino Secundário**. 2015. Tese (Doutorado em Didática de Ciências e Tecnologia) - Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, 2015.

DUSCHL, R. A. Science Education in Three-Part Harmony: Balancing Conceptual, Epistemic, and Social Learning Goals. **Review of Research in Education**, [s.l.], vol. 32, n. 1, p. 268-291 fev. 2008. DOI:10.3102/0091732X07309371.

DUSCHL, R. A. Quality argumentation and epistemic criteria. *In*: ERDURAN, S. M.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (ed.). **Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research**. Dordrecht: Springer, 2007. p. 159-175.

DUSCHL, R. A.; ELLENBOGEN, K. Argumentation and Epistemic Criteria: Investigating Learners's Resasons for Reasons. **Educación Química**, v. 20, n. 2, p. 111-118,2009.

ERDURAN, S. Methodological foundations in the study of argumentation. *In*: ERDURAN, S. M.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (ed.). **Argumentation in Science education: Perspectives from classroom-based research**. Dordrecht: Springer, 2007. p. 47-69.

ERDURAN, S.; SIMON, S.; OSBORNE, J. TAPping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. **Science Education**, v. 88, n. 6, p. 915-933, 2004. DOI: 10.1002/sce.20012.

FERREIRA, N. S. A. As pesquisas denominadas “estado da arte”. **Educação & Sociedade**, vol. 23, n. 79, p.257-272, 2002.

FIGUEIRA, M. J. S. **Análise dos princípios de planejamento argumentativo e das condições de promoção da argumentação na formação inicial de professores de Física**, 2020, 339p. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2020.

FREIRE, F.A.; SILVA, A.C.T.; BORGES, D.R. Práticas epistêmicas na construção e justificação dos saberes pelos alunos. **Scientia Plena**, Sergipe, v.10, n. 4(B), p.1-10, mar. 2014. Disponível em: www.scientiaplenu.org.br/sp/article/view/1931.

GARCIA-MILA, M.; GILABERT, S.; ERDURAN, S.; FELTON, M. The Effect of Argumentative Task Goal on the Quality of Argumentative Discourse. **Science Education**, v. 97, n. 4, p. 497-523, 2013. DOI:10.1002/sce.21057.

GEE, J. P. Literacy, discourse, and linguistics: Introduction and what is literacy? *In*: CUSHMAN, E.; KINTGEN, E. R.; KROLL, B. M.; ROSE, M. (ed.). **Literacy: A critical sourcebook**. Boston: Bedford/St. Martin's, 2001. p. 525-544.

GEE, J. P.; GREEN, J. L. Discourse Analysis, Learning, and Social Practice: A Methodological Study. **Review of Research in Education**, [s.l.], vol. 23, n. 1, p. 119-169, jan. 1998. DOI:10.3102/0091732X023001119.

GRAFF, G. **Clueless in academe**: How schooling obscures the life of the mind. New Haven, CT: Yale University Press, 2003.

HODSON, D. Learning Science, Learning about Science, Doing Science: Different goals demand different learning methods. **International Journal of Science Education**. v.36, n.15, p. 2534-2553, 2014.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. **10 Ideas clave**: Competencias en argumentación y uso de pruebas. Barcelona: Graó, 2010.

_____. Argumentación y uso de pruebas: construcción, evaluación y comunicación de explicaciones en Biología y Geología. *In*: CAÑAL, P. (ed.). **Didáctica de la Biología y la Geología**. Barcelona: Graó, 2011. p. 129-149.

_____. Argumentation. *In*: GUNSTONE, R. (ed.). **Encyclopedia of Science Education**. Dordrecht: Springer, 2015. p. 54-59.

_____; BUGALLO RODRÍGUEZ, A.; DUSCHL, R. A. "Doing the Lesson" or "Doing Science": Argument in High School Genetics. **Science Education**. v. 84, n. 6, p. 757-792, 2000.

_____; BROCCOS, P. Desafios metodológicos na pesquisa da argumentação em ensino de ciências. **Ens. Pesqui. Educ. Ciênc. (Belo Horizonte)**, Belo Horizonte, v. 17, n. spe, p. 139-159, nov. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-2117201517s08>. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1983-21172015000400139&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: abr. 2019.

_____; ERDURAN, S. Argumentation in science education: An overview. *In*: ERDURAN, S. M.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (ed.). **Argumentation in Science education: Perspectives from classroom-based research**. Dordrecht: Springer, 2007. p. 3-27.

_____; GALLÁSTEGUI OTERO, J. R.; EIREXAS SANTAMARÍA, F.; PUIG MAURIZ, B. **Actividades para trabajar el uso de pruebas y la argumentación en ciencias**. Santiago de Compostela: Danú, 2009. Disponível em: <https://leer.es/documents/235507/353837/PruebasYArgumentCiencias.pdf/c6f15a5d-52c8-4b8b-b943-0268f0b607ed>. Acesso em: 10 nov. 2019.

_____; MORTIMER, E. F.; SILVA, A. C. T.; BUSTAMANTE, J. D. Epistemic practices: an analytical framework for science classrooms. *In*: ANNUAL MEETING OF AMERICAN EDUCATIONAL RESEARCH ASSOCIATION (AERA). New York, 2008. **Proceedings of AERA 2008**. New York: AERA, 2008.

_____; PEREIRO-MUÑOZ, C. Knowledge producers or knowledge consumers? Argumentation and decision making about environmental management. **International Journal of Science Education**, v. 24, n. 11, p. 1171–1190, 2012.

KELLY, G. J. Inquiry, activity and epistemic practice. *In: Inquiry Conference on Developing a Consensus Research Agenda*. New Brunswick, New Jersey, EUA, 16-18 de fev. de 2005.

_____. Discourse in science classrooms. *In: ABELL, S. K.; LEDERMAN, N. G. (ed.). Handbook of research on science education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2007. p. 443-469.

_____. Inquiry, activity and epistemic practice. *In: DUSCHL, R.A.; GRANDY, R. E. (ed.). Teaching Scientific Inquiry: recommendations for research and implementation*. Rotterdam, Holand: Taipei Sense Publishers, 2008. p. 288-291.

_____. Scientific literacy, discourse, and epistemic practices. *In: LINDER, C.; ÖSTMAN, L.; ROBERTS, D. A.; WICKMAN, P.; ERIKSON, G.; MCKINNON, A. (ed.). Exploring the landscape of scientific literacy*. New York: Routledge, 2011. p. 61–73.

_____. Discourse Practices in Science Learning and Teaching. *In: LEDERMAN, N. G.; ABELL, S. K. (ed.). Handbook of Research on Science Education*. New York: Routledge, 2014. v. 2, p. 321-336.

_____. Learning science: Discourse practices. *In: WORTHAM, S.; KIM, D.; MAY, S. (ed.). Discourse and Education*. Encyclopedia of Language and Education. 3. ed. New York: Springer, 2016. p. 1–15. DOI:10.1007/978-3-319-02322-9_29-1.

_____; CHEN, C. The sound of music: Constructing science as sociocultural practices through oral and written discourse. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 36, p. 883–915, 1999.

_____; CHEN, C.; CRAWFORD, T. Methodological considerations for studying science-in-the-making in educational settings. **Research in Science Education**, v. 28, n. 1, p. 23-49, 1998.

