



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE CIÊNCIAS – CAMPUS DE BAURU
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A
CIÊNCIA

CÉLIO DE SOUSA BARROS

A Manifestação da Argumentação Durante Atividade
Envolvendo o Uso da Plataforma Arduíno

Bauru
2020

CÉLIO DE SOUSA BARROS

A Manifestação da Argumentação Durante Atividade
Envolvendo o Uso da Plataforma Arduíno

Dissertação apresentada a Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Bauru, como um dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Educação para a Ciência – Área de concentração: Ensino de Ciências.

Orientadora: Prof^a Dr^a Odete Pacubi
Baierl Teixeira

Bauru
2020

B277m	<p>Barros, Celio de Sousa</p> <p>A manifestação da argumentação durante atividade envolvendo o uso da plataforma Arduino / Celio de Sousa Barros. -- Bauru, 2021</p> <p>129 f. : il., tabs., fotos</p> <p>Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências, Bauru</p> <p>Orientadora: Odete Pacubi Baierl Teixeira</p> <p>1. Ensino de Física e Matemática. 2. Formação de Professores. 3. Análise de Discurso. 4. Aprendizagem Cooperativa. 5. Tecnologias da Informação e Comunicação. I. Título.</p>
-------	---

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências, Bauru. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CÉLIO DE SOUSA BARROS

A Manifestação da Argumentação Durante Atividade
Envolvendo o Uso da Plataforma Arduíno

Dissertação apresentada a Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Bauru, como um dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Educação para a Ciência – Área de concentração: Ensino de Ciências, sob orientação da Prof^a Dr^a Odete Pacubi Baierl Teixeira.

Bauru, 03 de novembro de 2020.

BANCA EXAMINADORA:

Prof^a. Dra. Odete Pacubi Baierl Teixeira
Universidade Estadual Paulista – UNESP/Guaratinguetá

Prof. Dr. Marco Aurelio Alvarenga Monteiro
Universidade Estadual Paulista – UNESP/Guaratinguetá

Prof. Dr. Emerson Izidoro dos Santos
Universidade Federal de São Paulo - UNIFESP/Guarulhos

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE Mestrado DE CÉLIO DE SOUSA BARROS, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA, DA FACULDADE DE CIÊNCIAS - CAMPUS DE BAURU.

Aos 03 dias do mês de novembro do ano de 2020, às 14:00 horas, por meio de Videoconferência, realizou-se a defesa de DISSERTAÇÃO DE Mestrado de CÉLIO DE SOUSA BARROS, intitulada **A Manifestação da Argumentação durante Atividade Envolvendo o uso da Plataforma Arduino**. A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: Profa. Dra. ODETE PACUBI BAIERL TEIXEIRA (Orientador(a) - Participação Virtual) do(a) Departamento de Física e Química / Faculdade de Engenharia - UNESP/Guaratinguetá, Prof. Dr. EMERSON IZIDORO DOS SANTOS (Participação Virtual) do(a) Departamento de Educação / Universidade Federal de São Paulo - UNIFESP/Guarulhos, Prof. Dr. MARCO AURELIO ALVARENGA MONTEIRO (Participação Virtual) do(a) Departamento de Física e Química / Faculdade de Engenharia - UNESP/Guaratinguetá. Após a exposição pelo mestrando e arguição pelos membros da Comissão Examinadora que participaram do ato, de forma presencial e/ou virtual, o discente recebeu o conceito final **Aprovado**. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelo(a) Presidente(a) da Comissão Examinadora.



Profa. Dra. ODETE PACUBI BAIERL TEIXEIRA

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a DEUS, porque DELE e por ELE são todas as coisas, inclusive a minha vida.

Dedico aos meus pais, Joventina de S. Barros e José Pedro de Barros, por me amarem sem medida, fizeram tanto por mim e sempre me incentivaram em todos os instantes.

Dedico à minha esposa Maricelma S. de S. Barros e aos meus amados filhos Emerson de S. Barros e Kevin de S. Barros, que em todo o tempo me alimentam de amor, companheirismo e compreensão.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora Dr^a Odete Pacubi Baierl Teixeira, não somente por suas precisas orientações, fundamentais no desenvolvimento deste trabalho, mas também pelo acolhimento e companheirismo em todo o percurso.

Ao Centro Paula Souza, através de seu Programa de Qualificação para Estudos de Mestrado e Doutorado, que proporcionou a oportunidade da minha vida.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, que me proporcionou não somente conhecimento, mas também entusiasmo e felicidade durante as aulas, no congresso e na reunião técnica.

Aos professores membros da Comissão Examinadora, Prof. Dr. Marco Aurelio Alvarenga Monteiro e Prof. Dr. Emerson Izidoro dos Santos, que prontamente aceitaram enriquecer este trabalho com relevantes contribuições.

Aos meus grandes amigos José Geraldo da Mota Junior e Renan Farias Soares, ganhei dois irmãos, nossa convivência durante as viagens, nas pousadas que compartilhamos, nos artigos e resenhas, enfim, momentos e amigos inesquecíveis.

A todos os professores com quem tive oportunidade de fazer as disciplinas e aos colaboradores da secretaria que sempre nos acolheram bem e nos apoiaram em tudo.

“Ainda que eu falasse as línguas dos homens e dos anjos, e não tivesse amor, seria como o metal que soa ou como o sino que tine.

E ainda que tivesse o dom de profecia, e conhecesse todos os mistérios e toda a ciência, e ainda que tivesse toda a fé, de maneira tal que transportasse os montes, e não tivesse amor, nada seria”.

I Coríntios cap. 13, 1-2

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo analisar a maneira como se manifesta a argumentação durante o desenvolvimento de uma atividade experimental demonstrativa investigativa envolvendo o uso do Arduino, a fim de verificar a capacidade de produção de subsídios que possibilitam o docente realizar adequações no percurso metodológico, bem como de ampliar as possibilidades de instrumentos de avaliação. A atividade experimental investigativa com o Arduino envolvendo a condução de calor, foi aplicada em uma turma do 2º ano do ensino médio de uma escola técnica estadual da cidade de São Paulo. A transcrição dos registros de áudio e vídeo das interações argumentativas dos discentes ocorridas durante o desenvolvimento da atividade experimental investigativa, nos proporcionou desenvolver a análise das ocorrências, e de possíveis apropriações de conceitos pelos discentes. A partir da análise dos dados, foi possível constatar significativas contribuições anexadas ao processo ensino e aprendizagem, advindas da manifestação do padrão de argumento, das operações epistemológicas, dos níveis qualitativos de argumentação e dos indicadores de alfabetização científica que, por atuarem como condutores das expressões espontâneas das interações argumentativas dos discentes, estabeleceram ao docente um real momento para percepção e avaliação do processo de ensino e aprendizagem.

Palavras chave: Argumentação; Arduino; Atividade Investigativa.

ABSTRACT

This work aimed to analyze the way in which the argument is manifested during the development of an experimental demonstrative investigative activity involving the use of Arduino, in order to verify the capacity to produce subsidies that enable the teacher to make adjustments in the methodological path, as well as to expand the possibilities of assessment instruments. The investigative experimental activity with the Arduino involving the conduction of heat, was applied to a class of the 2nd year of high school at a state technical school in the city of São Paulo. The transcription of the audio and video records of the students' argumentative interactions that occurred during the development of the investigative experimental activity, allowed us to develop the analysis of the occurrences, and of possible appropriations of concepts by the students. From the analysis of the data, it was possible to verify significant contributions attached to the teaching and learning process, arising from the manifestation of the argument pattern, of the epistemological operations, of the qualitative levels of argumentation and of the scientific literacy indicators that, by acting as conductors of the expressions spontaneous of the students' argumentative interactions, established the teacher a real moment for perception and evaluation of the teaching and learning process.

Keywords: Argumentation; Arduino; Investigative Activity

.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Janela do software Arduino IDE.....	25
Figura 2 Descrições dos terminais e componentes da placa Arduino UNO	27
Figura 3 Ilustração de alguns componentes eletrônicos	28
Figura 4 Código alfanumérico da BNCC	31
Figura 5 Experimento de Joule.....	38
Figura 6 Bico de Bunsen	39
Figura 7 Regime de condução variável	41
Figura 8 Regime de condução estacionário	41
Figura 9 Recurso mecânico para obter condução de calor de regime estacionário. .	42
Figura 10 Ilustração do gradiente de temperatura.....	42
Figura 11 Distribuição uniforme da temperatura (Regime estacionário)	43
Figura 12 Diagrama para ilustrar a Lei de Fourier.....	44
Figura 13 Ilustração da descrição do 1º episódio.....	50
Figura 14 Painel frontal Labview	51
Figura 15 Diagrama da Lógica de programação	52
Figura 16 Ilustração da geração de gráfico em tempo real.	52
Figura 17 Curva dos gráficos quando retira a fonte de calor.....	54
Figura 18 Ilustração da descrição do 2º episódio.....	55
Figura 19 Estrutura dos autores que compõe o instrumento de análise.	58
Figura 20 Padrão Toulmin para Análise de Argumentos (Adaptado de 2001, p. 150)	60
Figura 21 Estrutura da fala do discente JP	77
Figura 22 Estrutura da fala do discente P	81
Figura 23 Estrutura da fala do discente AR.....	90
Figura 24 Estrutura da fala dos Discentes P e GG.....	95
Figura 25 Estrutura da fala dos discentes P e AR.....	103
Figura 26 Estrutura da fala da discente E	105
Figura 27 Momento que foi retirada a fonte de calor.....	111

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Aproximações entre características do ensino investigativo/habilidades definidas pela BNCC.	21
Tabela 2 Condutividade térmica de Substâncias	40
Tabela 3 Roteiro de aulas desenvolvidas.....	48
Tabela 4 Categorias para análise de argumentos.....	62
Tabela 5 Operações epistemológicas	63
Tabela 6 Indicadores propostos por Sasseron (2008).....	66
Tabela 7 Episódio 01- Trechos de fala da aula 05	70
Tabela 8 Episódio 01- Trechos de fala da aula 05	71
Tabela 9 Episódio 01- Trechos de fala da aula 05	73
Tabela 10 Episódio 01- Trechos de fala da aula 05	74
Tabela 11 Episódio 01- Trechos de fala da aula 05	75
Tabela 12 Episódio 01- Trechos de fala da aula 05	77
Tabela 13 Episódio 01- Trechos de fala da aula 05	78
Tabela 14 Episódio 01- Trechos de fala da aula 05	79
Tabela 15 Episódio 01- Trechos de fala da aula 05	80
Tabela 16 Episódio 01- Trechos de fala da aula 05	82
Tabela 17 Episódio 01- Trechos de fala da aula 05	82
Tabela 18 Episódio 01- Trechos de fala da aula 05	83
Tabela 19 Episódio 02- Trechos de fala da aula 06	85
Tabela 20 Episódio 02- Trechos de fala da aula 06	86
Tabela 21 Episódio 02- Trechos de fala da aula 06	87
Tabela 22 Episódio 02- Trechos de fala da aula 06	88
Tabela 23 Episódio 02- Trechos de fala da aula 06	89
Tabela 24 Episódio 02- Trechos de fala da aula 06	90
Tabela 25 Episódio 02- Trechos de fala da aula 06	92
Tabela 26 Episódio 02- Trechos de fala da aula 06	93
Tabela 27 Episódio 02- Trechos de fala da aula 06	94
Tabela 28 Episódio 02- Trechos de fala da aula 06	96
Tabela 29 Episódio 02- Trechos de fala da aula 06	96
Tabela 30 Episódio 02- Trechos de fala da aula 06	97
Tabela 31 Episódio 02- Trechos de fala da aula 06	98

Tabela 32 Episódio 02- Trechos de fala da aula 06	99
Tabela 33 Episódio 02- Trechos de fala da aula 06	100
Tabela 34 Episódio 02- Trechos de fala da aula 06	101
Tabela 35 Episódio 02- Trechos de fala da aula 06	103
Tabela 36 Episódio 02- Trechos de fala da aula 06	104
Tabela 37 Episódio 02- Trechos de fala da aula 06	106
Tabela 38 Episódio 02- Trechos de fala da aula 06	107
Tabela 39 Episódio 02- Trechos de fala da aula 06	107
Tabela 40 Episódio 02- Trechos de fala da aula 06	108
Tabela 41 Episódio 02- Trechos de fala da aula 06	109
Tabela 42 Episódio 02- Trechos de fala da aula 06	110
Tabela 43 Síntese dos argumentos do discente A.	113
Tabela 44 Síntese dos argumentos do discente AR	114
Tabela 45 Síntese dos argumentos da discente F.	114
Tabela 46 Síntese dos argumentos do discente GG.....	115
Tabela 47 Síntese dos argumentos do discente GT.	115
Tabela 48 Síntese dos argumentos do discente JP.	116
Tabela 49 Síntese dos argumentos da discente ME.	116
Tabela 50 Síntese dos argumentos do discente P.....	117

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CPS	Centro Paula Souza
ETEC	Escola Técnica
IDE	Integrated Development Environment
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
RF	Rádio frequência
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TDIC	Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação
TICs	Tecnologias da Informação e Comunicação
USB	Universal Serial Bus

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
1 ENSINO INVESTIGATIVO	18
2 ARDUÍNO	24
2.1 Origem e funcionalidades do Arduíno	26
2.2 Arduíno e a BNCC	29
3 BASES CONCEITUAIS e EPISTEMOLÓGICAS ENVOLVIDAS no PROCESSO de ENSINO e APRENDIZAGEM da CONDUÇÃO do CALOR	35
3.1 Calor	36
3.2 Condução de Calor	38
3.3 Sistema Variável e Sistema Permanente	40
4 PESQUISA	46
4.1 Metodologia da Coleta de dados	47
4.2 Material Utilizado na Atividade	48
4.3 Atividade Experimental Demonstrativa Investigativa	49
5 PERCURSO METODOLÓGICO da ANÁLISE de DADOS	57
5.1 Padrão Toulmin	58
5.2 Categorias de Driver e Newton	61
5.3 Jiménez-Aleixandre, Bugallo Rodríguez e Duschl	63
5.4 Sasseron	64
6 ANÁLISE dos DADOS	69
6.1 Análise do Primeiro Episódio (Aula 05)	69
6.2 Análise do Segundo Episódio (Aula 06)	84
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	118
BIBLIOGRAFIA	122

INTRODUÇÃO

Considerando a sociedade contemporânea que é caracterizada pela presença da tecnologia em seus diversos segmentos, a mesma proporciona um exorbitante incremento de conhecimento capaz de produzir transformações nas metodologias de estruturação, organização e arranjo do conhecimento acumulado. Dentro desta concepção, o processo de ensino e aprendizagem pode ser repensado não apenas pelos docentes, mas também pela instituição de ensino; o que de certo modo permite neste contexto, que esta seja concebida como instituição que também aprende a ensinar, e, isto pode ser evidenciado por uma instituição comprometida com a formação de docentes, bem como o recíproco comprometimento dos docentes com a mesma.

A concepção deste trabalho tem seu delineamento, a partir do princípio de que o conhecimento não possui um detentor exclusivo e de que o conhecimento coletivo é superior à soma de conhecimentos individualizados, Candela (1998).

Foi em decorrência do desenvolvimento da prática docente deste pesquisador na Escola Técnica Estadual (ETEC) do Centro Paula Souza (CPS), que ao entrar em contato com o Programa de Qualificação para Estudos de Mestrado e Doutorado – que é oferecido pelo Centro Paula Souza (CPS) aos seus docentes, cujos objetivos são de, intensificar as relações colaborativas entre a Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP e o Centro Paula Souza – CPS, bem como o aumento na oferta de instrumentos promotores da qualificação e formação continuada para docentes do Centro Paula Souza - CPS.

Parametrizando-se na perspectiva de uma escola que aprende a ensinar (Proposta Curricular de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, 2011, p. 10), que então o Centro Paula Souza – CPS , ao propor o Programa de Qualificação para Estudos de Mestrado e Doutorado voltado para seus docentes, estabelece um ambiente de aproximação deste pesquisador com o Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP.

Valendo-se inicialmente do conhecimento empírico decorrente do desenvolvimento desta prática docente, mas, com posterior embasamento em dados

oficiais do Centro Paula Souza – CPS, como o observatório escolar, os índices de evasão escolar e taxas de concluintes por cursos.

Diante do desafio posto por uma instituição comprometida com a formação docente, bem como o recíproco comprometimento dos docentes com a instituição, na busca por metodologias e estratégias que contribuam para a melhoria dos indicadores no processo ensino e aprendizagem, ou seja, com foco continuado numa perspectiva de limites e possibilidades, mas, ponderando sempre os fatores externos do ambiente formal no processo ensino e aprendizagem.

Embora estes fatores, apresentem características de variáveis não controladas pelo processo ensino e aprendizagem, para efeito de planejamento das ações metodológicas e estratégias pedagógicas, comportam-se como barreiras com significativa relevância na elaboração das metodologias e estratégias pedagógicas.

Sendo assim, este trabalho se estruturará com base na manifestação da argumentação, a fim de desenvolver respostas à seguinte pergunta de pesquisa: Considerando as nuances da argumentação, advindas de um cenário com múltiplas perspectivas, delineado pelo padrão de argumentos propostos por Toulmin (2006), pelas operações epistemológicas propostas por Jiménez-Aleixandre, Bugallo Rodríguez e Duschl (2000), pelos níveis qualitativos que caracterizam os argumentos propostos por Driver e Newton (1997) e pelos indicadores de alfabetização científica propostos por Sasseron (2008); em que aspectos as manifestações das argumentações se configuram durante uma atividade de física envolvendo o uso da plataforma Arduino?

Tal questão objetiva discutir a capacidade de produção de subsídios, que possam propiciar ao docente a realização de adequações no percurso metodológico, bem como ampliar as possibilidades de instrumentos de avaliação no percurso de uma determinada atividade.