_____; CRAWFORD, T.; GREEN, J. Common task and uncommon knowledge: dissenting voices in the discursive construction of physics across small laboratory groups. **Linguistics and Education**, New York, v. 12, n. 2, p. 135-174, 2001.

_____; DUSCHL, R. A. Toward a research agenda for epistemological studies in science education. *In: Annual Meeting of the National Association of Research in Science Teaching (NARST), 75., 2002, New Orleans. Proceeding of the NARST Annual Meeting*. Reston: NARST, 2002.

_____; GREEN, J. The social nature of knowing: Toward a sociocultural perspective on conceptual change and knowledge construction. *In: GUZZETTI, B.; HYND, C. (ed.). Perspectives on conceptual change: Multiple ways to understand knowing and learning in a complex world*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associate, 1998. p.145-181.

_____; LICONA, P. Epistemic Practices and Science Education. *In*: MATTHEWS, M. R. (ed.). **History, Philosophy and Science Teaching: New Perspectives**. Cham: Springer International Publishing, 2018. p. 139-165. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-62616-1_5.

_____; MCDONALD, S.; WICKMAN, P.O. Science Learning and Epistemology. *In*: FRASER, B.; TOBIN, K.; McROBBIE, C. (ed). **Second International Handbook of Science Education**. Dordrecht: Springer, 2012. p. 281-291. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9041-7_20.

_____; REVEG, J.; PROTHERO, W. A. Analysis of lines of reasoning in written argumentation. *In*: ERDURAN, S. M.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (ed.). **Argumentation in Science education: Perspectives from classroom-based research**. Dordrecht: Springer, 2007. p. 137–157.

_____; SEZEN, A. Activity, Discourse, & Meaning Some Directions for Science Education. *In*: Roth, W.M. (ed). **Re/Structuring Science Education**. Cultural Studies of Science Education, vol 2. Springer, Dordrecht. 2010, p. 39-52. DOI: doi.org/10.1007/978-90-481-3996-5_3.

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

KERLIN, S. C.; MCDONALD, S. P.; KELLY, G. J. Complexity of Secondary Scientific Data Sources and Students' Argumentative Discourse. **International Journal of Science Education**, v. 32, n. 9, p. 1207-1255, 2010.

KOLSTØ, S. D.; RATCLIFFE, M. Social Aspects of Argumentation. *In*: ERDURAN, S. M.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (ed.). **Argumentation in Science education: Perspectives from classroom-based research**. Dordrecht: Springer, 2007. p. 117–136.

KUHN, T.S. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Perspectiva, 1978.

KUHN, D. **The skills of argument**. Cambridge, England: Cambridge University Press, 1991.

KUHN, D. Teaching and learning science as argument. **Science Education**, v. 94, n. 5, p. 810-824, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1002/sce.20395>.

KUHN, D.; UDELL, W. The development of argument skills. **Child Development**, v. 74, n. 5, p. 1245-1260, 2003.

LEMKE, J. L. **Talking Science: Language, Learning and Values**. Norwood, NJ: Ablex, 1990.

LIDAR, M; LUNDQVIST, E.; OSTMAN, L. Teaching and learning in the science classroom: the interplay between teachers' epistemological moves and students' practical epistemology. **Science Education**, n. 90, p. 148-163, 2005.

LONGINO, H. E. Subjects, power, and knowledge: Description and prescription in feminist philosophies of science. *In*: ALCOFF, L.; POTTER, E. (ed.). **Feminist Epistemologies**. New York: Routledge, 1993. p. 101-120.

LOPES, J. B. *et al.* Instrumentos de ajuda à mediação do professor para promover a aprendizagem dos alunos e o desenvolvimento profissional dos professores. **Sensos**, Porto, v. 2, n. 1, p. 77-91, 2012.

LÜDKE, M.; ANDRE, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. 2. ed. Rio de Janeiro: E.P.U., 2018.

MACHADO, J.; CRUZ, S. M. S. C. S. Conhecimento, realidade e ensino de Física: modelização em uma inspiração bungeana. **Ciênc. educ. (Bauru)**, Bauru, v. 17, n. 4, p. 887-902, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132011000400008>. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132011000400008&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 17 jan. 2021.

MALONEY, J.; SIMON, S. Mapping children's discussions of evidence in science to assess collaboration and argumentation. **International Journal of Science Education**, London, v. 28, n. 15, p. 1817-1841, 2006.

MELLO, P.S. **O papel de uma atividade de ensino por investigação de imunologia nas aulas de cursos das áreas de ciências biológicas e da saúde**. 2019. 173f. Tese (Doutorado em Imunologia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2019.

MENDONÇA, P. C.; JUSTI, R. Ensino-Aprendizagem de Ciências e Argumentação: Discussões e Questões Atuais. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 1, p. 187-216, 14 maio 2013.

MILLER, J. Scientific literacy: a conceptual and empirical review. **Daedalus**, [s.l.], v. 112, n.2, p. 29-48, 1983. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/20024852>. Acesso em: 5 out. 2019.

MOREIRA, M.A. **Pesquisa em ensino: o Vê epistemológico de Gowin**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária Ltda, 1990.

MORTIMER, E.F. Concepções atomistas dos estudantes. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 1, p. 23-26, 1995. Disponível em: <http://www.qnesc.sbq.org.br/online/qnesc01/aluno.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2021.

_____. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? **Investigações no Ensino de Ciências**, v. 1, n. 1, p. 20-39, 1996.

_____; SCOTT, P. H. **Meaning Making in Secondary Science Classroom**. 1.ed. Maidenhead: Open University Press/McGraw Hill, 2003.

NASCIMENTO, E. D. O. **Práticas epistêmicas em atividades investigativas de Ciências**. 2015. 88 f. Dissertação (Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2015.

NORRIS, S. P.; PHILLIPS, L. M. How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. **Science Education**, Hoboken, v. 87, n. 2, p. 224-240, mar. 2003. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1002/sce.10066>. Acesso em: 05 out. 2019.

_____; PHILLIPS, L. M.; BURNS, D. P. Conceptions of scientific literacy: Identifying and evaluating their programmatic elements. *In*: MATTHEWS, M. (ed.). **International handbook of research in history, philosophy and science teaching**. Dordrecht: Springer, 2014. p. 1317–1344.

NUSSBAUM, E. M.; SINATRA, G. M. Argument and conceptual engagement. **Contemporary Educational Psychology**, v. 28, n. 3, p. 384–395, 2003.

OSBORNE, J. F. Arguing to Learn in Science: The Role of Collaborative, Critical Discourse. **Science**, New York, v. 328, p. 463-466, 2010. DOI: 10.1126/science.1183944.

_____; ERDURAN, S.; SIMON, S. Enhancing the quality of argumentation in school science. **Journal of Research in Science Teaching**, Hoboken, v. 41, n. 10, p. 994-1020, 2004.

_____; PATTERSON, A. Scientific argument and explanation: A necessary distinction?. **Science Education**, v. 95, n. 4, p. 627–638, 2011.

_____; PATTERSON, A. Authors' response to “For whom is argument and explanation a necessary distinction? A response to Osborne and Patterson” by Berland and McNeill. **Science Education**, v. 96, n. 5, p. 814-817, 2012. DOI://doi.org/10.1002/sce.21034.

PEDASTE *et al.* Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. **Educational Research Review**, v. 14, p. 47–61, 2015. DOI://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003.

PERELMAN, C.; OLBRECHTS-TYTECA, L. **Traité de l’argumentation**. La nouvelle rhétorique. Bruxelles: Éditions de l’Université de Bruxelles, 1958.

RATZ, S. V. S. **Os aspectos epistêmicos da construção de argumentos em uma sequência didática em ecologia**. 2015. 199 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

ROMANOVISKI, J. P.; ENS, R. T. As pesquisas denominadas do tipo "estado da arte" em educação. **Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 6, n. 19, p. 37-50, set/dez. 2006.

ROTH, W. M.; CALABRESE BARTON, A. (eds.) **Rethinking scientific literacy**. New York: Routledge Falmer, 2004.

_____; LAWLESS, D.V. How Does the Body Get Into the Mind?. **Human Studies** v. 25, p. 333–358, 2002. DOI://doi.org/10.1023/A:1020127419047.

_____; LEE, S. Scientific Literacy as Collective Praxis. **Public Understanding of Science**, vol. 11, no. 1, p. 33-56, jan. 2002. DOI:10.1088/0963-6625/11/1/302.

RUDOLPH, J. L. Reconsidering the ‘nature of science’ as a curriculum component. **Journal**

of *Curriculum Studies*, v. 32, n. 3, p. 403–419, 2000. DOI: 10.1080/002202700182628.

SÁ, L. P.; KASSEBOEHMER, A. C.; QUEIROZ, S. L. Esquema de argumento de Toulmin como instrumento de ensino: explorando possibilidades. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 16, p. 147-170, 2014.

SACA, L. Y. **Discurso e aspectos Epistêmicos**: análise de aulas de Ensino por Investigação. 158 p. Dissertação (Mestrado) — Universidade de São Paulo, 2017.

SÄLJÖ, R. Literacy, Digital Literacy and Epistemic Practices: The Co-Evolution of Hybrid Minds and External Memory Systems. **Nordic Journal of Digital Literacy**. v. 7, n. 1, p. 5-19, 2012.

SANDOVAL, W. A. Understanding student's practical epistemologies and their influence on learning through inquiry. **Science Education**, Abingdon, v. 89, n. 4, p. 634-656, 2005.

_____; MILLWOOD, K.A. What Can Argumentation Tell Us About Epistemology?. *In*: ERDURAN, S. M.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (ed.). **Argumentation in Science education**: Perspectives from classroom-based research. Dordrecht: Springer, 2007. p. 71-88.

SANTOS, F. dos. **Argumentação em uma sequência de ensino investigativa envolvendo química forense**. 2020. 138 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2020.

SANTOS, C. A.; LOPES, J. B.; CRAVINO, J. P. Decisões pedagógicas dos professores e desenvolvimento de práticas epistêmicas dos alunos. **Indagatio Didactica**, v. 10, n. 4, p. 119-132, dez. 2018.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, RS, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID199/v13_n3_a2008.pdf. Acesso em: 10 jun. 2019.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. Uma análise de referenciais teóricos sobre a estrutura do argumento para estudos de argumentação no ensino de ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 3, p. 243-262, 2011.

SILVA, A.C.T. **Estratégias enunciativas em salas de aula de química: contrastando professores de estilos diferentes**. 2008. Tese (Doutorado)- Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2008.

SILVA, A. C. T. Interações discursivas e práticas epistêmicas em salas de aula de ciências. **Ens. Pesqui. Educ. Ciênc. (Belo Horizonte)**, Belo Horizonte, v. 17, n. spe, p. 69-96, nov. 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-2117201517s05>. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-21172015000400069. Acesso em: abr. 2019.

SILVA, A. C. T.; NARDI, R. Argumentos de professores de química e física sobre modelos de ensino: aspectos estruturais, dialéticos e retóricos. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**. v. 12, n. 2, p. 94-121, 2019. DOI:10.3895/rbect.v12n2.7401.

SILVA, F. A. R. **O ensino de ciências por investigação na educação superior: um ambiente para o estudo da aprendizagem científica**. 2011. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

STREET, B. The New Literacy Studies. *In*: CUSHMAN, E.; KINTGEN, E. R.; KROLL, B.M.; ROSE, M. (ed). **Literacy: A Critical Sourcebook**. New York: Bedford, 2001. p. 430-442.

TOULMIN, S. **The uses of argument**. Cambridge: Cambridge University, 1958.

TOULMIN, S. **Os usos do argumento**. São Paulo: Contraponto, 2006.

VALLE, M. G. Movimentos e práticas epistêmicos e suas relações com a construção de argumentos nas aulas de ciências. 2014. 165 f. Tese (Doutorado em educação) - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, São Paulo, 2014.

van EEMEREN, F. H. *et al.* **Fundamentals of Argumentation Theory: A Handbook of Historical Backgrounds and Contemporary Developments**. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1996.

_____; GROOTENDORST, R. **A systematic theory of argumentation: the pragmadialectical approach**. New York: Cambridge University Press, 2004.

van MANEN, M. **Researching lived experience: Human science for an action sensitive pedagogy**. State University of New York Press, Albany. 1990.

VENVILLE, G.J.; DAWSON, V.M. The impact of a classroom intervention on grade 10 students' argumentation skills, informal reasoning, and conceptual understanding of science. **J. Res. Sci. Teach.**, v. 47, p. 952-977, 2010.

von AUFSCHNAITER, C.; ERDURAN, S.; OSBORNE, J.; SIMON, S. Arguing to learn and learning to argue: Case studies of how students' argumentation relates to their scientific knowledge. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 45, n. 1, p. 101-131, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1002/tea.20213>.

VYGOTSKY, L.S. **A Formação Social da Mente**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

WALTON, D. N. **Argumentation schemes for presumptive reasoning**. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, 1996.

WENZEL, J. Three Perspectives on Argument. *In*: TRAPP, Robert; SCHUETZ, Janice (ed.). **Perspectives on Argumentation: Essays in Honour of Wayne Brockriede**. New York: Waveland, 1990. p. 9-26.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ZOHAR, A.; NEMET, F. Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. **J. Res. Sci. Teach.**, v. 39, n. 1, p. 35-62, 2002.

APÊNDICE A – SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA



Colégio: _____
Aluno: _____ Série: _____
Professor: _____ Data: ____/____/____

OFICINA DE FÍSICA

INTRODUÇÃO

Em várias situações do nosso cotidiano, a Física se faz presente, mas muitas vezes passa despercebida e nós não paramos para pensar como ela pode nos ajudar a compreender tais situações.

Observe a charge abaixo:

Imagem 1 – Charge operários.



Fonte: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br>. Acesso em julho de 2020.

1. Na charge, vimos a tentativa frustrada do primeiro operário para desatarraxar a porca de um parafuso, o que apenas foi possível com a ajuda de um segundo. Como você explicaria o sucesso desse segundo operário?

Observe essas imagens do nosso cotidiano:

Imagem 2 – Trilhos de trem.



Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/dilatacao-termica-solidos>. Acesso em julho de 2020.

Imagem 3 – Ponte.



Fonte: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/20/BridgeExpansionJoint.jpg>. Acesso em julho de 2020.

2. Em algumas construções humanas como em trilhos de trem (Imagem 2) e em pontes ou viadutos (Imagem 3) é necessário deixar um certo “espaço” vazio, uma espécie de vão na estrutura. Como você poderia explicar esta necessidade, levando em consideração o que foi respondido no item anterior?