Para tanto e em busca de respostas para esta pergunta, este trabalho fará uso da experiência de demonstração investigativa, que é uma proposta apresentada por CARVALHO; et al (1999, p.13) em seu livro:

“Experiências de demonstração investigativa, são demonstrações por serem feitas pelo professor e observadas pelos alunos. Porém, são investigativas, na medida em que não são usadas para ilustrar uma teoria, mas para fazer o aluno refletir sobre o assunto, sobre o que ele está vendo e buscar a explicação conceitual para o observado”

Para este trabalho também será levada em conta a alternância de uma metodologia de caráter lúdico, para uma metodologia pedagógica com alinhamento mais próximo à faixa etária dos discentes que cursam o ensino médio, considerando entre outras possibilidades, a presença das tecnologias já incorporadas a realidade dos discentes, para atender esta demanda, também será utilizada na pesquisa, a plataforma Arduino; ressaltando o que Monteiro (2017) afirma sobre a importância e a cautela no desenvolvimento de atividades experimentais relacionadas às TICs:

“...parece-nos importante que os professores realizem atividades experimentais em suas aulas e incorporem as TICs em suas práticas pedagógicas, sem, contudo, deixar de utilizá-las de maneira consciente, refletida e com objetivos educacionais muito bem definidos, sem perder de vista as contribuições desses recursos para a aprendizagem de conceitos, mas, também, não se esquecendo de preparar o estudante para não se tornar um consumista passivo da tecnologia e suas mídias. ...” (MONTEIRO, M. A. A.; 2017)

Ainda na perspectiva da proposta desta pesquisa, será utilizado como conceito específico para o desenvolvimento da experiência demonstrativa investigativa, a condução de calor, que na concepção de NARDI (2004) é relegada a um segundo plano, frente a uma clara priorização dos conteúdos de mecânica e eletricidade; também apontado por PAULI (1978) como uma área da física, conceitualmente considerada difícil.

Visando romper este paradigma, o presente trabalho, ao propor a experiência demonstrativa investigativa envolvendo o uso da plataforma Arduino, pretende, numa perspectiva tecnológica de aproximação e contextualização, atender a alternância de uma dimensão lúdica das metodologias pedagógicas para uma metodologia pedagógica, mais alinhada às alternâncias que são próprias dos discentes com faixa etária relacionada ao ensino médio.

Com esta finalidade, o conhecimento específico condução de calor, como objeto de estudo inserido na experiência demonstrativa investigativa, busca estabelecer um ambiente de observação da produção, de como se estruturam e da qualidade dos argumentos. Do ponto de vista tecnológico, reservada às distintas características do ensino investigativo, da tecnologia (Arduino) e do conhecimento específico, estes três elementos atuando juntos, pode-se pensar esta tríade como uma ferramenta pedagógica, que pode conduzir o discente a um processo de

discussões, explicações, reflexão, ponderação e relatos, que são características de uma investigação científica, Carvalho et al (1998).

Para tanto, este trabalho, visando uma melhor compreensão, está estruturado inicialmente com a introdução, em que trazemos uma panorâmica de todo o trabalho.

No primeiro capítulo apresentamos o delineamento do ensino investigativo, neste espaço procuramos justificar nossa motivação pela utilização desta metodologia pedagógica e apresentamos a concepção do ensino investigativo, suas evidências e seus aspectos relacionados a legislação (BNCC).

O segundo capítulo é dedicado à tecnologia (plataforma Arduino), aqui apresentamos um breve histórico relacionado à sua origem e concepção. Também é ressaltada a importância do Arduino como recurso metodológico para mediação no processo ensino e aprendizagem, a forma como seu surgimento possibilitou inúmeras criações por meio de comandos analógicos ou digitais, compilados em uma lógica de programação para comunicação entre os atuadores, estabelecendo assim um ambiente capaz de migrar do cenário cognitivo para o concreto.

Este capítulo também contempla aspectos legais (BNCC) quanto à utilização do Arduino, por entendermos que o mesmo está inserido em contextos que envolvem tecnologias e mídias digitais de informação e comunicação TIC. (BRASIL, 2018, p. 497).

O capítulo três é dedicado ao conhecimento específico utilizado para desenvolver a atividade experimental investigativa; neste caso, a condução de calor com uma abordagem histórica desde a concepção do calor, passando pela condução de calor, sistema variável, sistema permanente e fluxo de calor. Por entender a pertinência e relevância do conhecimento específico aqui abordado, mas por não se tratar do objeto deste trabalho, este capítulo traz apenas aspectos conceituais e epistemológicos a fim de contribuir para uma melhor compreensão do desenvolvimento deste trabalho.

O capítulo quatro, traz um delineamento da pesquisa, quanto à metodologia da coleta de dados e material utilizado, justificamos a escolha da unidade escolar e apresentamos aspectos procedimentais relacionados ao desenvolvimento da atividade experimental demonstrativa investigativa.

O capítulo cinco é dedicado ao percurso metodológico da análise de dados e

sua importância no processo ensino e aprendizagem; também é apresentada a fundamentação teórica, bem como seu delineamento e contribuições, como o padrão de argumento desenvolvido por TOULMIN (1958), as categorias de análise de argumentos de DRIVER e NEWTON (1997), tipos de argumentos utilizados pelos alunos identificados por BUGALLO RODRÍGUEZ e DUSCHL (2000) e os indicadores de alfabetização científica propostos por SASSERON (2008).

O sexto capítulo traz uma análise dos recortes das falas dos discentes, que foram submetidas às teorias dos autores apresentados para a fundamentação teórica da argumentação, previsto para o capítulo cinco.

Por fim, as considerações finais a partir da análise dos dados colhidos durante o desenvolvimento da atividade experimental investigativa composta pela tríade ensino investigativo, Arduino e a condução de calor.

1 ENSINO INVESTIGATIVO

A decisão de utilizar a metodologia ensino investigativo neste trabalho se fundamenta dentre outras motivações, na apropriação da curiosidade do discente, nesta perspectiva é possível entender a curiosidade¹ como uma percepção do indivíduo pelo meio, o que pode ser um fator implicador da origem do desejo pela investigação do que é novo e diferente, nesta perspectiva o ser humano apresenta-se ávido diante as expectativas.

O homem é um ser aberto ao mundo, um especialista da não especialização, um ser lúdico que aprende por curiosidade ativa. [...] um ser da álea, do acaso, do risco, do perigo e da crise, em aprendizagem permanente, a demandar que se desenvolva uma flexibilidade e uma plasticidade comportamentais. (CARVALHO apud ASSMANN, 2004, p.145).

Ainda relacionado à esta abertura que a curiosidade promove no ser humano, também estimula a inquietação, como propulsor para seguir em frente. “Não haveria existência humana sem a abertura de nosso ser ao mundo, sem a transitividade de nossa consciência”, FREIRE (1996, p. 88).

A curiosidade em uma perspectiva de interiorização da vontade, que por sua vez, inquieta o discente a uma constante busca do saber.

“A curiosidade como inquietação indagadora, como inclinação ao desvelamento de algo, como pergunta verbalizada ou não, como proposta de esclarecimento, como sinal de atenção que sugere alerta faz parte integrante do fenômeno vital”. (FREIRE, 1996, p. 32).

Somam-se à curiosidade, as inúmeras possibilidades de inserir significativos avanços constituintes do ensino e aprendizagem, além de ser um rico ambiente produtor de indicadores e subsídios teóricos que contribuem para o planejamento docente, uma vez que discentes desenvolvem melhor sua compreensão conceitual e

¹ Freud em seus trabalhos desenvolvidos no início do século XXI, constam a existência da curiosidade natural das crianças a respeito de sua origem e das dificuldades emocionais decorrentes quando elas não conseguem ter essas questões respondidas.

Sobre a curiosidade, Melanie Klein, em sua obra afirma que crianças mais “livremente sádicas” tenham tido tempo para sublimar sua violência, na forma de curiosidade e desejo de saber, e que estas podiam aprender, brincar e criar.

tem melhor performance quanto a aprendizagem sobre a natureza das ciências ao participarem de investigações científicas em que haja suficiente oportunidade e apoio para reflexão, HUDSON (1992).

Considerando que no desenvolvimento de atividades com propostas investigativas, sejam preservadas características que valorizem o ambiente e preservem o direito de amplas possibilidades quanto ao objeto investigado, pois numa situação de controvérsia poderia reforçar ou produzir concepções errôneas sobre o ensino investigativo, além de, na perspectiva de Adorno, contribuir de forma relevante para o fortalecimento da semiformação (Adorno, 1979, p. 94). Contudo, para CARVALHO, A. M. P. et al. (1999, p. 46); uma atividade com abordagem investigativa no ensino de física, na perspectiva de sua concepção deve evidenciar tais características:

- Situações problemáticas abertas;
- Favorecimento a reflexão dos discentes quanto a relevância e o possível interesse das situações propostas;
- Potencialização de análises qualitativas, significativas, que ajudem a compreender e acatar as situações planejadas e a formular perguntas operativas sobre o que se busca;
- A elaboração de hipóteses como atividade central de investigação científica, sendo este processo capaz de orientar o tratamento das situações e de fazer explícitas as preconcepções dos discentes;
- Considerações às análises, com atenção para os resultados (Sua interpretação física, confiabilidade etc.), a partir dos conhecimentos disponíveis, das hipóteses manejadas e dos resultados das demais equipes;
- Concepção de uma importância especial a memórias científicas que reflitam o trabalho realizado e possam ressaltar o papel da comunicação e do debate na atividade científica;
- Ressaltar a dimensão coletiva do trabalho científico, por intermédio de grupos de trabalho, que interajam entre si.

Ainda na perspectiva do ensino investigativo, esta abordagem constitui no discente que se vê frente a uma situação problema disponibilizada pelo docente,

habilidades na gestão de conflitos entre os membros da equipe, a fim de que se estabeleça a melhor estratégia para a execução da atividade investigativa, que poderá apresentar conclusão que resolva satisfatoriamente ou não a situação problema em pauta.

Os estudantes devem elaborar a melhor estratégia para chegar à solução do problema, negociando com os membros do grupo de trabalho o planejamento da abordagem ou tratamento que deverá gerar uma solução tangível. Torna-se responsabilidade do estudante delinear o problema, decidir qual a solução mais apropriada, derivar e testar possíveis soluções, e o seu sucesso é julgado pela eficiência da solução elaborada (GOI; SANTOS, 2009, p. 204).

Considerando o ensino investigativo em sua concepção, espera-se que no desenvolvimento de atividades com esta abordagem, ocorram a produção e a justificação de enunciados e ações, que direcionarão a compreensão da natureza da situação problema, inserida na atividade investigativa, para JIMÉNEZ-ALEIXANDRE e DÍAZ (2003) são evidências do raciocínio argumentativo que por se tratar de um conceito, manifestam-se na essência das atividades investigativas no ensino de ciências.

SASSERON (2008) entende este conceito como uma forma de ampliar o diálogo no ambiente de aprendizagem por entender que a argumentação se trata de:

“Todo e qualquer discurso em que aluno e professor apresentam suas opiniões em aula, descrevendo ideias, apresentando hipóteses e evidências, justificando ações ou conclusões a que tenham chegado, explicam resultados alcançados.” (SASSERON, 2008, p. 53)

Tendo em vista que a metodologia de ensino por investigação seja fator relevante no ensino de física, não pretendemos com este trabalho, uma apologia irrestrita ou a busca por privilégios para esta metodologia, contudo, na perspectiva da legislação, entendemos que processo de desenvolvimento da BNCC, não há tendência de favorecimento de uma proposta pedagógica específica, mas, apresenta um conjunto de habilidades relativas a cada competência.

Que ao nosso ver, assemelha-se as características da metodologia de ensino por investigação, não cabe aqui debater este fato ou tratá-lo como denuncia, mas, pretendemos fomentar uma ampla reflexão no delineamento e narrativa do currículo. Assim sendo, a proposta pedagógica de ensino por investigação, neste contexto de

reflexão do delineamento e narrativa, tendo como referência, as características presentes em sua concepção, pode se afirmar que a metodologia de ensino por investigação assemelha-se em vários aspectos, com as orientações para o desenvolvimento de habilidades definidas pela BNCC.

Sendo assim, entendemos que pode haver uma aproximação, em alguns casos, entre as características que se apresentam na definição de ensino investigativo, com algumas das orientações para o desenvolvimento de habilidades definidas pela BNCC, conforme exemplo ilustrado na tabela 01.

Tabela 1 Aproximações entre características do ensino investigativo/habilidades definidas pela BNCC.

Características da metodologia de ensino por investigação	Conjunto de habilidades relativas a cada competência
Situações problemáticas abertas	(EM13CNT304) Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, neurotecnologias, produção de tecnologias de defesa, estratégias de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, legais, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista.
	(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.
Potencialização de análises qualitativas, significativas, que ajudem a compreender e acatar as situações planejadas e a formular perguntas operativas sobre o que se busca	(EM13CNT310) Investigar e analisar os efeitos de programas de infraestrutura e demais serviços básicos (saneamento, energia elétrica, transporte, telecomunicações, cobertura vacinal, atendimento primário à saúde e produção de alimentos, entre outros) e identificar necessidades locais e/ou

	regionais em relação a esses serviços, a fim de promover ações que contribuam para a melhoria na qualidade de vida e nas condições de saúde da população.
A elaboração de hipóteses como atividade central de investigação científica, sendo este processo capaz de orientar o tratamento das situações e de fazer explícitas as preconcepções dos discentes	(EM13CNT204) Elaborar explicações e previsões a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais.
Considerações às análises, com atenção para os resultados (Sua interpretação física, confiabilidade etc.), a partir dos conhecimentos disponíveis, das hipóteses manejadas e dos resultados das demais equipes.	(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.
Concepção de uma importância especial a memórias científicas que reflitam o trabalho realizado e possam ressaltar o papel da comunicação e do debate na atividade científica.	
Ressaltar a dimensão coletiva do trabalho científico, por intermédio de grupos de trabalho, que interajam entre si.	(EM13CNT302) Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos – interpretando gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, elaborando textos e utilizando diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) –, de modo a promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural.

Favorecimento a reflexão dos discentes quanto a relevância e o possível interesse das situações propostas.	(EM13CNT205) Utilizar noções de probabilidade e incerteza para interpretar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, reconhecendo os limites explicativos das ciências.
--	--

Fonte: Elaborado pelo autor

“...Além disso, é necessário enfatizar que, mesmo que alguns estudantes não dominem conceitos já abordados no Ensino Fundamental, as habilidades propostas nesta Base devem ser desenvolvidas, pois o processo investigativo em que se engajarão possibilitará as descobertas e as aprendizagens previstas.” (BNCC; pág. 523)

Ainda na perspectiva de uma relação de aproximação entre, as orientações para o desenvolvimento de habilidades relativas a cada competência definida pela BNCC com as características da metodologia de ensino por investigação e o fato de que nas últimas décadas, formou-se um cenário crescente com contribuições relevantes para o ensino por investigação no processo de ensino e aprendizagem de ciências no Brasil, contudo, Sá et al (2007) ponderam que o ensino e aprendizagem por investigação no Brasil ainda não está bem estabelecido.

Laburú (2011), ressalta que no Brasil, a abordagem do ensino envolvendo atividades de investigação é encontrada nos Parâmetros Curriculares Nacionais (1997), também consta na Proposta Curricular do Estado de São Paulo para Ciências da Natureza e suas Tecnologias, como um dos três princípios teórico-metodológicos:

“...a importância de que os alunos vivenciem atividades práticas e de investigação.” (Proposta Curricular de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, 2011, p. 69)

Posto isto, na perspectiva das contribuições da metodologia ensino por investigação para o ensino e aprendizagem de ciências, bem como de seu aspecto legal, pretende-se que esta metodologia atue no processo de desenvolvimento deste trabalho como ferramenta teórica para a observação de ocorrências de argumentos pelos discentes durante o desenvolvimento de atividade investigativa demonstrativa em aulas de física.

2 ARDUÍNO

Para falar do Arduíno, é desejável uma maior compreensão da sociedade contemporânea em seus aspectos gerais e do seu processo de constante transformação através de seus elementos e instituições, pois são estes entre outros, que evidenciam os desdobramentos advindos da quarta Revolução Industrial, ou seja, uma sociedade com interações do mundo real com o digital, novas formas no consumo de produtos e serviços, armazenamento de dados em nuvem, reconhecimento facial, interação de informações, inteligência artificial, impressão 3D, a internet das coisas e etc, SCHWAB (2016).

Em desdobramento a estas transformações, evidencia-se a necessidade do incremento de metodologias de um ensino mais dinâmico e com perspectiva do uso de tecnologias como potencializador do desenvolvimento da aprendizagem, ROCHA e GUADAGNINI (2014). É nesta conjectura de demandas por metodologias de ensino mais dinâmico com uma perspectiva do uso de tecnologias versus a inércia de metodologias tradicionais, que a utilização da plataforma Arduíno pode colaborar no desenvolvimento de experiências complexas, associando programação à robótica, cuja funcionalidade pode ser aplicada em diversas áreas do saber.

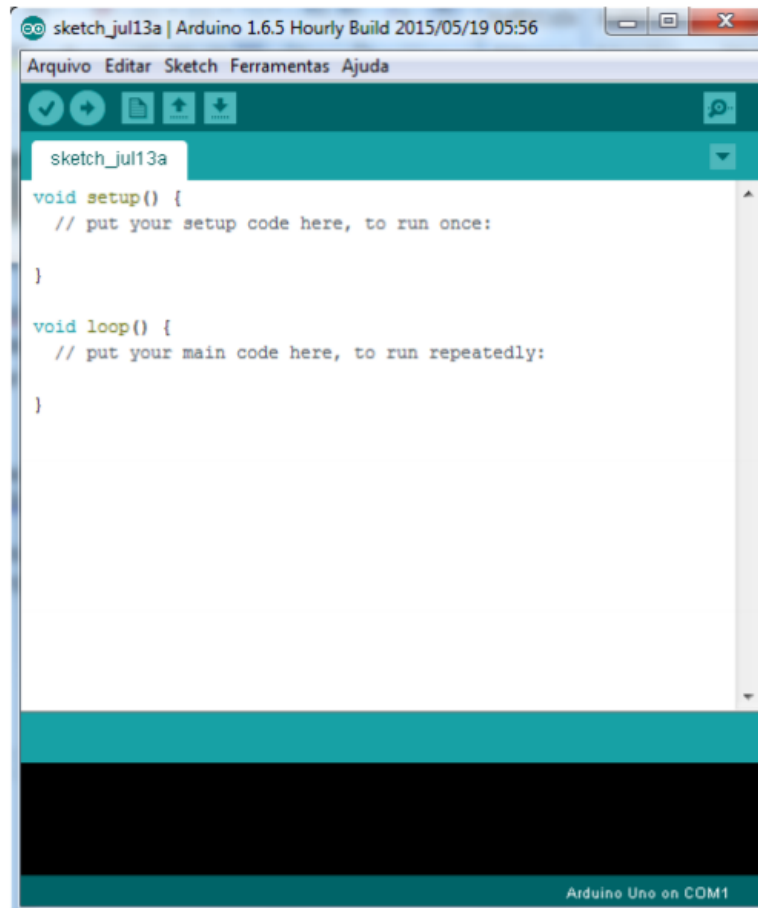
Em função destas transformações sociais, nota-se no incremento de novas metodologias de ensino com uma perspectiva tecnológica, entre outras, a utilização Do *Arduino*, ou seja, uma plataforma *open-source*, de código aberto, sem custo de licença, de prototipagem eletrônica com hardware e software flexíveis, e, que apresenta como diferencial em relação às demais, sua facilidade de uso, pois quem não é da área técnica pode aprender o básico e criar projetos em um intervalo de tempo relativamente curto.