3. Com relação aos materiais que formam os objetos apresentados nas imagens e na charge, qual o fenômeno que caracteriza o comportamento apresentado por eles? Seria possível elaborar uma regra geral que pudesse prever tal comportamento?

PARTE 1: ELABORANDO CONCEITOS

Vamos, nesse momento, discutir algumas situações correspondentes a experimentos que serão disponibilizados em vídeos, a fim de avançarmos na construção de novas ideias.

Experimento 1

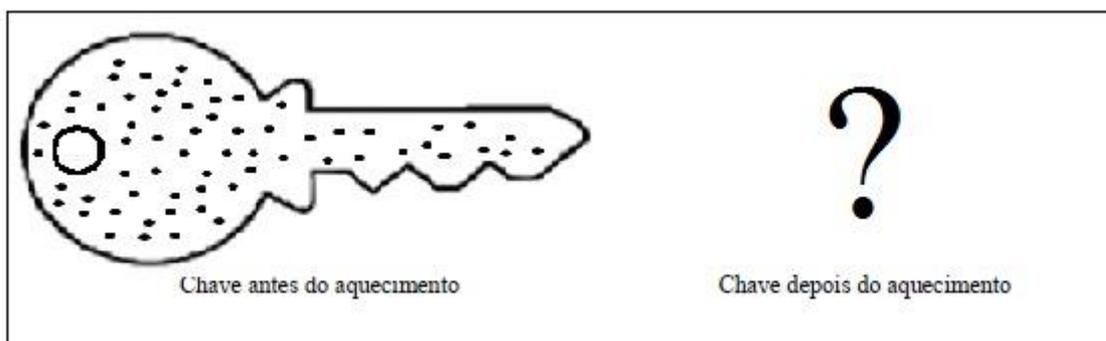
Materiais: Cadeado com chave, alicate (ou qualquer objeto capaz de fixar a chave), vela, fósforo, copo com água.

Procedimentos:

1. Reflita sobre a seguinte situação: Na chama de uma vela é colocada uma chave, segura por um alicate, permanecendo aí por alguns minutos. O que acontecerá com a chave? Considere, em sua resposta, a temperatura, as dimensões e a massa da chave.
2. O que você acha que ocorrerá se tentarmos inserir a chave em seu cadeado? Justifique.
3. Verifique, agora, no vídeo abaixo, o que aconteceu ao se tentar inserir a chave no cadeado, após aquecimento. O resultado apresentado era o esperado por você? Comente.



-
-
-
4. Elabore um modelo que represente a estrutura metálica da chave, de modo que você possa justificar o que ocorreu com a mesma ao ser aquecida.

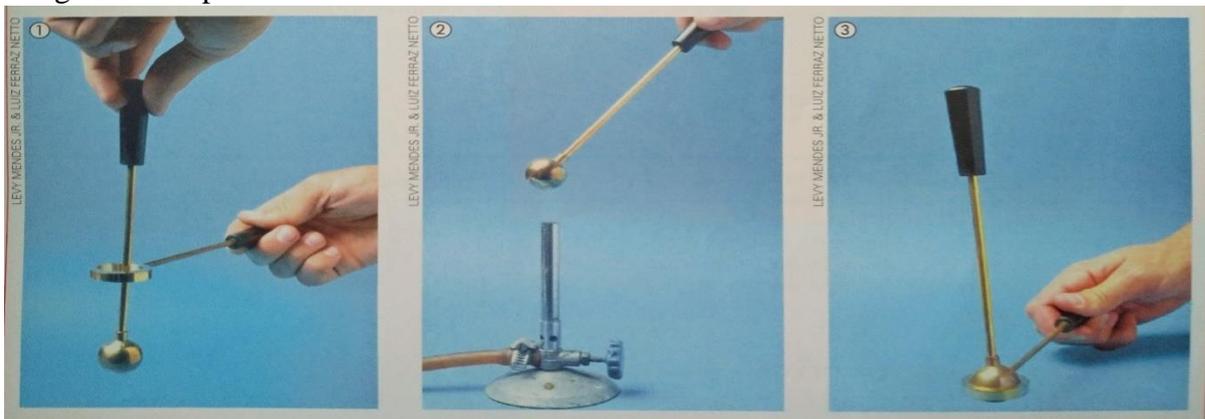


5. Discuta o que aconteceu com a chave após aquecimento, considerando a temperatura, as dimensões e a massa da chave.

Experimento 2: O anel de Gravesande

O anel de Gravesande, assim chamado em homenagem ao físico holandês Willem Jacob's Gravesande (1688-1742) é um dispositivo composto por uma esfera metálica que passa por um anel do mesmo material, quando ambos estão à temperatura ambiente. Veja uma sequência de fotos de um experimento realizado com este aparato:

Imagem 4 – Experimento de Gravesande.



Fonte: Os fundamentos da física/ Ramalho... [et al.]. – 8. Ed. – São Paulo: Moderna, 2003.

A primeira imagem apresenta a passagem da esfera pelo anel. A segunda imagem mostra a esfera sendo aquecida e logo em seguida, na terceira imagem, podemos observar que a esfera não consegue mais atravessar o anel.

- 1- Como você explica essa situação?
- 2- O que você pensa que aconteceria se o anel fosse aquecido até a mesma temperatura da esfera, por um mesmo intervalo de tempo?
- 3- E se não fosse realizado um aquecimento, mas deixássemos o anel por um tempo no congelador, enquanto a esfera permanece em temperatura ambiente, o que aconteceria?

Os experimentos realizados são exemplos do que, na Física, chamamos de dilatação térmica. Elabore um texto que possa abranger e explicar todas as situações discutidas nas atividades anteriores. Você deve fazer uso deste mesmo termo.

Responda, agora, as seguintes questões:

Imagem 5 – Copos entalados.



Fonte: <https://pt.wikihow.com/Separar-Copos-Entalados>. Acesso em julho de 2020.

- 1- Copos entalados – Uma pessoa tentou, sem sucesso, desencaxar dois copos de vidros iguais que foram guardados juntos, um dentro do outro e estando à temperatura ambiente, como podemos ver na imagem acima. Como você faria para separá-los, de forma segura? Justifique a sua resposta.

- 2- Não se pode levar um recipiente de vidro comum diretamente ao fogo, ou ainda, não podemos despejar um líquido muito quente em copos do mesmo material, pois em ambos os casos eles podem trincar ou quebrar, no entanto, o mesmo não acontece para o vidro pirex. Há alguma característica responsável por esses efeitos?

TEXTO 1: A DILATAÇÃO DOS CORPOS

A grande maioria dos corpos se expande ou se contrai em função do aumento ou da redução da temperatura. A substância da qual o corpo é feito influi na variação de volume sofrida por ele – os objetos metálicos variam seu volume mais facilmente que os objetos não metálicos, por exemplo.

Engenheiros, projetistas, escultores e joalheiros escolhem com cuidado seus materiais de trabalho levando em conta os efeitos da dilatação térmica.

As pontes devem ter vãos entre as placas de concreto (juntas de dilatação) para evitar rachaduras em suas estruturas. Os trilhos das ferrovias também têm espaçamentos entre si para que não sofram deformações e rupturas.

Ainda que a dilatação dos corpos cause problemas, o controle desse fenômeno natural proporciona aplicações práticas interessantes, como a fixação de chapas em navios, a fabricação de termômetros, a vedação eficiente de blocos de motores de automóveis, entre outras.

Adaptado de: Conexões com a física / Glorinha Martini ... [et al.]. – 3. Ed. – São Paulo: Moderna, 2016.

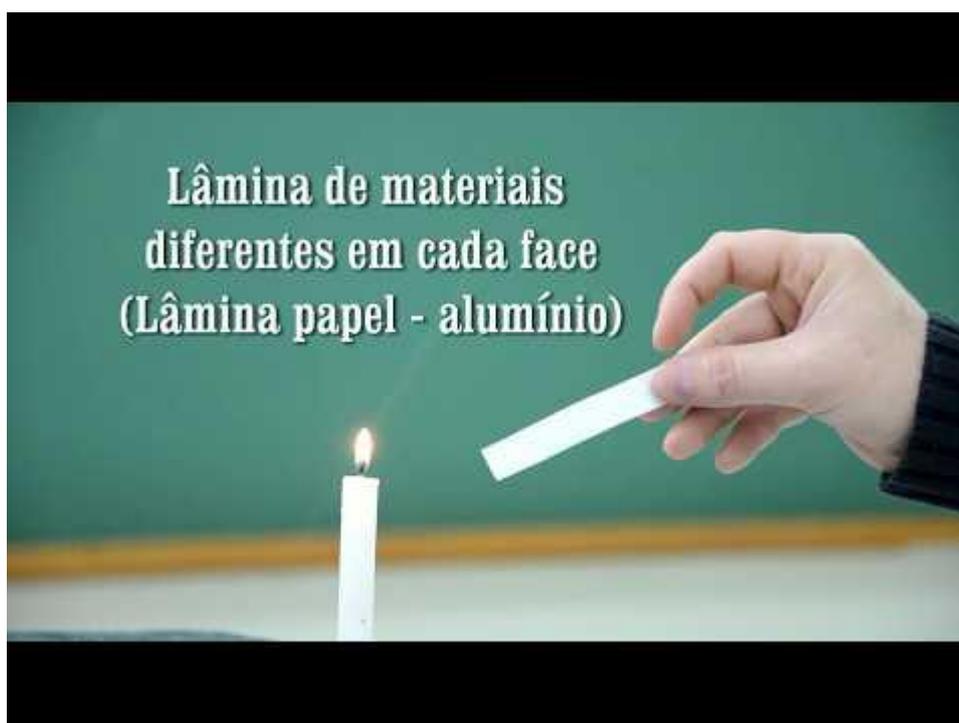
PARTE 2: O COEFICIENTE DE DILATAÇÃO

Analisando novas situações

Experimento 3

Material: Conjunto com duas tiras, cada tira foi formada colando papel-alumínio de um lado e papel sulfite comum do outro, vela e fósforo.

Assista ao vídeo e responda às questões que seguem:



1. A lâmina formada pelas tiras de papel-alumínio e papel sulfite coladas entre si foi aproximada da chama de uma vela tendo, em um primeiro momento, a parte de papel sulfite voltada para a chama, como mostrado no vídeo. Descreva o que ocorre com o aquecimento.

2. Em um segundo momento, o procedimento anterior foi repetido, mas agora com o papel-alumínio voltado para a chama. Descreva o ocorrido, fazendo uma comparação com o que ocorreu no primeiro procedimento.

3. Analisando os resultados obtidos no experimento, foi possível observar alguma diferença na forma como os materiais sofreram dilatação? Como você explica isto?

-
-
-
4. Nesse experimento, verifica-se que a dilatação de um corpo não depende somente da temperatura, mas também da natureza do material. Desse modo, é possível mensurar a capacidade de dilatação de um material por uma grandeza denominada coeficiente de dilatação. O coeficiente de dilatação é uma característica que cada material possui. Pelo experimento, qual dos dois materiais possui maior capacidade de se dilatar, ou seja, maior coeficiente de dilatação? Justifique considerando os resultados experimentais.
-
-
-

TEXTO 2: DILATAÇÕES E CONTRAÇÕES

Portas que emperram nos batentes em dias de temperaturas mais altas, rompimentos de garrafas de vidro no interior do freezer, rachaduras em revestimentos de parede colocados muito juntos são exemplos de eventos que podem ser relacionados à dilatação térmica. Nessas ocasiões, os efeitos das trocas de calor tornam-se evidentes.

Na construção civil, arquitetos e engenheiros dão preferência a materiais que sofrem menor impacto dos efeitos da dilatação e contração térmica. As denominadas juntas de dilatação são itens indispensáveis nos projetos das edificações. Por que esse tipo de junta deve ser previsto no projeto de uma construção?

As rochas, a água, o ar e também os corpos dos seres vivos estão sujeitos a expansões e contrações decorrentes de variações de temperatura. Assim, no uso de materiais na construção civil, na fabricação de peças para veículos ou até mesmo na simples compra de calçados, é preciso considerar os efeitos da variação de volume dos corpos em decorrência de alteração da temperatura.

A dilatação térmica é um dos principais efeitos das trocas de calor, mas esse fenômeno não ocorre da mesma forma em todos os corpos, pois depende das características das substâncias que os compõem, bem como do estado físico em que estão.

Em diversas circunstâncias, podemos observar os efeitos de expansão e contração no comprimento (dilatação linear), na área (dilatação superficial) ou no volume (dilatação volumétrica) de um corpo submetido à variação de temperatura.

Adaptado de: Conexões com a física / Glorinha Martini ... [et al.]. – 3. Ed. – São Paulo: Moderna, 2016.

PARTE 3: DETERMINANDO O COEFICIENTE DE DILATAÇÃO LINEAR DOS METAIS

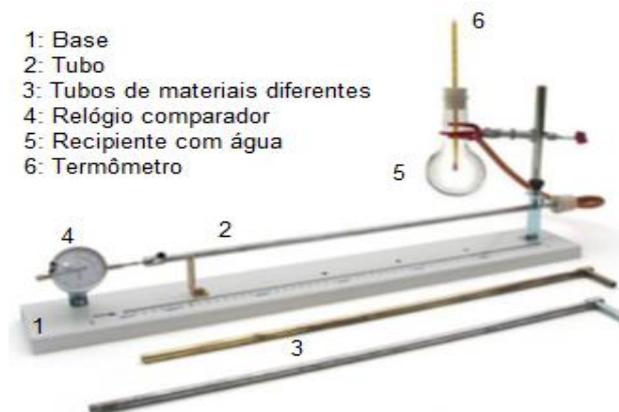
Imagine que você precisasse determinar experimentalmente o coeficiente de dilatação linear de dois materiais diferentes: alumínio e latão. Quais procedimentos poderiam ser realizados? Elabore um esquema experimental.

Atividade

O dilatômetro é um dispositivo utilizado para determinar a dilatação sofrida por certo material, tornando possível calcular o seu coeficiente de dilatação. Tal dispositivo consiste de uma base, um tubo oco constituído do material que deve ter o seu coeficiente de dilatação determinado, duas hastes (onde o material analisado ficará suspenso), e outra haste para sustentar o relógio comparador localizado na extremidade do tubo. A figura abaixo representa o aparato:

Para encontrar o valor da dilatação sofrida, é necessário aquecer a água presente no recipiente para que seu vapor percorra o interior do tubo e o aqueça. Depois de aquecido, o tubo sofrerá a dilatação, fazendo com que o relógio comparador seja pressionado e a dilatação possa ser medida. O relógio comparador é a ferramenta que demonstra a variação sofrida no comprimento do tubo decorrente do aumento da temperatura.