Desta forma, o Arduíno pode agregar inúmeras contribuições para o discente no desenvolvimento de uma aprendizagem mais intensa, advinda da visualização dados, por meio de comandos eletrônicos e que subsidiarão a percepção do discente, que orientado adequadamente pelo docente, tem sua curiosidade instigada em busca de um desenvolvimento cada vez melhor DEITEL e CHOFFNES (2005).

As informações podem ser inseridas na placa eletrônica (Plataforma Arduíno), por meio do software Arduíno IDE (Integrated Development Environment), pelo qual é

possível realizar upload de códigos para desenvolver uma lógica de programação, para então relacionar os comandos com os atuadores a fim de que o programa execute a tarefa determinada Figura 01.

Figura 1 - Janela do software Arduino IDE



Fonte: <http://blog.baudaeletronica.com.br/plataforma-arduino/> 30/08/2020.

É importante destacar que faz parte da cultura e está presente no cotidiano do discente, o acesso a equipamentos que facilitam ações, serviços e a comunicação, desde um simples micro-ondas, ar condicionado, geladeira, chuveiro entre outras máquinas à um smartphone; são tecnologias que não se fundamentam apenas na estrutura mecânica, mas em linhas de códigos que molda um sistema lógico de atribuições que fica armazenado em um *chip*, que pode tanto realizar tarefas pré-determinadas, como repassar informações em monitores GIMENEZ (2005).

Os discentes ao utilizarem as plataformas de prototipagem (Arduíno) para microcontroladores, em sua maioria têm atingido um desenvolvimento satisfatório nos

resultados para soluções eletrônicas. Há comunidades de usuários dessas plataformas que trocam conhecimentos e resultados agregando assim, não somente o desenvolvimento intelectual dos discentes, mas também substanciais contribuições no desenvolvimento aplicativos para os mais diversos setores da economia.

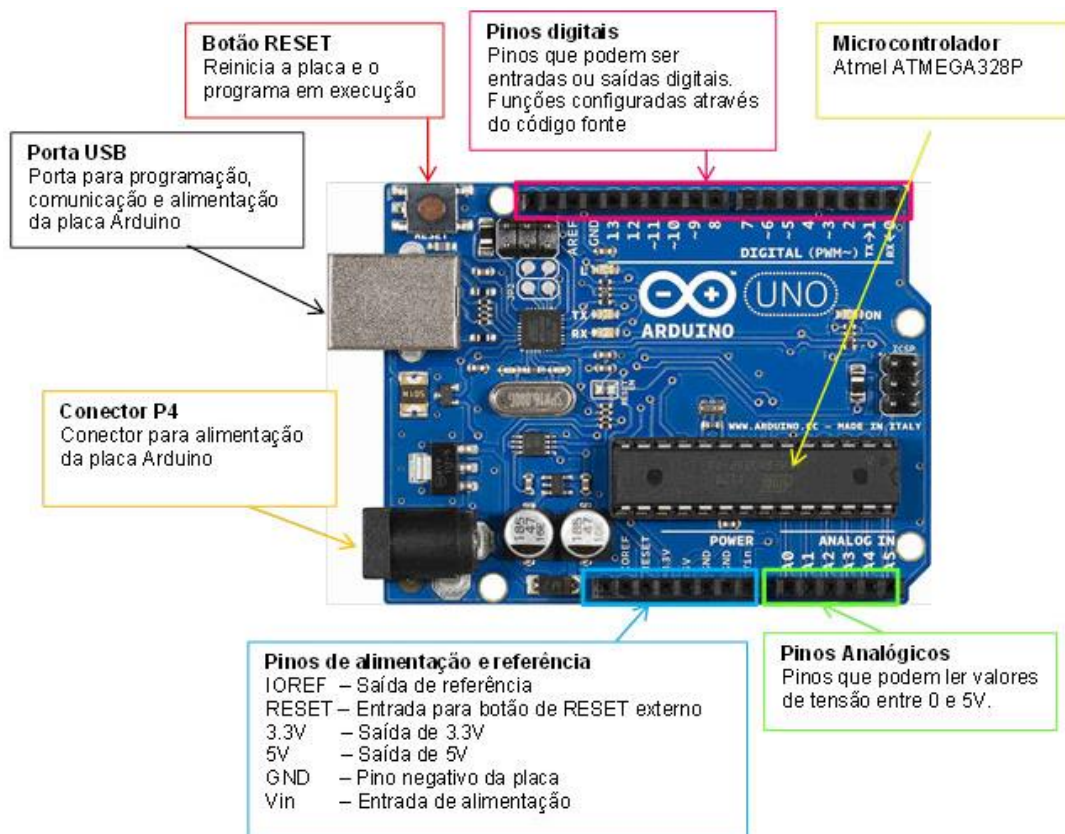
2.1 Origem e funcionalidades do Arduíno

O arduíno surgiu em 2005 a partir da necessidade de um grupo de pesquisadores Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino e David Mellis, que procuravam uma alternativa de custo acessível para alunos de graduação, flexível, de fácil uso por estudantes e profissionais, a priori, a ideia era que esta alternativa contribuísse para democratizar o acesso dos estudantes à tecnologia, para que a produção de trabalhos e projetos também apresentassem contribuições fundamentadas na tecnologia.

Os equipamentos disponíveis até então para atender as demandas de estudantes e profissionais, além de possuir custos elevados eram de relativas dificuldades operacionais. Orientado por esta perspectiva é que Banzi e seus colaboradores se dedicaram no desenvolvimento de um microcontrolador que poderia ser utilizado pelos estudantes de arte e design em seus projetos, EVANS; NOBLE; HOCHENBAUM (2013, p. 25).

A plataforma Arduino trata-se de um circuito microcontrolador onde são inseridas instruções por meio de uma linguagem de programação, que processa os comandos e realiza funções desde as mais simples as mais complexas Frizzarin, (2016). A linguagem de programação Wiring foi a referência mais comum utilizada para a linguagem do Arduíno. Para uma melhor compreensão das partes que compõe a placa Arduíno, apresentamos de forma básica as principais descrições dos terminais e componentes da placa Arduino UNO, conforme ilustrado na figura 02.

Figura 2 Descrições dos terminais e componentes da placa Arduino UNO



Fonte: <http://blog.baudaeletronica.com.br/plataforma-arduino/> 30/08/2020.

A plataforma Arduino, por ser Open Source apresenta diversos modelos de placas, cuja linguagem e documentação de sua criação é livre, o que possibilita o usuário estudar, criar e até modificar a placa original, mas para tanto existem vários componentes eletrônicos que desenvolvem a função de atuadores (lâmpadas de led, sensor de movimento, sensor de temperatura, emitir som, gravar imagens e sons, ligar e desligar motores, cronômetros).

Enfim a plataforma Arduino está aberta para inúmeras aplicações imagináveis pelos discentes, e que podem dinamizar muito a funcionalidade da plataforma, com o auxílio destes atuadores conectados a plataforma, no intuito de melhorar a compreensão da amplitude das aplicações que estes componentes podem proporcionar, a figura 03 apresenta a ilustração de alguns destes componentes.

Figura 3 Ilustração de alguns componentes eletrônicos



Fonte: Elaborado pelo autor

A utilização destes componentes eletrônicos favorece o desenvolvimento de comandos analógicos ou digitais dentro de uma lógica de programação capaz de estabelecer a comunicação entre estes atuadores, estabelecendo assim um ambiente de simulação, capaz de proporcionar a migração de um cenário cognitivo para um cenário concreto.

Além da conexão com o computador, onde se desenvolve a comunicação com os atuadores, a comunicação com Arduino também é possível pela rede internet, Bluetooth, comunicação por Rádio Frequência (RF), ou até mesmo Wireless, que de certa forma amplia o universo de aplicação, em especial, para experimentos em que é possível desenvolver a simulação de eventos remotos, MONTEIRO et al. (2013) sugerem o uso de laboratórios controlados remotamente, como instrumento complementar às atividades experimentais em sala de aula.

Sendo assim, com a plataforma Arduino estabelecem-se aberturas para inúmeras possibilidades pedagógicas, entre elas, o laboratório aberto, pois para Carvalho, possibilita "... a existência de uma multiplicidade de métodos científicos, inter-relações entre ciência e tecnologia e entre várias disciplinas científicas; ...", CARVALHO; A. M. P. et al., (1999. 70p.). Importante também ressaltar que o baixo

custo da plataforma Arduíno viabiliza por parte das unidades de ensino, a criação desses kits, pois além de contribuir para uma aprendizagem inovadora e capaz, podem promover grandes resultados no desenvolvimento das aulas de física, assim como estimular competências e habilidades para melhor compreensão conceitual e potencializar a aprendizagem sobre a natureza das ciências ao participarem de investigações científicas em que privilegiam a oportunidade e apoio para a reflexão HODSON (1994).

2.2 Arduíno e a BNCC

O delineamento da relação Arduino e educação, neste capítulo, a priori traz uma abordagem com a perspectiva da legislação.

Com a perspectiva de um imenso contingente de adolescentes, jovens e adultos que se diferenciam por condições de existência e perspectivas de futuro desiguais, é que o Ensino Médio deve trabalhar. Está em jogo a recriação da escola que, embora não possa por si só resolver as desigualdades sociais, pode ampliar as condições de inclusão social, ao possibilitar o acesso à ciência, à tecnologia, à cultura e ao trabalho (BRASIL, 2011, p. 167).

Sendo o delineamento da tecnologia (Arduíno) parametrizado na legislação, deve-se a amplitude da complexidade dos desafios para elaboração de uma proposta pedagógica vinculada a tecnologia, pois diante de incertezas relacionadas as demandas futuras para o mercado de trabalho e as constantes mudanças nas relações humanas, que se desencadearão orientadas por uma dinâmica satélite às transformações decorrentes do desenvolvimento tecnológico, sendo assim, as propostas para metodologias pedagógicas deverão se orientar no sentido de convergir para uma reflexão, em sua tese de Livre Docência, MONTEIRO, M. A. A. (2017)

destaca a importância e a cautela no desenvolvimento de atividades experimentais relacionadas as TICs:

“...parece-nos importante que os professores realizem atividades experimentais em suas aulas e incorporem as TICs em suas práticas pedagógicas, sem, contudo, deixar de utilizá-las de maneira consciente, refletida e com objetivos educacionais muito bem definidos, sem perder de vista as contribuições desses recursos para a aprendizagem de conceitos, mas, também, não se esquecendo de preparar o estudante para não se tornar

um consumista passivo da tecnologia e suas mídias. ..." (MONTEIRO, M. A. A.; 2017).

Na perspectiva das orientações da BNCC, também encontramos ponderações quanto atividades experimentais relacionadas as TICs:

"... é fundamental reconhecer a juventude como condição sócio-histórico-cultural de uma categoria de sujeitos que necessita ser considerada em suas múltiplas dimensões, com especificidades próprias que não estão restritas às dimensões biológica e etária, mas que se encontram articuladas com uma multiplicidade de atravessamentos sociais e culturais, produzindo múltiplas culturas juvenis ou muitas juventudes (BRASIL, 2011, p. 155). ..."

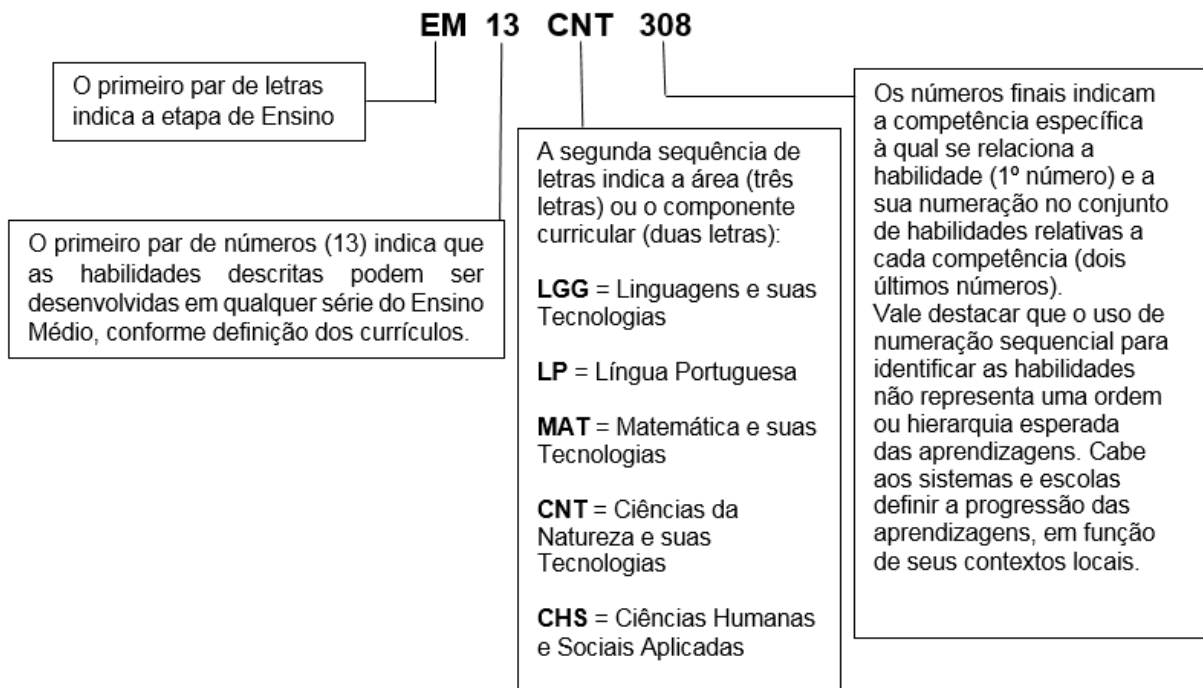
Consultando a legislação, ao nosso ver, nota-se uma certa cautela ao não estabelecer uma norma fechada para padronização da aprendizagem a partir da utilização de determinada tecnologia, visto que seria um desafio que se aproxima do impossível, contrapor-se, a já citada multiplicidade de atravessamentos sociais e culturais.

Entretanto entendemos que isto não significa uma omissão da legislação, porém orientando-se por este cenário, a BNCC propõe para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, ampliar e sistematizar as aprendizagens desenvolvidas até o 9º ano com o foco na interpretação de fenômenos naturais e processos tecnológicos de modo a possibilitar aos discentes a apropriação de conceitos, procedimentos e teorias dos diversos campos das Ciências da Natureza.

Em uma análise sob a égide da BNCC, é possível entender que a plataforma Arduíno apresenta características contempladas nas orientações que se referem a utilização de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

Para uma melhor compreensão, vamos exemplificar com o código alfanumérico EM13CNT308 da BNCC para o Ensino Médio, figura 04, o qual, pode ser utilizado como indicador de fundamentação legal, para a tendência de desenvolvimento de atividades experimentais relacionadas as TICs.

Figura 4 Código alfanumérico da BNCC



Fonte: Elaborado pelo autor

O código alfanumérico EM13CNT308, que utilizamos como exemplo neste trabalho, refere-se à oitava habilidade, prevista para competência específica 03, que é proposta para área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos, analisar redes de informática e sistemas de automação, compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos).

Ao nosso ver, entendemos que esta competência está relacionada com habilidades procedimentais, porém a utilização da competência específica 03, não impõem limites as possibilidades de, também se trabalhar com o Arduíno, as habilidades previstas para as competências específicas 01 e 02, propostas para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias e que estejam relacionadas com habilidades atitudinais:

Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por

meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação TDIC. (BRASIL, 2011, p. 544)

Uma mesma habilidade pode ser desenvolvida em qualquer série do Ensino Médio, conforme a definição curricular indicada pela numeração (no caso do nosso exemplo 08) do conjunto de habilidades relativas a cada competência.

Entendemos que numa perspectiva da competência específica 01 há mobilização de conhecimentos procedimentais que se relacionam com habilidades comunicativas, na competência específica 02 há mobilização de conhecimentos conceituais que se relacionam com habilidades cognitivas e na competência específica 03 há mobilização de conhecimentos conceituais e procedimentais articulados com as competências específicas 01 e 02 que se relacionam com habilidades socioemocionais.²

Sendo assim, entendemos que no desenvolvimento da BNCC para o Ensino Médio, as competências específicas citadas anteriormente podem proporcionar ao discente, subsídios minimamente suficientes para analisar o funcionamento e aplicar conhecimento científico e tecnológico nas mais variadas nuances do mundo da vida, ao tratar com equipamentos elétricos e/ou eletrônicos, ao analisar redes de informática e sistemas de automação, ao compreender as tecnologias contemporâneas e ao avaliar seus impactos de forma ética e responsável.

Sendo assim, constituem-se em habilidades que podem ser desenvolvidas a partir da inserção da plataforma Arduino associada com a atividade investigativa, pois promovem um ambiente rico e com múltiplas contextualizações desenvolvidas pela proposta pedagógica híbrida (plataforma Arduino associada com a atividade investigativa).

Este ambiente poderá potencializar a aprendizagem do discente, ao subsidiar o desenvolvimento de sua autonomia argumentativa estruturada a níveis mínimos para comunicar-se com diversos públicos, em contextos variados, utilizando-se de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

A busca por propostas pedagógicas que estimulem o processo de ensino e aprendizagem deve compreender empenho de todos os personagens envolvidos no

² Por não ser objeto de estudo neste trabalho, propomos ao leitor com maior interesse nas competências específicas e habilidades para Ciências da Natureza e suas Tecnologias no Ensino Médio, consultar a BNCC, páginas 547 a 554.

processo ensino e aprendizagem; docentes, discentes, pedagogos, legisladores enfim a sociedade num todo, pois motivar, inspirar e estimular a inovação, pode promover revoluções nos diferentes seguimentos de uma sociedade.

Porém, é compreensível que um dos maiores desafios, a ser enfrentado em sala de aula é justamente o uso de práticas em sala de aula que se adequem ao cotidiano dos alunos. O processo ensino e aprendizagem, numa perspectiva de constante revisão e inovação, contempla, com o uso de ferramentas tecnológicas, a renovação de práticas docentes, que podem ser evidenciadas na busca por meios que favoreçam essa interação e conseqüentemente estimule a atenção e o raciocínio dos alunos e implicará no desenvolvimento de uma aprendizagem mais efetiva.