Imagem 6 – Dilatômetro.



Adaptado de: https://ayudahispano-3000.blogspot.com/2015/10/instrumentos-de-medicion_12.html. Acesso em 30 de jul. de 2020.

- Foram registrados os valores do aquecimento de três tubos: de aço, de alumínio e de latão. Com os dados abaixo, complete a tabela a fim de determinar o coeficiente de dilatação, que é designado pela letra α , de cada um dos materiais.

Tabela 1 – Cálculo do coeficiente de dilatação.

Haste	L_0 (comprimento inicial)	ΔL (variação de comprimento)	T_0 (temperatura inicial)	T (temperatura final)	ΔT (variação de temperatura)	α $= \frac{\Delta L}{L_0 \cdot \Delta T}$
Aço	525mm	0,49mm	23°C	99,5°C	76,5°C	?
Alumínio	520mm	0,85mm	23°C	99,5°C	76,5°C	?
Latão	535mm	0,76mm	23°C	99,5°C	76,5°C	?

Fonte: Elaborada pelo autor, 2020.

- Qual material apresentou maior coeficiente de dilatação? O que esse resultado pode representar?

3. Leia o seguinte texto:

Restauração dental

Uma restauração auxilia a consertar dentes danificados por cárie para devolver para eles sua função e forma. O dentista considerará uma série de fatores ao escolher qual tipo de material de restauração é mais apropriado para você. Esses fatores incluem a dimensão dos danos que devem ser restaurados, a possibilidade de alergias a certos materiais dentários, o tipo de dente e o custo.

Os diferentes materiais habitualmente usados incluem:

Restaurações em resina composta – combinam com a cor dos seus dentes e, portanto, são utilizadas quando se deseja uma aparência mais natural. Os ingredientes são misturados e colocados diretamente na cavidade, onde endurecem. Não são o material ideal para grandes restaurações, pois podem lascas ou se desgastar com o tempo. Também podem manchar com pigmentos como o café, chá ou tabaco, e não duram tanto quanto outros tipos de restaurações – em geral de três a 10 anos. Possui custo um pouco mais elevado que o da amálgama.

Restaurações de amálgama – possui alta resistência ao desgaste e ao processo de mastigação. Além disso, o custo é relativamente baixo e as chances de infiltração marginal e reincidência de cárie são diminuídas. Entretanto, é antiestético; tem presença de mercúrio na composição (potencialmente tóxico ao profissional e ao paciente); e liga sujeita a corrosão, implicando em pigmentação indesejável da estrutura dentária. Normalmente duram pelo menos dez anos ou mais.

Restaurações de ouro – são feitas sob encomenda em um laboratório de prótese e cimentadas no dente em questão. As incrustações de ouro são bem aceitas pelos tecidos gengivais e podem durar mais de 20 anos. No entanto, é geralmente a opção mais cara e requer múltiplas visitas ao dentista.

Restaurações de porcelana – são feitas em laboratório protésico e coladas no dente. Geralmente cobrem a maior parte do dente, possuem a coloração semelhante à dos dentes, por isso elas têm aspecto natural. São mais frágeis que resinas compostas, podendo se fraturar com mais facilidade, mas também são mais resistentes a manchas. O seu custo é semelhante ao do ouro.

Ionômero de vidro – A principal indicação é para pessoas com alta incidência de cáries, principalmente em crianças com dentes de leite. Isso porque o material libera flúor, o que ajuda a combater cáries. Não tem tantas propriedades estéticas e não é tão resistente à mastigação quanto a resina. Ou seja, a tonalidade pode não ficar tão parecida com o dente original e o tempo de duração do material costuma ser um pouco menor. Seu custo é semelhante ao da amálgama.

Imagem 7 – Restaurações dentárias.



Fonte: <https://www.colgateprofissional.com.br/education/patient-education/topics/tratamentos-dentais/o-que-e-restauracao>. Acesso em julho de 2020.

Adaptado de: Restaurações. Colgate, 2020. Disponível: <<https://www.colgate.com.br/oral-health/procedures/fillings>>. Acesso em: 01 de ago. de 2020.

Entre as características pesquisadas por cientistas para materiais utilizados em restauração de dentes, está o coeficiente de dilatação térmica. O esmalte dentário, camada que reveste a dentição, possui coeficiente $11,4 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

Quadro 1 – Propriedades materiais restauradores.

Material	Coefficiente de dilatação em $^\circ\text{C}^{-1}$	Durabilidade	Custo
Ionômero de vidro	$11,0 \times 10^{-6}$	baixa a moderada	baixo
Ouro	$14,0 \times 10^{-6}$	alta	alto
Porcelana	$15,0 \times 10^{-6}$	alta	alto
Amálgama	$25,0 \times 10^{-6}$	alta	baixo
Resina composta	14×10^{-6} a 50×10^{-6}	alta	baixo a médio

Fonte: ANUSAVICE, K.J. Phillips materiais dentários. 11. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

Imagine a seguinte situação: você precisa de uma restauração em um dos seus dentes. Baseando-se em todas as informações apresentadas anteriormente, qual material você escolheria para que o seu dentista realizasse o procedimento? Justifique a sua resposta.

PARTE 4 – A DILATAÇÃO TÉRMICA DOS SÓLIDOS EM NOSSO DIA A DIA

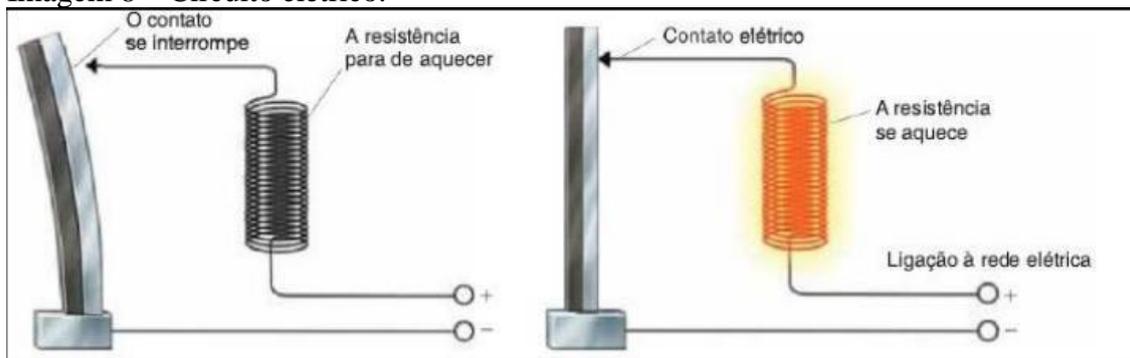
Lâmina bimetálica

No cotidiano, um bom exemplo de aplicação do fenômeno da dilatação pode ser observado no funcionamento das chamadas lâminas bimetálicas, que são utilizadas como componentes de termostatos, por exemplo, em ferros elétricos automáticos. As lâminas bimetálicas são constituídas por duas lâminas, unidas entre si, de materiais de coeficientes de dilatação lineares diferentes. Se, por exemplo, a camada superior de uma lâmina dupla for de chumbo e a inferior de alumínio e ocorrer aumento de temperatura, a lâmina se curvará para

baixo, pois a camada de chumbo sofrerá maior variação em suas dimensões lineares, aumentando de comprimento. Isso acontece porque o coeficiente de dilatação linear do chumbo é maior que o do alumínio.

Portanto, quando a temperatura do aparelho aumenta, as lâminas bimetálicas, que fazem parte do circuito elétrico (ver Imagem 8), dilatam-se de forma diferente e, em conjunto, se curvam, interrompendo o contato elétrico. Assim, o aparelho desliga. Ao esfriar, as lâminas perdem o encurvamento, restabelecendo o contato com o circuito, e o aparelho volta a funcionar. O processo é contínuo e possibilita a manutenção da temperatura dentro de uma pequena faixa de variação.

Imagem 8 – Circuito elétrico.

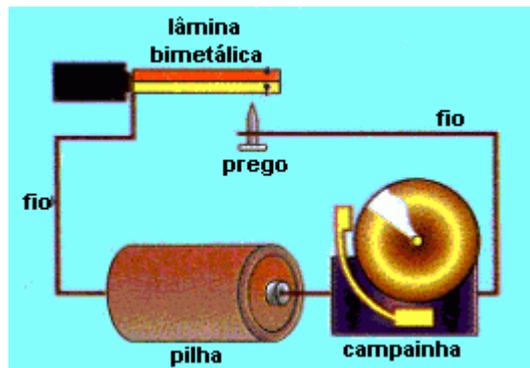


Adaptado de: Conexões com a física / Glorinha Martini ... [et al.]. – 3. Ed. – São Paulo: Moderna, 2016.

1. Relacione o que foi lido acerca das lâminas bimetálicas com os experimentos realizados.

2. O ferro elétrico é composto por termostato (aplicação da lâmina bimetálica) para regular a temperatura do mesmo. Sabendo que o ferro elétrico ao ser ligado aquece, discuta a utilidade dos termostatos no seu funcionamento.

3. Ao lado temos uma figura representando um esboço do circuito elétrico de um alarme contra incêndio. Discuta como a campainha será tocada (ou seja, o alarme acionado), a partir dos conhecimentos adquiridos.



-
-
-
4. Ainda baseando-se na figura, e tomando a informação dada no texto, indique alguns pares de materiais para formação da lâmina bimetálica, informando em cada caso qual material representa a lâmina laranja e qual representa a lâmina amarela. Use os dados da próxima tabela para sua escolha. Justifique.

Quadro 2 – Coeficientes de dilatação de diversos metais.

Material	Coeficiente de dilatação em $^{\circ}\text{C}^{-1}$
Aço	$1,1 \times 10^{-5}$
Alumínio	$2,4 \times 10^{-5}$
Chumbo	$2,9 \times 10^{-5}$
Cobre	$1,7 \times 10^{-5}$
Ferro	$1,2 \times 10^{-5}$
Latão	$2,0 \times 10^{-5}$
Ouro	$1,4 \times 10^{-5}$
Prata	$1,9 \times 10^{-5}$

Fonte: Conexões com a física / Glorinha Martini ... [et al.]. – 3. Ed. – São Paulo: Moderna, 2016.

5. O que aconteceria caso a lâmina fosse composta por apenas um material?
-
-
-

FINAL

No início de nossa oficina, você se deparou com o problema apresentado por um operário, que, graças a ajuda de um segundo, foi facilmente resolvido. Tal resolução só foi possível com a aplicação do seu conhecimento sobre dilatação térmica. No decorrer das atividades percebemos melhor como esse fenômeno faz parte do nosso cotidiano. Você se familiarizou com o seu conceito e verificou quais características regem o seu comportamento. Para finalizarmos, vamos analisar as seguintes situações:

A dilatação sofrida por um corpo ocorre por causa do aumento de temperatura ao qual seja submetido. Se esse corpo, de massa invariável e sempre no estado sólido, inicialmente com determinada temperatura, for aquecido até atingir uma temperatura maior, sofrerá, conseqüentemente, uma dilatação volumétrica, isto é, ao longo de todas as suas dimensões. Durante esse processo o que acontecerá com sua densidade? Justifique.

Em um dia típico de verão utiliza-se uma régua metálica para medir o comprimento de um lápis. Após medir esse comprimento, coloca-se a régua metálica no congelador a uma temperatura de -10°C e esperam-se cerca de 15 min para, novamente, medir o comprimento do mesmo lápis.

Como será o comprimento medido nesta situação com relação ao medido anteriormente? Justifique a sua resposta.

O Concorde, avião supersônico, desenvolvido por uma parceria franco-britânica foi um marco na indústria da aviação mundial. Seu corpo, que era basicamente feito de alumínio, media 62,1m de comprimento. Durante sua trajetória, o Concorde conseguia facilmente atingir a velocidade de cruzeiro de Mach 2, isto é, duas vezes a velocidade do som. Tudo isso a uma altitude de 18000m, na qual a temperatura ambiente é de aproximadamente -56°C , a pressão é de 7504Pa e a densidade do ar é $0,12\text{kg/m}^3$. Em 1986, um Concorde voou ao redor do mundo, cobrindo 45444km em 29 horas e 59 minutos. O supersônico saiu de operação em 2003, entre os motivos para esta decisão pesou o custo operacional altíssimo e a crise causada na aviação pelos atentados de setembro de 2001. Pensando nessas informações, responda:

- Seria possível que o Concorde tivesse o seu comprimento alterado durante o voo? Justifique.
- Imaginando que um Concorde tenha partido do repouso em um dia cuja temperatura média fosse de 15°C , durante a velocidade de cruzeiro ele sofreria uma dilatação de 25cm. Seria possível calcular a temperatura da parte externa do avião durante o voo? Como você explicaria este fato? Tome o valor $\alpha_{\text{alumínio}} 2,4 \cdot 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$.

Referências

ANUSAVICE, K.J. **Phillips materiais dentários**. 11. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

CELEBRATING Concorde. **British Airways**. Disponível em:

<https://www.britishairways.com/pt-br/information/about-ba/history-and-heritage/celebrating-concorde>. Acesso em: 05 ago. de 2020.

FIRST flight of concorde fifty years ago. **Air France**, 2019. Disponível em:

<https://corporate.airfrance.com/en/news/first-flight-concorde-fifty-years-ago>. Acesso em: 05 ago. de 2020.

MARTINI, G. *et al.* **Conexões com a Física**. 3. ed. São Paulo: Moderna, 2016.

RAMALHO JÚNIOR, F.; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. T. **Os fundamentos da Física**. 8. ed. São Paulo: Moderna, 2003.

RESTAURAÇÕES. **Colgate**, 2020. Disponível em: <https://www.colgate.com.br/oral-health/procedures/fillings>. Acesso em: 01 de ago. de 2020.

ANEXO A – TERMO DE CIÊNCIA – MATRÍCULA CODAP 2020



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
COLÉGIO DE APLICAÇÃO

Av. Marechal Rondon S/N, Rosa Elze. CEP: 49100-000
(79) 3194-6930/6931 – direcao.codap@gmail.com

Termo de Ciência – Matrícula - Ano Letivo 2020

O Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Sergipe (CODAP/UFS) é uma instituição educacional criada em 1959 para servir, prioritariamente, como campo de estágio curricular dos/as estudantes dos cursos de graduação. Hoje, como campo de ensino, pesquisa e extensão, possibilita à comunidade acadêmica a oportunidade de produzir, inovar e experimentar conteúdos, métodos, técnicas e procedimentos que busquem a qualidade na Educação Básica, por meio do estágio docente e/ou pesquisas acadêmicas.