“Nos anos finais de Ensino Fundamental, a dimensão lúdica das práticas pedagógicas adquire outras características, em consonância com as mudanças de interesse próprias à faixa etária dos estudantes” (BNCC, 2015, p. 9).

“A nova sociedade, decorrente da revolução tecnológica e seus desdobramentos na produção e na área da informação, apresenta características possíveis de assegurar à educação uma autonomia ainda não alcançada” (PCNEM, 2000, p. 11).

Atento a essas mudanças a Base Nacional Comum Curricular - BNCC vem se preocupando com o uso das tecnologias em sala de aula, mas principalmente com os métodos, pois a uma linha tênue em efetivar o conhecimento e dependendo das circunstâncias, desviar-se dos reais propósitos da aula. CARNEIRO e PASSOS (2014) fazendo uma análise sobre ERLOZA (2012) afirmam:

“Ainda para a autora é preciso que o professor dê novo significado a sua prática de sala de aula por meio da mediação que deve considerar três aspectos: o processo tecnológico, o processo pedagógico e o processo formativo”. (CARNEIRO; PASSOS, 2014, p. 104).

É essencial seguindo o novo cenário educacional estimular a formação de professores, pois as decorrências de tais capacitações corroboram com o pensamento da BNCC, pois a aprendizagem das Ciências da Natureza na perspectiva de múltiplos instrumentos didáticos, entre estes, as tecnologias digitais de informação e comunicação TDIC (Arduino), a execução de projetos e o desenvolvimento de propostas pedagógicas com perspectiva de utilização de tecnologias contribuirá na

melhoria de indicadores relacionados a inspiração e questionamentos por parte dos docentes.

3 BASES CONCEITUAIS e EPISTEMOLÓGICAS ENVOLVIDAS no PROCESSO de ENSINO e APRENDIZAGEM da CONDUÇÃO do CALOR

No desenvolvimento deste trabalho utilizaremos a termodinâmica como conhecimento específico, pois para o desenvolvimento do ensino e aprendizagem de física para o segundo ano do ensino médio em ambiente formal, consta na Proposta Curricular do Estado de São Paulo para Ciências da Natureza e suas Tecnologias, que o conhecimento de Física pode ser entendido como uma cultura científica capaz de promover competências (SÃO PAULO, 2011).

Esta mesma proposta reconhece a impossibilidade de tratar todas às competências e habilidades correlatas ao ensino de física, devido ao pouco tempo destinado ao seu ensino e aprendizagem no ensino médio. Como forma de mitigação desta problemática, a Proposta Curricular do Estado de São Paulo para Ciências da Natureza e suas Tecnologias, afirma ser necessário fazer escolhas que levem em conta a realidade escolar para estabelecer os critérios relevantes aos processos e fenômenos físicos do mundo contemporâneo.

Consideraremos também que durante o processo de ensino e aprendizagem das tradicionais áreas do conhecimento da Física, como Mecânica, Termodinâmica, Óptica, Eletromagnetismo e Física Moderna, para NARDI (2004), mesmo que no desenvolvimento deste processo de escolha, seja levado em consideração a realidade escolar, há uma priorização dos conteúdos de mecânica e eletricidade, ficando relegado a um segundo plano por exemplo a termodinâmica, o que para PAULI (1978), talvez devido ao fato de a termodinâmica ser uma área da física, conceitualmente considerada difícil.

A utilização do conceito de condução de calor, no desenvolvimento deste trabalho deve-se também a sua relevância nas conexões com produtos e serviços que atendem aos desafios da sociedade. Some-se ainda a isto, o fato de que neste trabalho, o conceito condução de calor, atuará como instrumento para a observação de ocorrências de argumentos pelos discentes durante o desenvolvimento de atividade investigativa demonstrativa em aulas de física.

A fim de contribuir com a mitigação do processo de priorização de outras áreas da física em detrimento da termodinâmica, apresentaremos as bases conceituais e

epistemológicas envolvidas no processo de ensino e aprendizagem da condução do calor.

Para tanto, consideraremos inicialmente uma abordagem histórica do tema, a fim de contribuir para a qualidade do ensino e aprendizagem de ciências, que é uma perspectiva defendida por CASTRO e CARVALHO (1991), para estes autores a história da ciência é de fundamental importância no desenvolvimento do processo ensino e aprendizagem, para discentes:

“...Conhecer o passado das ideias e buscar compreender o progresso delas, pode ajudar a conhecer a ciência como recorte da realidade que se relaciona com outras atividades humanas, com outros diferentes recortes. O professor, em formação, poderá inteirar-se dos obstáculos que travam o desenvolvimento da ciência, as dificuldades de percurso ao longo da evolução das ideias e conteúdo, e isso poderá fazer com que ele não subestime as dificuldades de seus alunos e reconheça a complexidade de certos conceitos que ensina (Satiel e Viennot, 1985). Assim poderá por um fim a ilusão de que simplesmente repetindo, transmitindo informações, que nem sempre são compreendidas, não se chega a construção efetiva do conhecimento. Procurará, então, estabelecer estratégias (Gagliard, 1988), elaborar atividades desequilibradoras, analisará a persistência e a prioridade dos conteúdos que vai analisar.” (CASTRO; CARVALHO, 1991, P. 487-490)

E para discentes:

“... acreditamos ser a informação histórica geradora de mecanismos desinibidores que propiciam o evidenciamento de lacunas, exatamente por encaminhar o raciocínio de uma maneira mais próxima da forma de pensar do aluno, de seu agir cotidiano, levando em conta causa, motivos, coerências e incongruências em suas conclusões e nas dos outros. Ao conhecer um pouco mais sobre o conteúdo em estudo, quando ainda não tinha sido formulado na forma acreditada como científica, o aluno transmite com mais naturalidade suas posições e é capaz de buscar explicações em um nível mais profundo, não se contentando com meras definições ou chavões.” (CASTRO; CARVALHO, 1991, P. 487-490)

Seguindo a perspectiva destes autores, este trabalho traz para melhor compreensão deste instrumento, um breve relato histórico sobre o calor e um delineamento conceitual sobre a condução de calor.

3.1 Calor

Embora a percepção de calor pareça ter sua natureza amplamente compreensível, mas sua definição pela ciência, do ponto de vista histórico se deu

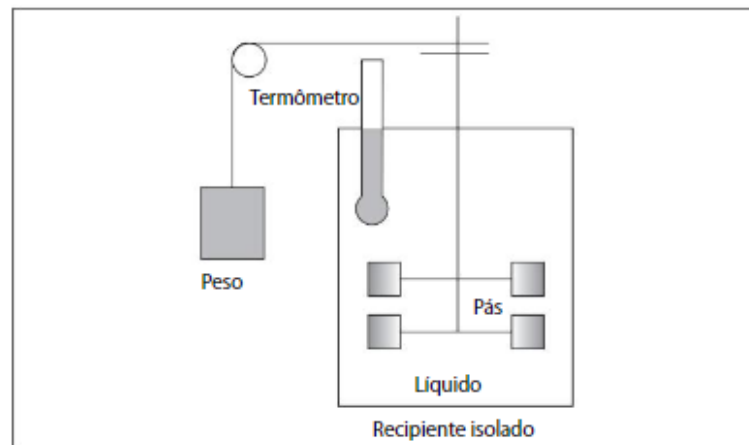
recentemente, pois até o final do século XVIII, no meio científico era muito comum o calor ser considerado uma substância denominada calórico, imponderável cuja finalidade principal era aquecer ou resfriar objetos.

Em 1798 Benjamin Thompson em uma visita a um arsenal em Munique, impressionou-se com o considerável nível de aquecimento atingido durante o processo de usinagem dos canhões. Naquela época a ideia da substância calórico era amplamente aceita, ou seja, o aquecimento era em decorrência da grande quantidade desta substância que era forçada para fora do metal durante a usinagem.

Rumford, por meio de uma broca com o corte desgastado provou ser possível extrair de uma única peça uma quantidade ilimitada de calórico, fato que diante do que era aceito, constituiu-se um absurdo, ou seja, para Ele, o calórico não existia, e sim, que o calor é uma forma de energia, que também pode ser obtida por meio do trabalho mecânico. Humphry Davy, químico inglês reforçou esta teoria ao demonstrar a fundição do gelo, decorrente do atrito provocado ao friccionar o gelo sobre uma superfície. Então, a ideia de calor como substância imponderável perdeu sustentação.

O físico alemão Herman Von Helmholtz em 1847, estabeleceu definitivamente a definição de calor como energia mecânica e afirmou que todos os tipos de energia equivalem ao calor, posteriormente comprovado de forma experimental por James Prescott Joule, ao desenvolver um aparelho que por meio da queda de um corpo provocava a agitação mecânica de uma quantidade de água, assim Ele mediu a quantidade de energia mecânica para o aumento da temperatura da água utilizada no experimento, Joule demonstrou quantitativamente que trabalho mecânico e calor se equivalem, ou seja o movimento produz calor e o calor produz movimento, e isto estabelece o calor como uma forma de energia, ilustrado no esquema da figura 05

Figura 5 Experimento de Joule



FÍSICA COM APLICAÇÃO TECNOLÓGICA – v. 2/ organização de Dirceu D'Alkimin Telles, João Mongelli Netto - São Paulo: Blucher, 2013. (página 194)

Sendo assim, o calor é uma forma de energia, diferentemente da temperatura, que se trata de uma grandeza escalar física para a medição do grau de agitação das partículas que constituem a matéria, ou seja, medir a energia interna dos sistemas.

3.2 Condução de Calor

A fim de contribuir para uma melhor compreensão da utilização do conceito condução de calor, que na perspectiva deste trabalho atuará como um instrumento teórico para, em conjunto com a metodologia ensino investigativo e a utilização do Arduino (tecnologia), observar a forma como ocorrem, se estruturam, se manifestam e a qualidade, dos argumentos. Desta forma, e, por não ser objetivo deste trabalho, o desenvolvimento da construção do conceito condução de calor, apresentaremos apenas um delineamento dos aspectos do conceito e definição bem como os elementos da condução de calor em um corpo ou de um corpo para outro.

No que se refere ao conhecimento específico propagação de calor, pensando num maior rigor e precisão, que o tema condução de calor exige, apresentaremos aqui a transcrição de um trecho em que PAULI, R. U.; MAUAD, F. C.; HEILMANN, H. P. (1978) trazem a definição de condução de calor:

“O calor se propaga por condução quando passa de uma região para outra de um corpo, ou de um corpo para outro com o qual está em contato, sem

que haja deslocamento das moléculas constituintes dos corpos. Portanto nesse processo há transporte de energia sem arraste de matéria. Uma experiência fácil e sugestiva põe em evidência esse fato. Segure uma barra metálica por um de seus extremos e aproxime o outro extremo da chama de um bico de Bunsen. Você notará que, decorrido um certo intervalo de tempo, o extremo onde você segura a barra estará também aquecido. Nesta experiência, você percebe um fenômeno através dos seus sentidos; ela é uma experiência macroscópica. Do ponto de vista microscópico, a condução do calor pode ser explicada da seguinte maneira: numa determinada região do corpo a energia posta em jogo provoca uma agitação maior das moléculas dessa região. Devido aos incessantes choques entre essas moléculas e as moléculas contíguas, a energia é transmitida para essas últimas, que assim se aquecem; esse fenômeno se repete, provocando o transporte da energia ao longo do corpo.” (PAULI, R. U.; MAUAD, F. C.; HEILMANN, H.P., 1978)

A figura 06, ilustra um bico de Bunsen, equipamento que produz chama na parte superior.

Figura 6 Bico de Bunsen



Fonte: <https://www.petrodidaticaloja.com.br>

Geralmente para ocorrer a condução de calor é necessário a existência de um meio material.

A propagação de calor ocorre de três diferentes formas: condução, convecção e irradiação. A condução de calor na maioria das vezes ocorre com melhor performance por meio dos sólidos, devido suas moléculas estarem mais próximas se comparadas com as moléculas dos líquidos e gases; isto faz com que os metais estejam classificados entre os melhores condutores, mas nem todos os metais são igualmente bons condutores, por meio de método experimental, é possível obter a classificação dos melhores condutores de calor entre os metais. Para melhor

compreensão apresentaremos a tabela 02 que relaciona a condutividade térmica dos principais metais e outros materiais:

Tabela 2 Condutividade térmica de Substâncias

Metais	K(W/m.K)	Gases	K(W/m.K)	Material de Construção	K(W/m.K)
Aço Inoxidável	14	Ar (Seco)	0,026	Espuma de Poliuretano	0,023
Chumbo	35	Hélio	0.16	Lã de pedra	0,043
Ferro	67	Hidrogênio	0,18	Fibra de vidro	0,048
Latão	109			Pinho	0,11
Alumínio	235			Vidro	1
Cobre	401				
Prata	428				
Ouro	317				
Mercúrio (Líquido)	8,54				

Física com aplicação tecnológica – v. 2 (Org.) Dirceu D'Alkimin Telles, João Mongelli Netto, 2013, p. 214.

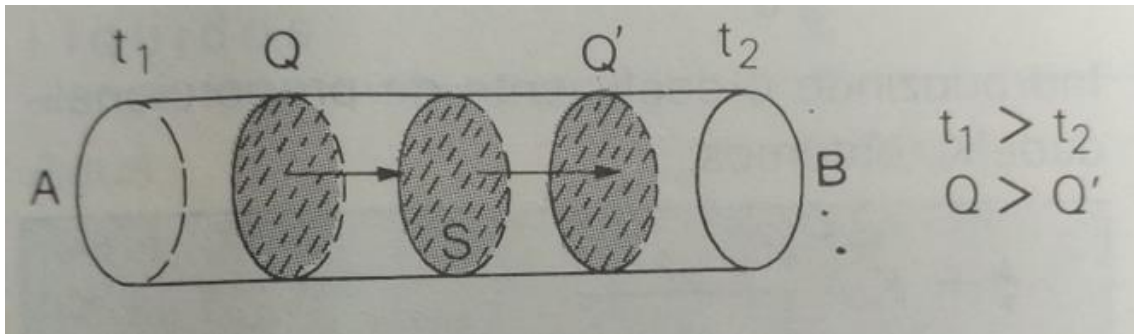
3.3 Sistema Variável e Sistema Permanente

Por hipótese, considere uma barra metálica de comprimento L , com temperaturas distintas nas extremidades A e B. Submetendo a extremidade A, à uma fonte de calor com temperatura invariável t_1 , e a extremidade B, à uma fonte de calor com temperatura invariável t_2 , com $t_1 > t_2$, ocorrerá a propagação de calor por condução da extremidade A (fonte com maior temperatura) para a extremidade B (fonte com menor temperatura).

Nesta mesma barra considere várias secções entre as extremidades A e B, inicialmente observa-se que estas várias secções da barra são atravessadas por diferentes quantidades de calor, dizemos então, que mantidas estas condições o calor se propaga em um regime variável, nestas condições as várias secções consideradas entre as extremidades A e B da barra metálica de comprimento L , apresentam

temperaturas distintas e numa mesma secção a temperatura é variável com Δ_t decrescente no decorrer do tempo, como ilustra a figura 07.

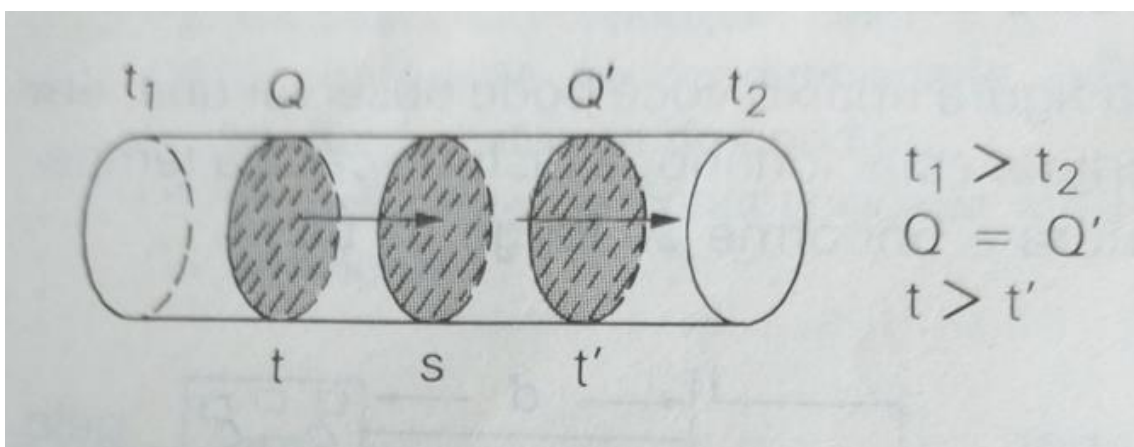
Figura 7 Regime de condução variável



PAULI, R. U.; MAUAD, F. C.; HEILMANN, H. P. Calor e termodinâmica, 1978, p.197.

Na condução de calor, em função de um determinado Δ_t , cessa-se a variação de temperatura numa mesma secção reta da haste metálica de comprimento L , contudo, observa-se que a temperatura decresce ao longo da haste, no sentido da fonte de calor com maior temperatura para a fonte de calor com menor temperatura, a ocorrência deste fenômeno indica que o processo de condução de calor atingiu o regime estacionário. Neste regime de condução de calor, a quantidade de calor que atravessa qualquer secção da barra é a mesma, permanecendo constante no decorrer do tempo, como ilustra a figura 08.

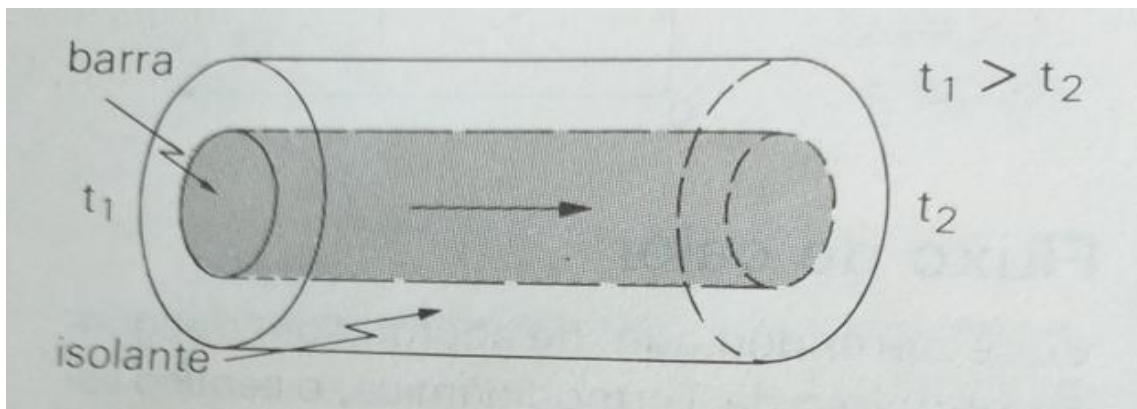
Figura 8 Regime de condução estacionário



PAULI, R. U.; MAUAD, F. C.; HEILMANN, H. P. Calor e termodinâmica, 1978, p.197.