Faz-se necessário registrar as condições de funcionamento e exigências educacionais do CODAP/UFS:

- 1- O **USO DO FARDAMENTO ESCOLAR É OBRIGATÓRIO** durante as atividades pedagógicas do Colégio. O fardamento é composto por: camisa oficial do Colégio, calça comprida ou bermuda da Educação Física do Colégio com o comprimento na altura do joelho. O calçado será, preferencialmente, o tênis. Nas aulas de Educação Física é obrigatório o uso do tênis. O/A aluno/a sem fardamento será encaminhado/a à Orientação Educacional para justificativa;
- 2- O Colégio oferece **DISCIPLINAS COMPLEMENTARES E ATIVIDADES PEDAGÓGICAS COMPLEMENTARES NO TURNO OPOSTO**, desde que aprovadas pelo Conselho Geral ou previstas na proposta pedagógica das disciplinas. As atividades visam a contribuir para o desenvolvimento da aprendizagem e orientação educacional dos/as alunos/as. É obrigatória a participação dos/as alunos/as quando convocados/as;
- 3- O Colégio oferece **ATENDIMENTO** a pais/responsáveis e alun(a)s em horário disponibilizado para esse fim, bem como de ter reuniões pré-agendadas com pais/responsáveis d(a)s aluno(a)s, com o objetivo de tirar dúvidas, atenuar dificuldades de aprendizagem e recuperar o baixo rendimento escolar. De grande relevância para a conquista da qualidade no processo de ensino-aprendizagem, as aulas de atendimento são de frequência obrigatória ao/à aluno/a quando convocado/a, conforme previsto no Sistema de Avaliação;
- 4- As **AULAS DE EDUCAÇÃO FÍSICA**, amparadas pela legislação vigente, integram o currículo básico do CODAP-UFS, logo, salvo por expressa determinação legal, o/a aluno/a poderá ser dispensado/a dessas aulas;
- 5- As **IMAGENS REGISTRADAS** durante as Atividades Pedagógicas poderão ser utilizadas para fins acadêmicos e educacionais, pelo Colégio (servidores, pesquisadores, estagiários, residentes, integrantes do PIBID, etc.);
- 6- Ao aluno, fica proibida a utilização/divulgação de fotos, vídeos e áudios (de alunos e/ou servidores) sem a devida autorização do colégio e/ou alunos e/ou servidores presentes nos arquivos a serem postados em mídias sociais e afins;
- 7- É vetado o uso de aparelhos eletrônicos para emissão de áudios e vídeos, sem fins didáticos/pedagógicos, nas dependências do colégio e seus arredores;
- 8- A **AUSÊNCIA** dos/as alunos/as às aulas regulares implicará na convocação dos pais ou responsáveis. A reincidência implicará na comunicação ao Conselho Tutelar do bairro onde o/a aluno/a reside, conforme previsto no Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA). Quando o/a aluno/a atingir 14 faltas não justificadas no mês, haverá convocação dos pais ou responsáveis; ao atingir 35 faltas não justificadas no decorrer do ano letivo, será comunicado ao Conselho Tutelar. Atingindo o limite de 50 faltas não justificadas no decorrer do ano letivo, a Direção abrirá Processo Administrativo para que sejam tomadas as medidas cabíveis;
- 9- A **LIBERAÇÃO DO/A ALUNO/A** somente ocorrerá com envio de comunicado por escrito dos pais ou responsáveis;
- 10- É de responsabilidade dos/as alunos/as, pais e responsáveis o **ACOMPANHAMENTO DO RENDIMENTO ESCOLAR** através do Sistema Acadêmico (SIGAA);
- 11- As informações sobre estrutura administrativa, normas regimentais, informações gerais, sistema de avaliação e calendário acadêmico estão publicados no **SITE OFICIAL DO CODAP**: <http://www.codap.ufs.br>;

	MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE COLÉGIO DE APLICAÇÃO	
Av. Marechal Rondon S/N, Rosa Elze. CEP: 49100-000 (79) 3194-6930/6931 – direcao.codap@gmail.com		

- 12- O CODAP/UFS não é responsável por **CONTEÚDOS PUBLICADOS** em sites, blogs, redes sociais de seus/suas professores/as ou alunos/as. Caso haja necessidade da criação de uma dessas redes sociais, devido a Projeto Pedagógico do Colégio, os pais ou responsáveis serão informados;
- 13- O CODAP/UFS não se responsabiliza pelos **PERTENCES DOS/AS ALUNOS/AS**, devendo o/a aluno/a cuidar dos seus materiais;
- 14- É **RESPONSABILIDADE DO/A ALUNO/A** a devolução de todos os livros didáticos em seu poder.
- 15- No dia **10 DE MARÇO DE 2020, ÀS 08 HORAS**, teremos a **RECEPÇÃO DOS RESPONSÁVEIS E ALUNOS DO 6º ANO - 2020**, para apresentar a escola e tirar dúvidas e explicar o funcionamento geral do Colégio de Aplicação.
- 16- O **INÍCIO DAS AULAS REGULARES DO ANO LETIVO 2020 SERÁ EM 23 DE MARÇO DE 2020**, conforme decisão do Conselho Geral do CODAP/UFS. **AS AULAS INAUGURAIS, COM CADA SÉRIE, OCORRERÃO NO DIA 20 DE MARÇO DE 2020**, respeitando os horários da tabela abaixo:

AULA INAUGURAL – ENS. FUNDAMENTAL		AULA INAUGURAL – ENS. MÉDIO	
6º ANO	7h30 às 8h30	1ª SÉRIE	13h30 às 14h30
7º ANO	8h30 às 9h30	2ª SÉRIE	14h30 às 15h30
8º ANO	10h00 às 11h00	3ª SÉRIE	16h00 às 17h30
9º ANO	11h00 às 12h00		

Pelo presente, afirmo estar plenamente de acordo com as condições de organização e funcionamento do CODAP/UFS acima apresentadas, neste ato de matrícula.

Nome do/a aluno/a: _____

Ano/Série: _____ Ano Letivo de **2020**.

Nome do/a responsável: _____

Telefone de contato/Whatsapp do/a responsável: _____

Telefone de contato/Whatsapp do/a aluno/a: _____

e-mail do/a aluno/a: _____

Parentesco do/a responsável pelo/a aluno/a: _____

Recebe bolsa família: SIM () NÃO (). Caso afirmativo trazer a cópia do cartão.

Possui interesse em concorrer ao Edital 01/2020 para Bolsa de Assistência Estudantil: SIM () NÃO ()

Obs.: A Bolsa de Assistência Estudantil visa assegurar a permanência do estudante no CODAP, viabilizando satisfatoriamente os estudos, através da concessão de auxílio financeiro.

Obs.: Após a realização da matrícula on-line (SIGAA/UFS), será necessário entregar à Secretaria do Colégio este Termo de Ciência. Caso haja mudança de endereço, entregar à Secretaria cópia do comprovante de endereço.

_____ de fevereiro de 2020

Assinatura do/a Responsável