Observa-se neste regime, que a quantidade de calor $Q = Q'$ e $t > t'$, mas, com t e t' permanecendo constantes no decorrer do tempo. No processo de condução de calor, em um cenário que se busca o regime estacionário, considerando a haste metálica de comprimento L , adotada aqui neste contexto, utiliza-se um procedimento mecânico para inibir a perda de calor entre a superfície lateral da haste metálica com o meio ambiente, este procedimento geralmente consiste em envolver a barra metálica com um isolante térmico (material de baixa condutividade térmica), como ilustra a figura 09.

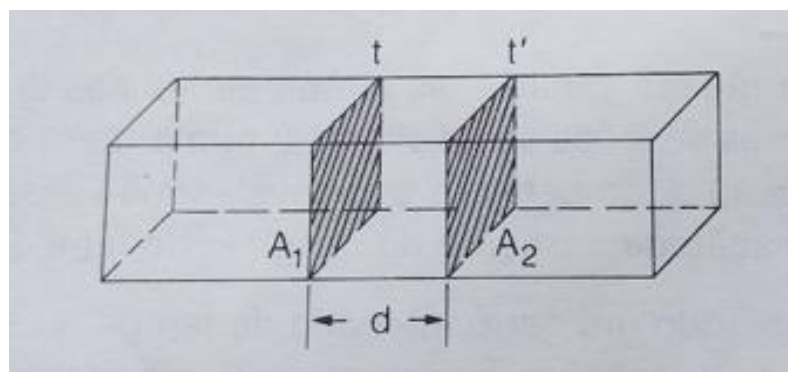
Figura 9 Recurso mecânico para obter condução de calor de regime estacionário.



PAULI, R. U.; MAUAD, F. C.; HEILMANN, H. P. Calor e termodinâmica, 1978, p.197.

Ainda neste tema condução de calor, tem-se o gradiente de temperatura, o qual consiste na variação de temperatura por unidade de comprimento da haste metálica que conduz o calor, que pode ser ilustrado na figura 10.

Figura 10 Ilustração do gradiente de temperatura.



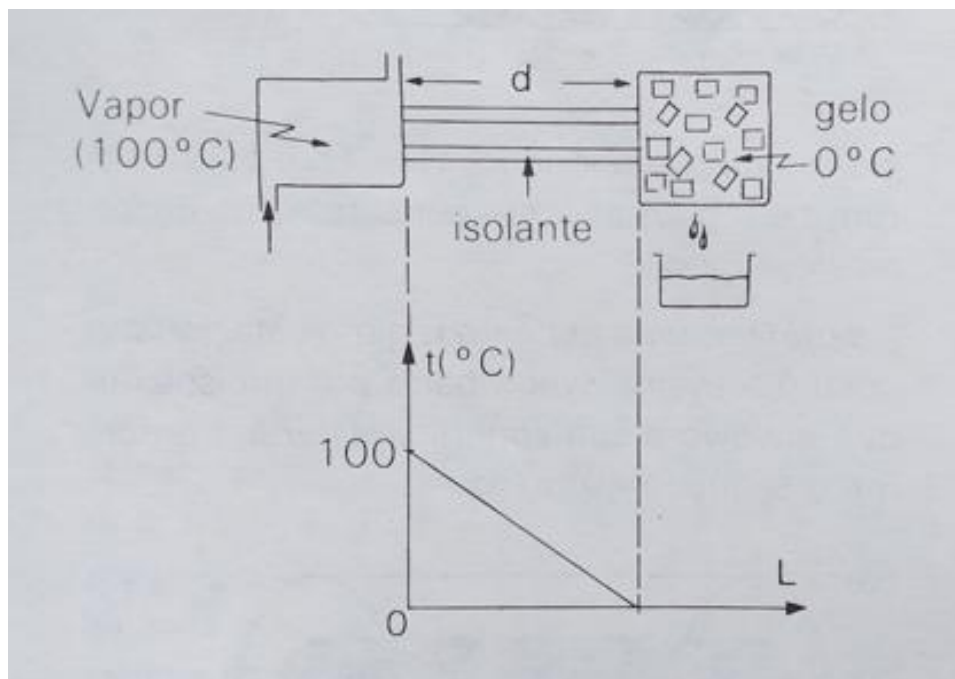
PAULI, R. U.; MAUAD, F. C.; HEILMANN, H. P. Calor e termodinâmica, 1978, p.198.

Podendo ter seu cálculo ser obtido pelo modelo matemático:

$$\text{grad } t = \frac{t - t'}{d}$$

Que determinará dentro do regime estacionário, um gradiente de temperatura constante ao longo da haste metálica. Apresentamos a ilustração em que poderá ser observado a uniformidade de distribuição da temperatura ao longo da haste, figura 11

Figura 11 Distribuição uniforme da temperatura (Regime estacionário)



PAULI, R. U.; MAUAD, F. C.; HEILMANN, H. P. Calor e termodinâmica, 1978, p.198.

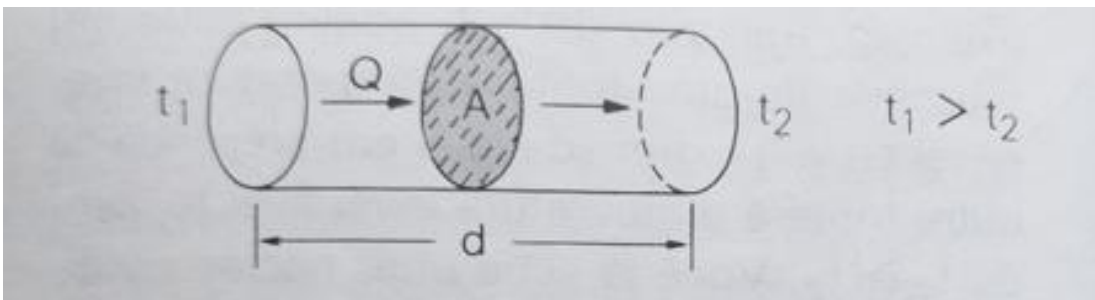
Para finalizar este capítulo sobre conhecimento específico, destacaremos também o fluxo do calor (φ), que conforme o segundo princípio da termodinâmica, o fluxo de calor (φ) se caracteriza pela quantidade de calor que se propaga de uma região com maior temperatura para outra região com menor temperatura em função de uma unidade de tempo atribuída, podendo ser em um mesmo corpo ou em corpos diferentes. Podendo ser representado pelo modelo matemático:

$$\varphi = \frac{Q}{t_e}$$

Em que, Q é a quantidade de calor, t_e é o tempo no regime estacionário, também considerar que, se Q é constante, então φ também será constante.

Mas, foi em 1822 que Jean Baptiste Joseph Fourier estabeleceu a lei que leva seu nome (Lei de Fourier), em que é estabelecido que o fluxo de calor (φ) que atravessa uma secção transversal qualquer de área A do condutor, em regime estacionário, é diretamente proporcional ao gradiente de temperatura e à área da secção transversal, conforme ilustrado na figura 12.

Figura 12 Diagrama para ilustrar a Lei de Fourier



PAULI, R. U.; MAUAD, F. C.; HEILMANN, H. P. Calor e termodinâmica, 1978, p.198.

Matematicamente pode-se escrever a Lei de Fourier, assim:

$$\varphi \sim \frac{(t_1 - t_2) \cdot A}{d}$$

Introduzindo-se o coeficiente de proporcionalidade K , que é o coeficiente de condutibilidade térmica do material que constitui o condutor, tem-se então o modelo matemático para a Lei de Fourier:

$$\varphi = K \cdot A \frac{(t_1 - t_2)}{d}$$

Conforme dito inicialmente, neste capítulo trouxemos apenas bases conceituais e epistemológicas envolvidas no processo de ensino e aprendizagem da condução do calor, por se tratar de um tema de notória relevância, também por ser conteúdo e habilidade, definida entre outras, pela Proposta Curricular do Estado de São

Paulo para Ciências da Natureza e suas Tecnologias, (SÃO PAULO, 2011). para serem desenvolvidas com os discentes no 1º Bimestre do 2º ano do ensino médio, a fim de:

“...Identificar..., constituir...Os diferentes processos de troca de calor, como condução, convecção e irradiação, e seus respectivos modelos explicativos permitem aos estudantes entender a natureza do calor e suas formas de manifestação. Reconhecer o processo histórico de unificação entre calor e trabalho mecânico, o princípio de conservação da energia e ampliar a discussão feita no primeiro ano, da compreensão do calor como forma de trocar energia e habilitar o tratamento dos ciclos térmicos em fenômenos atmosféricos. Finalmente, as máquinas térmicas tornam-se objeto para o entendimento do uso da ciência e da tecnologia na ampliação das atividades produtivas e no aumento do conforto cotidiano e dos riscos ambientais.” (Proposta Curricular de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, 2011, p. 99)

4 PESQUISA

Iniciaremos este capítulo delineando sobre a seleção da unidade escolar em que desenvolvemos nossa pesquisa; a escolha por desenvolver nossa pesquisa em uma Escola Técnica do Estado de São Paulo (ETEC), na cidade de São Paulo, se deu devido ao fato que esta unidade escolar nos ofereceu possibilidades que favoreciam o desenvolvimento para o nosso trabalho, como:

- Localizada em uma região de periferia;
- A escola possui Laboratório de Física;
- A escola possui Laboratório de Química;
- A escola possui Laboratório de Informática;
- A escola possui Laboratório de Eletrônica;
- Os discentes passam por um processo de vestibulinho para classificação dos candidatos;
- Conhecimento do mestrando/pesquisador com a gestão escolar e com o corpo docente da unidade.

Visando então o desenvolvimento de nossa pesquisa, inicialmente procuramos a direção da unidade escolar, fomos recebidos em reunião pela Sr.^a Diretora da unidade, ocasião em que foi feita a apresentação do projeto e o devido encaminhamento para apreciação e submissão, a fim de que no devido tempo obtivéssemos a autorização da direção para desenvolvimento da atividade.

Numa segunda reunião com a Diretora da unidade escolar, foi nos dado o consentimento para o desenvolvimento de nossa pesquisa, por meio de documento oficial da instituição assinado pela diretora.

Para o desenvolvimento de nossa pesquisa, também contamos com a fundamental colaboração da Professora Vanessa de Oliveira Martins Carvalho, que até então era a professora titular das aulas do Componente Curricular Física, da turma do segundo ano do ensino médio, que numa atitude colaborativa durante todo o processo se mostrou aberta ao diálogo, disponibilizou suas aulas para que então pudéssemos interagir e desenvolver nossa pesquisa com seus alunos.

Citaremos também como colaborador com relevada importância para este trabalho, o Engenheiro Elétrico e Professor Walter José Silva Marx, que nos prestou contribuições na forma de consultoria sobre o Arduino, bem como, também se dispôs a ministrar duas aulas práticas sobre o Arduino e a participar das aulas em que foram desenvolvidas a atividade experimental demonstrativa.

4.1 Metodologia da Coleta de dados

Para início do desenvolvimento de nossa pesquisa fomos apresentados aos discentes da turma C do 2º ano do ensino médio, ocasião em que houve a comunicação e apresentação da pesquisa que iríamos desenvolver com os discentes, bem como o devido incentivo quanto as possibilidades de aprendizagem e a importância de participarem de uma pesquisa científica.

Para tanto, e devido a questão de legislação foi providenciado o fornecimento aos discentes do termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), para a obtenção de assinaturas dos responsáveis e dos próprios discentes. Recebidos os termos de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) devidamente assinados, os discentes então foram orientados para acessar a plataforma mooc.cps.sp.gov.br/ead, que é disponibilizada pelo Centro Paula Souza, para efetuar o cadastro e a criação de login e senha de acesso.

Após o período de cadastro e ambientação dos discentes com a plataforma mooc.cps.sp.gov.br/ead, foi solicitado aos discentes a inscrição para a realização do curso on line gratuito de Arduino (30 horas) e que os discentes deveriam apresentar o certificado de conclusão. Este curso se fez necessário para o desenvolvimento da lógica de programação do Arduino, necessária durante o desenvolvimento da atividade experimental demonstrativa, e também para que os discentes pudessem entender melhor o Arduino e suas possibilidades, pois o mesmo, tem como grande vantagem a facilidade de uso, pois mesmo quem não é da área técnica pode aprender o básico e criar projetos em um intervalo de tempo relativamente curto.

Para realização do curso on line, foi sugerido aos discentes o prazo de duas semanas. Concluído o curso on line, os discentes apresentaram os certificados, após a entrega participaram de duas aulas de prática e manuseio do Arduino, para

promover uma maior interação com os Hardwares e com a lógica de programação, que por sua vez possibilitariam aos discentes momentos de ambientação e convivência com a plataforma Arduino, oportunidade também, que o docente, por meio de exercícios exemplos e simulações, esclareceu dúvidas sobre a montagem do circuito e a lógica de programação.

Com isto, entendemos ter ocorrido o oferecimento aos discentes, a oportunidade de maior socialização com a plataforma Arduino. Concluídas estas aulas para socialização com a plataforma Arduino, os discentes participaram de outras duas aulas práticas, ocasião em que foi desenvolvida a atividade experimental demonstrativa envolvendo o uso da plataforma Arduino para explorar o conceito de condutividade térmica.

Para melhor compreensão do roteiro das aulas, em que a atividade experimental demonstrativa investigativa foi desenvolvida, apresentamos a tabela 03.

Tabela 3 Roteiro de aulas desenvolvidas

Aula	Descrição	Docente
Aula 01	Conhecer a turma, apresentação do projeto e entrega de termos de consentimento e assentimento.	Professor Célio de S. Barros
Aula 02	Acompanhamento e orientação da turma para o desenvolvimento do curso on line de 30 horas, sobre o Arduino.	Professor Célio de S. Barros
Aula 03	Recebimento do certificado do curso on line de 30 horas, sobre o Arduino e atividade prática para ambientação com a lógica de programação do Arduino (Scratch).	Professor Célio de S. Barros e Professor Walter José S. Marx
Aula 04	Atividade prática para ambientação com hardware do Arduino.	Professor Célio de S. Barros e Professor Walter José S. Marx
Aula 05	Desenvolvimento da atividade experimental demonstrativa (Episódio 01).	Professor Célio de S. Barros e Professor Walter José S. Marx
Aula 06	Desenvolvimento da atividade experimental demonstrativa, a haste de alumínio é envolvida por uma manta de lã (Episódio 02).	Professor Célio de S. Barros e Professor Walter José S. Marx

Fonte: Elaborado pelo autor

4.2 Material Utilizado na Atividade

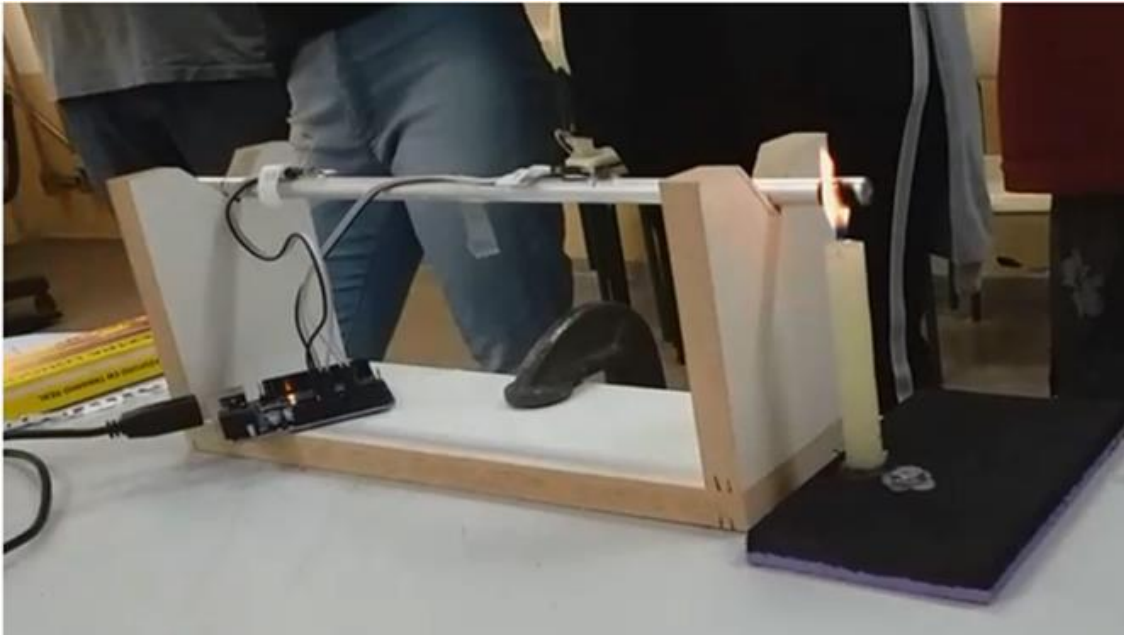
- ✓ Um Suporte de madeira;
- ✓ Um grampo p/ fixar o suporte;

- ✓ Uma haste de alumínio com \varnothing 10 cm x 40 cm;
- ✓ Dois sensores de temperatura LM35;
- ✓ Um resistor de 10K – 1/4W – 5%;
- ✓ Um Arduíno UNO R3;
- ✓ Um cabo USB (Universal Serial Bus);
- ✓ Um Kit Jumper Macho Fêmea – 20 pçs;
- ✓ Uma vela (Fonte de calor);
- ✓ Uma caixa de fósforos;
- ✓ Um Notebook;
- ✓ Um Data show;
- ✓ Um Telão;
- ✓ Dois Celulares para gravação;
- ✓ Dois Tripés para os celulares;
- ✓ Uma bancada.

4.3 Atividade Experimental Demonstrativa Investigativa

O suporte de madeira é fixado na bancada (mesa), a haste de alumínio \varnothing 10 cm x 40 cm é apoiada sobre o suporte de madeira, com uma das extremidades fora do suporte 8 cm (extremidade que receberá a fonte de calor), nesta haste são disponibilizado dois pontos de monitoramento de temperatura por sensores LM35, o sensor 01 será fixado na haste de alumínio e identificado como S1, após fixação de S1, o sensor 02 também é fixado na mesma haste de alumínio, porém, 16 cm afastado do primeiro ponto de monitoramento identificado por S2. A partir de então os sensores são conectados ao Arduíno pelo jumper, o Arduíno por meio de cabo USB conectado ao notebook, conforme ilustrado na figura 13.

Figura 13 Ilustração da descrição do 1º episódio

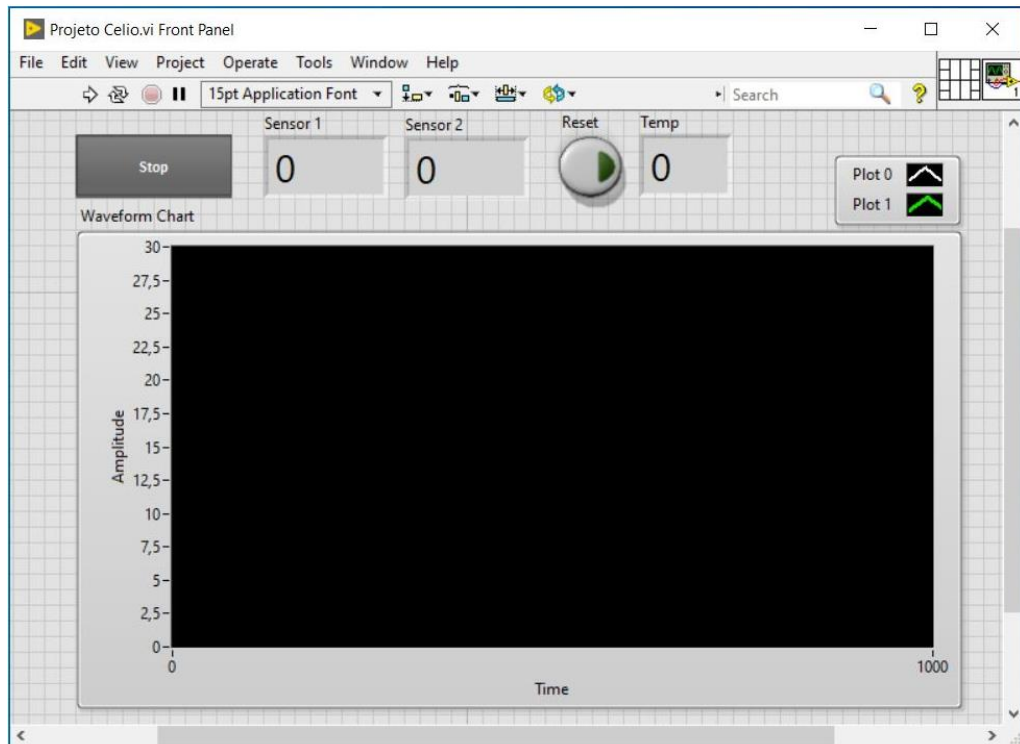


Fonte: Elaborado pelo autor

O próprio sistema operacional do notebook reconhece a placa Arduino e então pode ser iniciada a lógica de programação. Que neste caso, embora para os discentes desenvolverem a atividade experimental demonstrativa investigativa planejada para este trabalho, tenha sido oferecido previamente o curso de Arduino, com o intuito de capacitar os discentes devido à ausência de um componente curricular de programação de computadores. Neste curso os discentes tiveram acesso ao scratch, MALONEY et al. (2010) afirmam que o scratch é uma linguagem de programação que simplifica a programação do Arduino.

Contudo para esta atividade não foi previsto que os discentes desenvolvessem a lógica de programação, para nossa atividade experimental demonstrativa investigativa, fizemos a opção por uma lógica de programação do Arduino desenvolvida previamente pelo labview, por ser um ambiente de programação gráfica (Fluxo de dados), também de fácil acesso e pela possibilidade da construção dos gráficos, a pretexto de visualização apresentamos a ilustração do painel frontal do labview na figura 14.

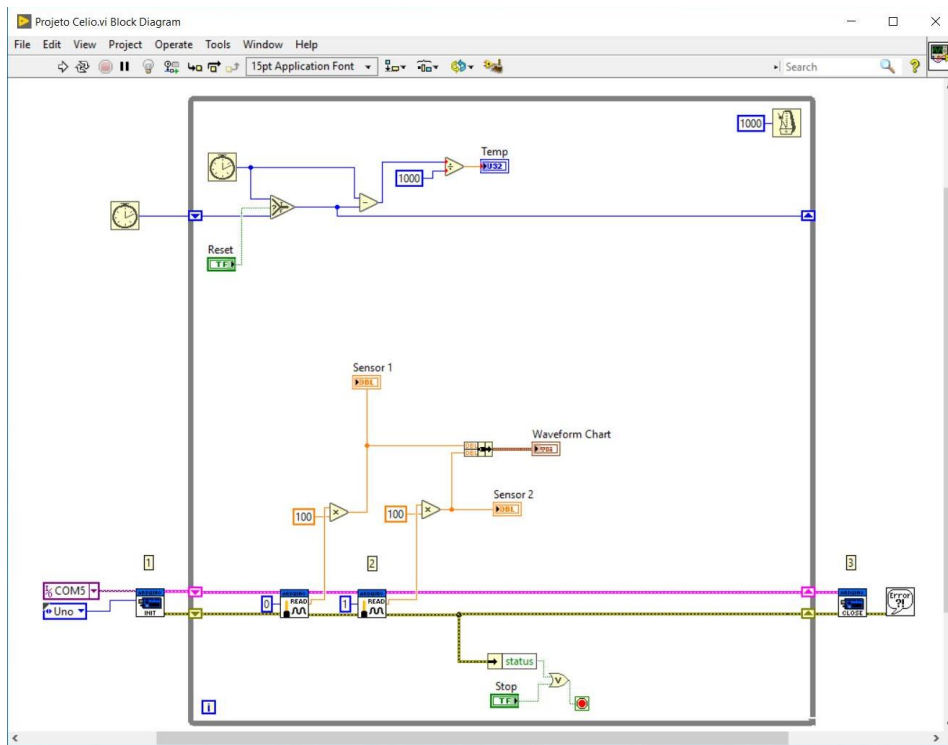
Figura 14 Painel frontal Labview



Fonte: Elaborado pelo autor

A lógica de programação desenvolvida para esta atividade experimental demonstrativa investigativa, conforme o diagrama da lógica de programação ilustrado na figura 15.

Figura 15 Diagrama da Lógica de programação



Fonte: Elaborado pelo autor

Prevê o monitoramento da variação de temperatura nos dois sensores (S1 e S2), além de construir em tempo real gráficos distintos que permitem a visualização, também em tempo real, estabelecer a comparação do comportamento dos gráficos com os valores de temperaturas identificados pelo sensor 01 e 02 em seus respectivos frames, e que pode ser visualizado na ilustração da figura 16.

Figura 16 Ilustração da geração de gráfico em tempo real.



Fonte: Elaborado pelo autor

Após a montagem dos equipamentos e materiais relacionados com a atividade experimental demonstrativa investigativa, então iniciamos o desenvolvimento da atividade experimental demonstrativa investigativa envolvendo o uso da plataforma Arduíno, lembrando que antes do desenvolvimento físico da atividade, é possível visualizar o comportamento da atividade por meio de simulador em ambiente virtual.

Queremos ainda lembrar que o desenvolvimento desta atividade tem por objetivo fornecer aos discentes um ambiente para as observações e discussões relacionadas ao experimento e ao conceito sobre condução do calor.

Entendemos que este ambiente poderá contribuir na produção de respostas quanto ao questionamento da motivação do desenvolvimento da atividade, ou do porquê, durante o desenvolvimento desta atividade, no momento em que o sensor S2 atinge a temperatura 45°C, é retirada a fonte de calor da extremidade da haste de alumínio, contudo, alheio a este evento, na continuidade da construção dos gráficos, percebe-se que o gráfico do sensor S1 indica imediata perda de calor, que é identificada na queda de temperatura no frame do sensor S1, simultaneamente a este evento, o gráfico do sensor S2 continua a indicar ganho de calor, que é identificado pelo aumento de temperatura no frame do sensor S2, ou seja, qual a justificativa para este fenômeno?

Inicialmente os discentes registram as temperaturas ambiente da haste de alumínio nos pontos de monitoramento S1 e S2.

Um dos discentes introduz a fonte de calor (vela) na extremidade da haste de alumínio afastada 80 mm do suporte.

Os discentes deverão observar o instante em que o sensor 01, no ponto de monitoramento indicar a temperatura 45°.

Como os dois pontos de monitoramento estão distanciados 16 cm, a partir do instante que o sensor 01 indicar a temperatura 45°C, está previsto na lógica de programação do Arduíno a atuação do cronômetro para registro do Δt necessário para que também o sensor 02 identifique a temperatura 45°.

A identificação da temperatura 45°C no ponto de monitoramento do sensor 02, indica para os discentes retirarem a fonte de calor.

Retirada a fonte de calor, os discentes então continuam a observar o comportamento na construção dos gráficos, porém, agora sem a fonte de calor.

A observação dos gráficos após a retirada da fonte de calor se dará até que o docente entenda ser o momento apropriado, tendo exaurido todas as possibilidades previstas em seu planejamento. Neste ponto da atividade experimental demonstrativa, é de interesse do docente, observar os atos de fala e a reação dos discentes, relacionados ao efeito inércia na condução de calor, quando os discentes retiram a fonte de calor do condutor (haste de alumínio), mas simultaneamente o gráfico do sensor 01 indica o início de queda de temperatura, enquanto o gráfico do sensor 02 continua a indicar aumento de temperatura, como podemos observar na ilustração da figura 17.

Figura 17 Curva dos gráficos quando retira a fonte de calor



Fonte: Elaborado pelo autor

- Sensor 01
- Sensor 02

É na perspectiva deste cenário que se espera dos discentes, em função de suas anotações, observações, gestos e interações com os demais discentes e com o docente; fluir atos de fala relacionados com as grandezas e conceitos envolvidos na atividade investigativa, minimamente suficientes a ponto de conduzir os discentes na

identificação do fenômeno ocorrido e visualizado no gráfico do ponto de monitoramento do sensor 01, que apresentou simultaneamente com a retirada da

fonte de calor, ponto de queda na curva do gráfico; enquanto no gráfico do ponto de monitoramento do sensor 02, a curva do gráfico continuou subindo (aumento de temperatura) por um determinado tempo, mesmo com a retirada da fonte de calor.

Finalizado este processo ocorrido na aula 05 (primeiro episódio), esta mesma atividade experimental demonstrativa investigativa, será reproduzida na aula 06, porém, neste segundo momento a haste de alumínio será revestida de uma manta de lã (isolante térmico), para então desenvolver a atividade, este segundo momento ocorrido na aula 06, chamaremos de 2º episódio, para ilustrar melhor, apresentamos a figura 18.

Figura 18 Ilustração da descrição do 2º episódio



Fonte: Elaborado pelo autor

Neste cenário de finalização da atividade experimental demonstrativa, o docente poderá promover um amplo debate a partir de argumentações, atitudes, falas e registros. Colaborando para uma melhor conceituação com a turma, de temas pendentes que não ficaram tão claros durante as aulas anteriores.

A coleta dos dados no desenvolvimento da atividade experimental demonstrativa será realizada em áudio e vídeo pelos celulares posicionados.

Durante o desenvolvimento da atividade experimental demonstrativa o docente permanecerá atento as perguntas, afirmações e gestos que surgirem entre os discentes, durante o desenvolvimento da atividade, a fim de mediar as relações entre

os atos de fala, estimulando a argumentação dos mesmos sobre o processo, os conceitos e variáveis envolvidas.

Posteriormente, a partir dos registros dos dados em áudio e vídeo, eles serão tabulados e analisados na perspectiva de um referencial metodológico.

5 PERCURSO METODOLÓGICO da ANÁLISE de DADOS

Considerando a notória e relevada importância da argumentação no processo de ensino e aprendizagem nas aulas de ciências, este trabalho traz uma síntese a partir de alguns dos principais pesquisadores, DRIVER e NEWTON (1997); JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, REIGOSA CASTRO, ÁLVAREZ-PÉREZ (1998); CAPECCHI e CARVALHO (2000); CAPECCHI, CARVALHO e SILVA (2002); VILLANI e NASCIMENTO (2003), CAPECCHI (2004), CARMO (2006), entre outros.

Valendo-se da significativa contribuição destes pesquisadores na consolidação da argumentação como um importante instrumento de análise, e, a busca por uma compreensão mais abrangente dos processos de ensino e aprendizagem de ciências, que decorrem necessariamente do desenvolvimento do discurso dos alunos nas aulas de ciências conforme defendeu JIMÉNEZ-ALEIXANDRE e DIAZ de BUSTAMANTE (2003).

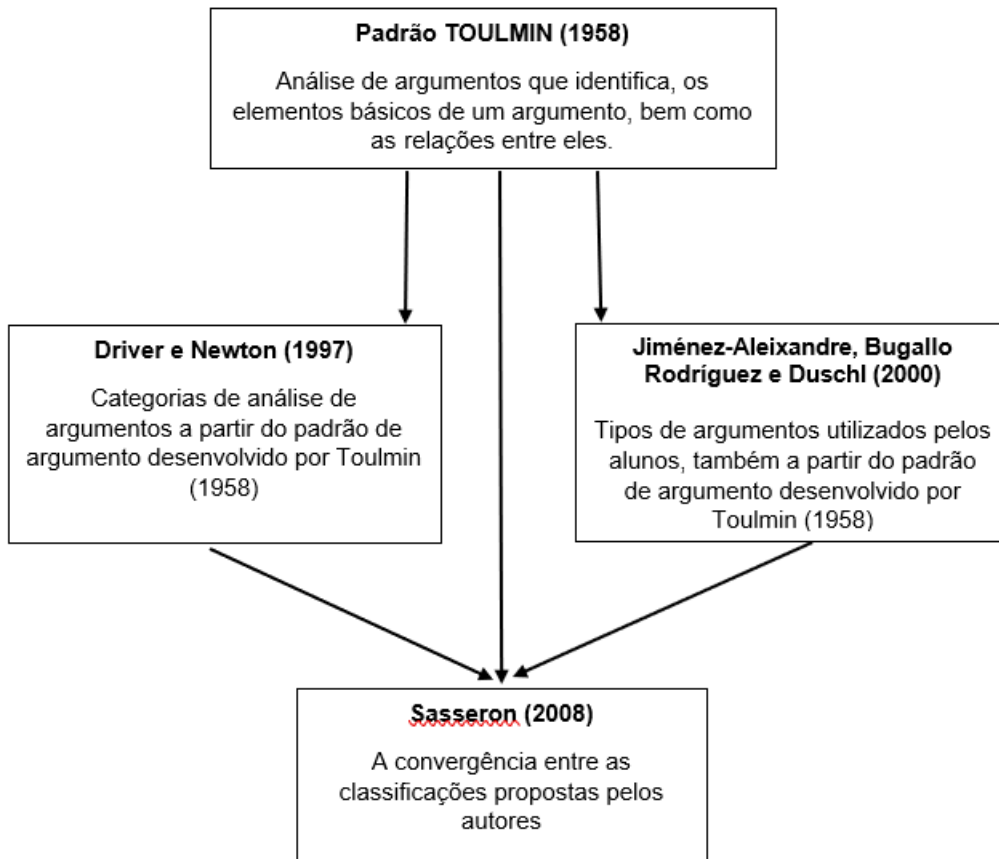
Na aula de Ciências, e no ensino em geral, a expressão oral é decisiva, entre outras razões, porque a instrução procede, em grande medida, através da linguagem falada e porque a aprendizagem se demonstra, em grande medida, também através dela. (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; DÍAZ DE BUSTAMANTE, 2003, p. 360).

Sendo assim, este trabalho traz uma abordagem preliminar das principais características, apresentadas nas pesquisas desenvolvidas pelos autores que compõe o instrumento de análise deste trabalho (TOULMIN, 2006; DRIVER; NEWTON, 1997; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE et al, 1998; SASSERON, 2008). Respectivamente, TOULMIN (1958) desenvolveu um padrão de análise de argumentos que identifica os elementos básicos de um argumento, bem como as relações entre estes elementos.

DRIVER; NEWTON (1997) desenvolveram categorias de análise de argumentos a partir do padrão de argumento desenvolvido por TOULMIN (1958); JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, BUGALLO RODRIGUEZ e DUSCHL (2000), identificaram em sua pesquisa tipos de argumentos utilizados pelos alunos que evidenciam diferenças entre a cultura científica e a cultura escolar, também a partir do padrão de argumento desenvolvido por TOULMIN (1958) e completando, SASSERON (2008) defende em sua pesquisa, a convergência entre as classificações propostas pelos

autores. Para melhor compreensão de como os autores que compõem o instrumento de análise deste trabalho, conversam por meio de suas teorias e como atuam no processo de ensino e aprendizagem de ciências, têm-se, de forma panorâmica e ilustrada, o diagrama na figura 19.

Figura 19 Estrutura dos autores que compõem o instrumento de análise.



Fonte: Elaborado pelo autor

5.1 Padrão Toulmin

TOULMIN, S. E. (1958); em sua obra “The uses of argument”, na perspectiva de uma lógica informal característica dos discursos naturais, desenvolve insumos linguísticos que permitem uma análise da lógica usada cotidianamente. Para Toulmin, na lógica informal, torna-se imprescindível que o locutor desenvolva estratégias de convencimento, por não haver necessariamente uma relação entre as ideias iniciais

de um raciocínio e a conclusão. Quanto a esta perspectiva, LEAL T. F. (2015, p. 13) defende em seu livro que:

“... a argumentação é, para Toulmin (1958), uma defesa de ideias não deduzidas necessariamente das premissas, pois as conclusões não são obrigatoriamente implicadas por elas. Existe, portanto, um abismo lógico aberto que leva os falantes/escritores a argumentar em favor da probabilidade de que o ponto de vista esteja correto.” (LEAL T. F., 2015, P. 13)

Ainda no que diz respeito a estudos da argumentação, MAZZOTTI e OLIVEIRA (1999, p.1) destacam a importância da uma abordagem com características controversas.

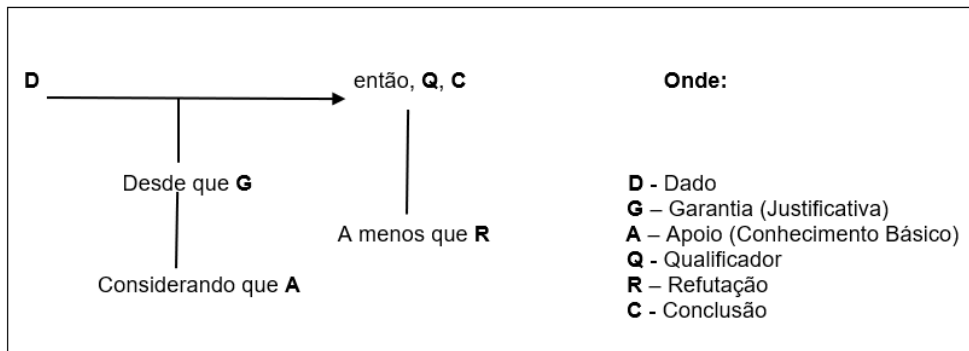
“... a necessidade de se argumentar se coloca a partir do momento em que se estabelecem controvérsias sobre determinados objetos [...], as quais não podem ser resolvidas por meio de demonstrações formais que permitam chegar a soluções inequívocas, capazes de se impor a todos os seres racionais.” (MAZZOTTI e OLIVEIRA, 1999, p. 1).

O padrão para análise de argumentos desenvolvido por TOULMIN (1958), é capaz de identificar os elementos básicos que compõem um argumento, bem como, também identificar as relações entre estes elementos.

Para Toulmin (1958), os elementos que fundamentam um argumento são: o dado (D), a conclusão (C) e a justificativa (J). O autor entende que é possível desenvolver um argumento a partir destes três elementos, para tanto, é desejável que este argumento apresente evidências, não necessariamente ordenadas de uma estrutura básica protocolar, a saber: O dado (D), a justificativa (J) e a conclusão (C).

Na figura 20, é apresentado uma estrutura completa do padrão Toulmin para análise de argumentos, que relaciona um fato (D) a uma conclusão (C).

Figura 20 Padrão Toulmin para Análise de Argumentos (Adaptado de 2001, p. 150)



Fonte: Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, Porto Alegre, v. 8, n. 2, 2008 [On-line].

Na estrutura apresentada na figura 02, temos a conclusão (C), que refere-se a narrativa cujos méritos procura-se atribuir, os dados (D) referem-se aos fatos, dos quais nos utilizamos como recursos para fundamentar a narrativa, por sua vez a justificativa (J) ou garantia (G) é o elemento que caracteriza a relação entre os dados e a conclusão.

Entretanto para o autor, na perspectiva de um argumento completo, o mesmo pondera especificações de condições para que a justificativa (J) apresentada seja submetida a um processo de validade ou não, entende-se por este processo, a atribuição de um peso para a justificativa, o que de certa forma acrescenta ao argumento, a possibilidade de utilizar qualificador modal (Q), ou seja, especificações das condições necessárias (Geralmente um advérbio) que indique explicitamente o grau de força dos dados relacionados a conclusão para que a justificativa seja válida.

Da mesma forma, para o caso de ocorrer a negativa da justificativa, é possível especificar em que condições esta justificativa não é válida suficientemente para dar sustentação à conclusão, pode-se entender então, que neste caso, estabelece-se um ambiente para apresentar uma refutação (R) da justificativa, ou seja, fatos que tendem a evidenciar circunstâncias em que o grau de força explícito atribuído a conclusão deva ser desconsiderado.

Sasseron e Carvalho (2008b), seguindo esta perspectiva, apresentam significativa contribuição, pois afirmam que os qualificadores (Q) e as refutações (R) desenvolvem os limites para uma atuação flutuante da justificativa, que tende a atuar complementarmente como elemento de ligação entre o dado e a conclusão. Além dos

elementos citados acima, a justificativa, que apresenta um caráter hipotético, pode apoiar-se ainda, em alegações categóricas de natureza de uma lei ou autoridade, que atuarão como suporte à justificativa, denominada apoio (A) ou conhecimento básico. Este apoio é uma garantia proveniente de uma autoridade, lei jurídica ou científica.

O modelo de Toulmin constitui-se como instrumento importante para a compreensão da argumentação no processo ensino e aprendizagem, pois além de realçar a importância do papel das evidências na elaboração de elementos que relacionem dados a conclusões através de justificativas de caráter hipotético, também é um divisor de águas, no que diz respeito a pesquisas voltadas para a argumentação no ensino e aprendizagem de ciências (Física), já que por várias décadas a argumentação não fez parte de discussões relacionadas ao ensino e aprendizagem em sala de aula (MORTIMER, 2000).

5.2 Categorias de Driver e Newton

DRIVER e NEWTON (1997), em suas pesquisas relacionadas ao desenvolvimento de habilidades de argumentação para a enculturação em ciências, compreendendo entre outros, a construção coletiva do conhecimento científico, reconhecem as contribuições decorrentes do padrão para análise de argumentos desenvolvido por TOULMIN (1958), conforme defendido em seu trabalho CAPECCHI; CARVALHO e SILVA (2002), ressaltam que, para Driver e Newton:

“...Tal modelo também apresenta limitações, tais como, a desconsideração do contexto em que os argumentos são construídos e a falta de julgamento da precisão dos mesmos. Além disso, um aspecto fundamental das explicações científicas não é contemplado – sua construção coletiva. Os argumentos nem sempre aparecem de forma ordenada como indicada no modelo, justificativas podem estar implícitas e falas de diferentes alunos podem ser complementares.” (CAPECCHI; CARVALHO e SILVA, 2002)

Considerando esta limitação e em continuidade com suas pesquisas sobre uma proposta de desenvolvimento da argumentação em sala de aula visando uma aculturação em ciências, Driver e Newton desenvolvem a partir do padrão para análise de argumentos desenvolvido por TOULMIN (1958), algumas categorias para análise da argumentação dos alunos, ou seja, os autores apresentam uma derivação do padrão para análise de argumentos desenvolvido por TOULMIN (1958), tabela 04.

Tabela 4 Categorias para análise de argumentos

Tipo de Argumento	Nível
Afirmação isolada sem justificativa	0
Afirmações competindo sem justificativas	0
Afirmação isolada com justificativa	1
Afirmações competindo com justificativas	2
Afirmações competindo com justificativas e qualificadores	3
Afirmações competindo com justificativas respondendo por refutação	3
Fazer julgamento integrando diferentes argumentos	4

Fonte: Elaborado pelo autor

Pode-se entender que estas categorias tenham atuação fundamental na promoção do ensino e aprendizagem de ciências, como desenvolvimento coletivo que valorize situações de conflito e as sínteses nas argumentações em sala de aula.

Considerando-se o fato de que as categorias de Driver e Newton não são o objeto deste trabalho, por isto, entendemos não ser necessário a especificação das mesmas, mas, é importante ressaltar a ponderação de CAPECCHI; CARVALHO e SILVA (2002), ao destacar em seu trabalho o fato de que nesta classificação, há a admissão de justificativas empregada pelos discentes, que não são hierarquizadas em hipotéticas ou conhecimentos básicos, ou seja, qualquer tipo de garantia apresentada para sustentar uma afirmação é válida.

Por esta ponderação pode-se evidenciar a derivação do padrão para análise de argumentos desenvolvido por TOULMIN (1958), desenvolvida por DRIVER e NEWTON (1997), pois para Toulmin, na lógica informal, torna-se imprescindível que o locutor desenvolva estratégias de convencimento, por não haver necessariamente uma relação entre as ideias iniciais de um raciocínio e a conclusão. Quanto a esta perspectiva, LEAL T. F. (2015, p. 13) defende em seu livro que:

“... a argumentação é, para Toulmin (1958), uma defesa de ideias não deduzidas necessariamente das premissas, pois as conclusões não são obrigatoriamente implicadas por elas. Existe, portanto, um abismo lógico aberto que leva os falantes/escritores a argumentar em favor da probabilidade de que o ponto de vista esteja correto.” (LEAL T. F. 2015, P. 13)

5.3 Jiménez-Aleixandre, Bugallo Rodríguez e Duschl

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, BUGALLO RODRIGUEZ e DUSCHL (2000), em pesquisa desenvolvida, estabelecem a partir de observações das atitudes dos discentes, a distinção da cultura científica para a cultura escolar, sobre isto, JUNIOR (2010), em sua tese de mestrado traz a síntese:

“... momentos em que os estudantes “falam e fazem ciência” e momentos em que realizam tarefas de aula...” (JUNIOR, 2010).

Estes autores ao analisarem a capacidade manifestada pelos discentes, em desenvolver argumentos durante a execução de atividades em sala de aula, fundamentou o desenvolvimento de uma estrutura para a análise das operações argumentativas. SASSERON e CARVALHO (2008c, p. 337), consideram este instrumento desenvolvido pelos autores para análise das operações argumentativas, um conjunto de operações epistemológicas que propiciam manifestações de relações entre diversas teorias e formas para se fazer ciência, para melhor compreensão da ponderação das autoras, têm-se a tabela 05 com as operações epistemológicas.

Tabela 5 Operações epistemológicas

Indução		Procura por padrões regularidades
Dedução		Identificação de exemplos particulares de leis, regras
Causalidade		Relação causa-efeito, procura por mecanismo, predição
Definição		Manifestação de entendimento de um conceito
Classificação		Agrupamento de objetos, organismos de acordo com critérios
Apelo a	Analogia Exemplo Atributo Autoridade	Apelo a analogias, exemplos ou atributos como uma forma de explicação

Consistência	Com outro conhecimento Com Experiência Compromisso com consistência Metafísica	Fatores de consistência, particular (Com a experiência) ou geral (Necessário para explicações similares)
Plausibilidade		Afirmação ou avaliação de seu próprio conhecimento ou do conhecimento dos outros

Jiménez-Aleixandre, Bugallo Rodríguez e Duschl (2000, p. 768 apud SASSERON; CARVALHO, 2008c, p 337).

Para JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, BUGALLO RODRIGUEZ e DUSCHL (2000), o argumento é um ativo social com manifestação verbal e não verbal, a ocorrência de atividades pré-interação discursiva será determinante no desenvolvimento de argumentos, pois ele dependerá do contexto em que estiver inserido. Para os autores, uma narrativa isolada pode não representar um argumento. Porém se inserida ou submetida a um determinado contexto com diversidade de posicionamentos (Conflito), a fim de obter aprovação de um ponto de vista particular, será considerado como argumento.

Para CAPECCHI, CARVALHO e SILVA (2002), em diferentes contextos, uma mesma narrativa pode apresentar diversidade de significados.

Para CANDELA (1998), o conflito pode ser um método capaz de conduzir o discente a externar recursos para validação de seus argumentos no processo ensino e aprendizagem. A autora também afirma, que a diversidade de argumentos sempre será mais rica do argumentos uniformes, devido a isometria na manifestação do pensamento.

5.4 Sasseron

Lucia Helena Sasseron, ao apresentar sua tese para a obtenção do título de Doutora em Educação, na Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, desenvolveu uma ampla revisão sobre a alfabetização científica, que inicialmente, trouxe como desdobramentos as nuances das habilidades entendidas por vários

autores como necessárias para a alfabetização científica, o que para SASSERON (2008), está em constante desenvolvimento:

“...Concebemos, pois, a AC como um estado em constantes modificações e construções, dado que, todas as vezes que novos conhecimentos são estabelecidos, novas estruturas são determinadas e as relações com tal conhecimento começam a se desdobrar. Apesar disso, é possível almejá-la e buscar desenvolver certas habilidades entre os alunos. Nossos indicadores têm a função de nos mostrar se e como estas habilidades estão sendo trabalhadas.” (SASSERON, 2008)

Para tanto as discussões desenvolvidas pela autora parametrizam-se principalmente a partir do padrão de argumento proposto por TOULMIN (2006) originalmente publicado em seu livro “O Uso dos Argumentos” em 1958, também nas operações epistemológicas propostas por MARIA PILAR JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, ANXELLA BUGALLO RODRIGUEZ e RICHARD DUSCHL (2000).

Para a autora, o entendimento da forma em que ocorrem os argumentos, sua estruturação e manifestação no ensino e aprendizagem de ciências, não pode atuar suficientemente como indicador na construção de novos saberes, dada a sua relevância. Por assim pensar, num movimento de busca para consolidar as discussões desenvolvidas em sua pesquisa, a autora também estende sua revisão aos trabalhos desenvolvidos por Rosalind Driver e Paul Newton, sobre a qualidade do argumento, trabalhos estes que propõem níveis qualitativos que caracterizam o argumento.

Lucia Helena Sasseron, por meio de sua pesquisa apresenta relevada contribuição para o ensino e aprendizagem de ciências, quando, a partir de uma ampla revisão dos estudos, sobre a metodologia de estruturação e manifestação do argumento desenvolvidos pelos autores já citados acima, assim como a qualidade destes argumentos.

A autora compila estas vertentes, conduzindo-as para a convergência no que classificou como eixos estruturantes da alfabetização científica, pois em seu entendimento estes eixos podem ser uma fonte de subsídios pedagógicos inerentes nos momentos de elaboração e planejamento de aulas. Por não ser o objeto deste trabalho, trouxemos estes eixos estruturantes apenas para uma apresentação sem o devido delineamento deles:

- Compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais;
- Compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática;
- entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente.

É a partir destes eixos estruturantes, que a autora, na busca por relações entre o objeto de investigação por parte dos discentes e o desenvolvimento de habilidades cognitivas, defende em sua pesquisa a existência dos indicadores de alfabetização científica, capazes de externar por meio da fala, gestos, ações, objetos, materiais e imagens; as habilidades desenvolvidas pelos discentes durante o processo de ensino e aprendizagem. Para SASSERON (2008), ao analisar o trabalho de KRESS, OGBOM e MARTINS (1998), conclui que para os autores:

“..., embora as linguagens orais e escritas sejam vistas como um ‘modo privilegiado de comunicação sustentado talvez por outros modos’ (p. 87), há outras formas por meio das quais um conhecimento pode ser discutido, construído e apresentado. Os autores citam, por exemplo, as ações, objetos, materiais, gestos e imagens e lembram que, nas ciências, muitas vezes, as imagens correspondem a formas canônicas de conhecimento. (SASSERON, 2008, p. 87).”

Para Sasseron por meio dos indicadores de alfabetização científica, é possível mostrar se estas habilidades estão sendo desenvolvidas no processo de ensino e aprendizagem e a metodologia deste processo. A tabela 06, traz uma tabulação destes indicadores, a fim de uma visualização mais simplificada para o leitor.

Tabela 6 Indicadores propostos por Sasseron (2008)

Indicador	Explicação
Serição de informações	Este indicador pode ser uma Lista ou uma relação dos dados, não prevê, necessariamente, uma ordem que deva ser estabelecida.

Organização de informações	Este indicador pode ser encontrado durante o arranjo das informações novas ou já elencadas anteriormente e ocorre tanto no início da proposição de um tema quanto na retomada de uma questão, quando ideias são lembradas
Classificação das informações	Este indicador caracteriza-se por uma ordenação dos elementos com os quais se trabalha, evidencia-se quando se busca estabelecer características para os dados obtidos
Levantamento de hipóteses	Este indicador manifesta-se em suposições acerca de certo tema, surgiu tanto como uma afirmação quanto na forma de pergunta.
Teste de hipóteses	Suposições anteriormente levantadas submetidas a prova, mediante manipulação direta de objetos ou ainda no campo das ideias.
Justificativa	Garantia para a afirmação proposta, a afirmação ganha aval, tornando-se mais segura.
Previsão	Associação de acontecimentos para predição de uma ação e/ou fenômeno.
Explicação	Relação entre informações e hipóteses já levantadas, normalmente acompanhada de uma justificativa e de uma previsão.

Fonte: Elaborado pelo autor

Neste trabalho, em que se propõem a observação da manifestação de argumentos pelos discentes durante o desenvolvimento de atividade investigativa demonstrativa em aulas de física, entendemos que os indicadores de alfabetização científica propostos por SASSERON (2008), poderão atuar como instrumento de análise na verificação da ocorrência de habilidades que caracterizem a constante construção de novos saberes.

Também, considerar-se à elementos de relação destes indicadores de alfabetização científica com a qualidade do argumento proposto nos níveis qualitativos que caracterizam o argumento, apresentados por DRIVER e NEWTON (1997), bem como as operações epistemológicas desenvolvidas por MARIA PILAR JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, ANXELLA BUGALLO RODRIGUEZ e RICHARD DUSCHL (2000).

Ainda sobre a análise, este trabalho também se desenvolve na perspectiva da forma em que ocorrem os argumentos, sua estruturação e manifestação, que é característico nas pesquisas de TOULMIN (2006) sobre o padrão de argumento;

embora na transposição do padrão de argumento desenvolvido por TOULMIN (2006), para o processo ensino e aprendizagem, para JUNIOR (2010), em sua tese de mestrado, afirma haver limitações, pois, para NASCIMENTO e VIEIRA (2008), apesar deste padrão apresentar inúmeras possibilidades analíticas, o mesmo se mostra:

“...incapaz de servir a tal propósito [efetuar uma análise de procedimento e estratégias de validação de argumentos pelo formador] por se tratar de uma estrutura analítica que não leva em conta questões contextuais e de assimetria entre os locutores. (NASCIMENTO; VIEIRA, 2008)”

Contudo, NASCIMENTO e VIEIRA (2008), justifica a não contemplação de contextualizações, por não ser o objeto de Toulmin (2006).

“Toulmin não se propôs contemplar em seu padrão questões contextuais e de assimetria entre interlocutores; antes estava fundamentalmente preocupado com questões de validade da estrutura lógica interna dos argumentos, de forma que pudessem ser julgados segundo esse critério.” (TOULMIN, 2006)

Embora o padrão Toulmin esteja inscrito em um universo de complexidades, NASCIMENTO e VIEIRA (2008), afirmam ser de grande relevância sua utilização para análise de argumentação em processo de ensino e aprendizagem.

6 ANÁLISE dos DADOS

Este capítulo apresentará uma análise das interações discursivas dos discentes, decorridas numa série de duas aulas (05 e 06) em que foi desenvolvida, uma atividade experimental demonstrativa sobre a condução de calor com monitoramento realizado pela tecnologia Arduino como ambiente para observação das interações discursivas produzidas pelos discentes.

Como referenciais teóricos para o desenvolvimento desta análise serão consideradas, as operações epistemológicas propostas por JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, BUGALLO RODRIGUEZ e DUSCHL (2000) que se manifestam nas explicitações dos argumentos; a ocorrência dos indicadores de alfabetização científica sugeridas por SASSERON (2008) e SASSERON e CARVALHO (2008c); a estrutura como os argumentos se desenvolvem (TOULMIN, 2006) e como se relacionam os níveis de argumentação e seus elementos (DRIVER; NEWTON, 1997), para evidenciar a estrutura dos argumentos dos discentes que se desenvolve a partir da atividade experimental demonstrativa proposta.

6.1 Análise do Primeiro Episódio (Aula 05)

Nesta análise apresentaremos, a partir dos dados coletados em áudio e vídeo, alguns dos recortes das falas dos discentes com observações e relações, que na perspectiva do autor relacionam-se com os referenciais teóricos apresentados.

Para uma melhor compreensão, nas tabelas 43 a 50, apresentamos os trechos de fala analisados, constam espaços em branco na fala do docente devido o objeto da pesquisa se concentrar na fala dos discentes, mas, os espaços em branco que constam na fala dos discentes, apontam para a não ocorrência dos indicadores de alfabetização científica e dos operadores epistemológicos.

Também apresentamos no final destes trechos de fala que analisamos, uma síntese com a participação de cada um do discentes, em que será possível verificar quantitativamente por discente, o volume das argumentações que se construíram no desenvolvimento da atividade investigativa demonstrativa envolvendo o uso do Arduino.

Iniciaremos pelos trechos referentes a aula 05, que após a sistematização e montagem da atividade experimental demonstrativa (1º Episódio) pelo docente, tem seu início a partir de um primeiro momento em que o docente reúne a turma em uma roda de conversa e traz para os discentes, as orientações inerentes ao desenvolvimento da atividade experimental demonstrativa, além, também de responder aos questionamentos e observações realizadas pelos discentes, podendo ser acompanhado na ilustração da tabela 07.

Tabela 7 Episódio 01- Trechos de fala da aula 05

Turno	Transcrição da Fala	Indicador de Alfabetização Científica	Operações Epistemológicas (OE)
001	JP: "...devo anotar a temperatura que está ali..."	<ul style="list-style-type: none"> • Seriação de informações 	
002	Docente: "... Isso, lá em cima, veja o sensor 01 e o sensor 02; apontando para a projeção".		
003	JP: "... A! Então é para anotar as duas, né?"	<ul style="list-style-type: none"> • Seriação de informações 	
004	P: "... Isso, conforme o calor vai sendo transmitido, vai acontecendo a variação."	<ul style="list-style-type: none"> • Levantamento de Hipótese • O. E.: Plausibilidade 	Causalidade
005	Docente: "Exato, inicialmente os dois sensores apresentam..."		
006	Docente: "Pessoal durante o experimento quero que fiquem bem à vontade para fazer qualquer tipo de pergunta..."		
007	Docente: "Bom pessoal, agora é com vocês."		

008	P: Está bom.		
009, 010, 011, 012, 013 e 014	P, JP, AR e GG: "...organizar primeiro, cada um faz seus registros... antes de deixar a fonte de calor... oh, fica atento lá..."	<ul style="list-style-type: none"> Organização de informação 	Classificação

Fonte: Elaborado pelo autor

Sendo assim, observa-se que há, nos turnos 001 à 014, a ocorrência de respostas simples de afirmação, sem justificativas, contudo no turno 04, o discente P, em sua fala apresenta a primeira Hipótese, mas que, configurou-se mais como uma fala isolada e esvaziada de justificativa, mas, que contribuiu para demonstrar os operadores epistemológicos classificação e causalidade, destacados por JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, BUGALLO RODRIGUEZ e DUSCHL (2000).

Sendo assim este trecho pode ser classificado como argumentações de nível zero, conforme DRIVER e NEWTON (1997). Dando sequência, acompanharemos a ilustração da tabela 08.

Tabela 8 Episódio 01- Trechos de fala da aula 05

Turno	Transcrição da Fala	Indicador de Alfabetização Científica	Operações Epistemológicas (OE)
015 e 016	Docente: Pessoal se vocês puderem falar um pouco mais alto, para que os demais colegas da equipe consigam escutar... Então, isso aí que você falou é importante!"		
017	JP: Tem um limite de temperatura para chegar?	<ul style="list-style-type: none"> Pergunta retórica 	
018	Docente: Limite?		
019	JP: Sim, o sensor 01.		
020	Docente: Não! Nesse caso a temperatura vai continuar subindo.		

021	JP: É que, acho que quando chegar mais ou menos em 80°C, se for perceber é sempre, é como se 45°C fosse praticamente a metade, então se chegar em 80°C, 45°C é o que vai aumentar no sensor 01 até que o sensor 02 chegue aos 45°C esperados.	<ul style="list-style-type: none"> Levantamento de Hipótese. 	<p>Definição</p> <p>Plausibilidade</p>
-----	---	---	--

Fonte: Elaborado pelo autor

Ocorre que entre os turnos 013 e 014, os discentes GG e JP iniciam uma discussão, embora inaudível, mas percebe-se que a referida discussão, trata-se de uma hipótese relacionada ao valor da temperatura no sensor 01, quando o sensor 02 atingir 45°C. A decorrente interação do docente com os discentes nos turnos 15 a 20, é orientada pela discussão de GG e JP, embora permaneçam as afirmações sem justificativas neste trecho, fica evidente nas interações discursivas do docente, a utilização de um discurso de padrão IRF elicitativo EDWARD e MERCER (1988), ao pretender conduzir o discente na elaboração de uma hipótese.

Hipótese esta, que ocorre na intervenção do discente JP no turno 21: "... quando chegar mais ou menos em 80°C ... como se 45°C fosse praticamente a metade...", fato que evidencia seu entendimento quanto ao que deve ocorrer, expondo assim a definição, que é uma das operações epistemológicas destacadas por JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, BUGALLO RODRIGUEZ e DUSCHL (2000).

Embora um pouco confuso, JP organiza mentalmente um cálculo matemático aproximado para justificar, outra vez aqui, se manifesta a plausibilidade, que é uma das operações epistemológicas destacadas por JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, BUGALLO RODRIGUEZ e DUSCHL (2000). Já na perspectiva dos indicadores de alfabetização científica apresentados por SASSERON (2008) e SASSERON e CARVALHO (2008c), JP faz um levantamento de hipótese. Dando sequência, acompanharemos os trechos de fala 022 a 028, conforme a ilustração da tabela 09.

Tabela 9 Episódio 01- Trechos de fala da aula 05

Turno	Transcrição da Fala	Indicador de Alfabetização Científica	Operações Epistemológicas (OE)
022	Docente: Você acha?		
023	JP: Vai ser sempre metade, por exemplo, é, as vezes muda né, tem variação.	<ul style="list-style-type: none"> Hipótese (Reafirma a hipótese do turno 21) 	
024	Docente: Você acha que quando o sensor 02 chegar em 45°C. (A fala do professor é interrompida por JP)		
025	JP: Provavelmente o sensor 01 estará com 90°C à 90 e poucos graus.	<ul style="list-style-type: none"> Previsão. Hipótese (Reafirma a hipótese do turno 21) 	
026	P: Não! Não por quê começou com 24°C (Se referindo a temperatura ambiente, no início da atividade e não a temperatura referência de 45°C no sensor 01)	<ul style="list-style-type: none"> Teste de hipótese (Refutação) 	
027	Docente: Não, nesse caso não é um problema porque você está se referindo a temperatura ambiente.		
028	JP: Ó, está vendo ali ó 30°C, vai chegar agora em 30°C o sensor 02, o sensor 01 vai estar em quase 60°C, apontando para a projeção dos gráficos no telão com a tentativa de validar sua fala.	<ul style="list-style-type: none"> Explicação. 	Plausibilidade

Fonte: Elaborado pelo autor

Mesmo ocorrendo um teste de hipótese no turno 26, porém desprovido de justificativa, que no contexto do desenvolvimento das argumentações, se construiu de forma isolada, ou seja, um argumento de nível 0, segundo as categorias desenvolvidas por DRIVER e NEWTON (1997).

No entanto JP faz avanços com relação ao entendimento de sua hipótese, no turno 23 relaciona novamente sua hipótese a um cálculo matemático aproximado e faz uma previsão no turno 25: "... sensor 01 estará com 90°C à 90 e poucos graus".

Dando seguimento as argumentações com a perspectiva dos indicadores da alfabetização científica apresentados por SASSERON (2008) e SASSERON e CARVALHO (2008c), JP no turno 28 demonstra a explicação, ao relacionar sua hipótese com informações de conhecimento básico da aula em andamento, ao fazer gestos direcionados aos gráficos projetados no telão, associando-os a sua justificativa apresentada por cálculo matemático aproximado.

Parametrizando com as categorias desenvolvidas por DRIVER e NEWTON (1997) para a análise da argumentação dos discentes, sua argumentação é de nível 4. Veremos a seguir os trechos de fala 029 a 032, conforme a ilustração da tabela 10.

Tabela 10 Episódio 01- Trechos de fala da aula 05

Turno	Transcrição da Fala	Indicador de Alfabetização Científica	Operações Epistemológicas (OE)
029	ME: Eu estava pensando de no mínimo 25°C (Referindo-se ao Δt entre o sensor 01 e sensor 02, aqui ME imaginou a temperatura no sensor 01 de 70°C no instante que o sensor 02 registrar 45°C).	<ul style="list-style-type: none"> • Organização de informações 	Definição
031	Docente: "...podem fazer comparações		

	entre a leitura de temperatura...”		
032	Docente: “...isso aí que é para acontecer pessoal, vocês...”		

Fonte: Elaborado pelo autor

Neste trecho, a argumentação da discente ME, se caracteriza pela manifestação do indicador de alfabetização científica apresentado por SASSERON (2008) e SASSERON e CARVALHO (2008c), neste caso a organização de informação; assim como no turno 028, a docente demonstra evidência de regularidade indicativa de definição, que é um dos operadores epistemológicos sugeridos por JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, BUGALLO RODRIGUEZ e DUSCHL (2000).

Considerando as interações discursivas do docente, na perspectiva do trabalho de MORTIMER e MACHADO (1997), foram identificadas interações discursivas de padrão IRF elicitativo, pois suas interações tendem a conduzir o discente para a geração de novos significados. Dando continuidade temos os trechos de fala 033 a 039, conforme a ilustração da tabela 11.

Tabela 11 Episódio 01- Trechos de fala da aula 05

Turno	Transcrição da Fala	Indicador de Alfabetização Científica	Operações Epistemológicas (OE)
033	P: O ponto é aí!	<ul style="list-style-type: none"> Levantamento de hipótese. Justificativa. 	
035	P: “Quando inicia esta grande diferença, é quando o sensor 01 chega aos 45°C presumo.”		
036	JP: Então pela lógica o sensor 02 tem que encostar lá, apontando para um ponto do gráfico projetado (Não perceptível pelas imagens).	<ul style="list-style-type: none"> Justificativa 	
037	F: Não! foi bem antes (Discordando de JP).	<ul style="list-style-type: none"> Classificação das informações 	
038	GG: Não porque o 45°C está mais para cima, está vendo?		

	Olha como ele começa a subir, o 40°C está um pouco para baixo (Concordando com a discente F).		
039	JP: Ah! Sim, está lá mesmo.		Definição

Fonte: Elaborado pelo autor

Observa-se neste trecho, que as argumentações dos discentes se desenvolvem ainda em função da hipótese levantada por JP no turno 021, porém, agora a continuidade das discussões se fundamenta a partir da construção em tempo real dos gráficos (turno 028), que são projetados no telão.

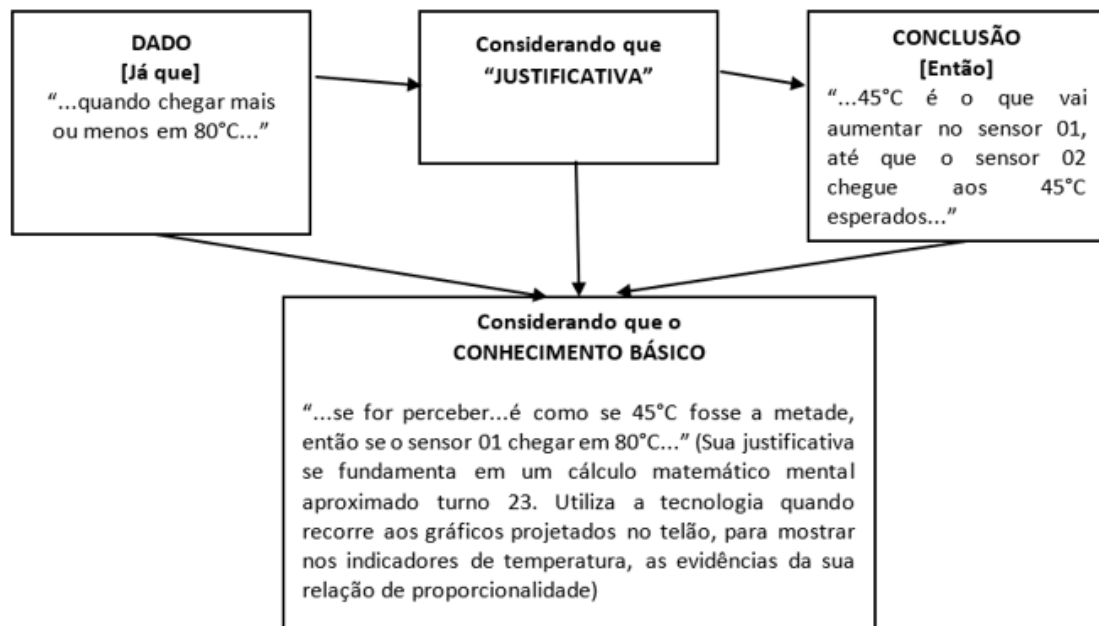
Obcecados em confirmarem ou não a hipótese de JP, nos turnos 033 e 035, o discente P apresenta a hipótese: "... Quando inicia esta grande diferença, é quando o sensor 01 chega aos 45°C ...", justificada com qualificador modal, recebe a concordância do discente JP, que também justifica com conhecimento básico (Lógica), porém P e JP recebem refutação desta hipótese, da discente F no turno 37 e do discente GG no turno 038 que justifica sua refutação utilizando o conhecimento básico (O próprio gráfico construído no telão).

Neste ponto da discussão entre os discentes, percebe-se que são aceitas as refutações, que é uma evidência de regularidade indicativa de operador epistemológico sugeridas por JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, BUGALLO RODRIGUEZ e DUSCHL (2000).

As argumentações relacionadas ao intervalo dos turnos 40 a 65, se desenvolveram em circunstâncias da hipótese de JP no turno 21, tendo em vista que durante este intervalo de turnos, decorreu o intervalo de tempo (Δt) necessário para que se confirmasse ou não, a previsão do valor da temperatura no sensor 01 (No turno 025, foi previsto por JP: "... o sensor 01 estará com 90°C à 90 e poucos graus..."), no instante em que o sensor 02 registrar a temperatura 45°C, fato registrado nos turnos 060 a 065 e que confirmou a hipótese levantada por JP no turno 21, ou seja, o sensor 01 registra 97°C no instante que o sensor 02 registra 45°C.

Analisando as interações argumentativas de JP, decorrentes da hipótese por ele levantada a partir do turno 021, pelo padrão proposto por Toulmin, sua argumentação pode ser estruturada conforme a figura 21.

Figura 21 Estrutura da fala do discente JP



Fonte: Elaborado pelo autor

Em decorrência da conclusão da primeira fase do experimento 01, ou seja, o sensor 02 também registrou a temperatura 45°C, então os discentes retiram a fonte de calor. Neste próximo trecho da atividade experimental demonstrativa, nota-se a partir do turno 069 que as interações argumentativas os discentes se desenvolvem numa outra perspectiva. Vamos acompanhar agora os trechos de fala 069 a 077, conforme a ilustração da tabela 12.

Tabela 12 Episódio 01- Trechos de fala da aula 05

Turno	Transcrição da Fala	Indicador de Alfabetização Científica (AC)	Operações Epistemológicas (OE)
069	P: “... se liga no gráfico, de certa forma quase uma barriga.”	<ul style="list-style-type: none"> Levantamento de Hipótese 	Apelo
070	Professor: Não entendi o que você falou?		

071	P: "...O sensor 02 ainda aumentando a temperatura, mesmo já retirado a fonte de calor, está variando."	<ul style="list-style-type: none"> • Explicação 	Plausibilidade
074	P: "... sensor 02 ainda está aumentando a temperatura, enquanto o sensor 01 inicia uma queda."	<ul style="list-style-type: none"> • Classificação das informações 	Plausibilidade
075	Docente: Então, mas você está baseando isso, onde?		
077	P: "Entre os dados do sensor 01 e sensor 02, 78°C e 48°C, enquanto o sensor 02 a um tempo estava aumentando, nesse momento ele está um pouco mais estável."	<ul style="list-style-type: none"> • Justificativa 	Plausibilidade

Fonte: Elaborado pelo autor

O discente P inicia um processo de leitura do gráfico para verificar o comportamento da variável temperatura, sua interação argumentativa nos turnos 069 a 077, decorrente da leitura do gráfico, demonstra a utilização dos operadores epistemológicos apelo e plausibilidade, pois ao iniciar, utiliza-se da analogia como recurso de explicação para sua fala, no entanto, insuficiente para uma explicação plausível do fenômeno, mas que se apresentou relevante para a produção dos Indicadores de Alfabetização Científica (AC) levantamento de hipótese, explicação, classificação das informações e justificativa.

O discente P apresenta nível de argumentação 02, pois também do ponto de vista das categorias desenvolvidas por DRIVER e NEWTON (1997), o turno 071 apresenta justificativa. Verificaremos a seguir os trechos de fala 080 a 091, conforme a ilustração da tabela 13.

Tabela 13 Episódio 01- Trechos de fala da aula 05

Turno	Transcrição da Fala	Indicador de Alfabetização Científica (AC)	Operações Epistemológicas (OE)
-------	---------------------	--	--------------------------------

080 e 082	Docente: "... veja, segundo o que você falou a temperatura no sensor 02 continuou subindo, enquanto a temperatura do sensor 01 começou a indicar uma queda de temperatura; ... Vocês, o que acham? O grupo, vamos pensar juntos ..."		
083, 084, 088 e 091	AR: "...retirou a vela, então, tipo a fonte de calor está diminuindo para esta parte... Enquanto o calor estava continuando aqui... O calor continuou... começou o processo de diminuir..."	<ul style="list-style-type: none"> Levantamento de Hipótese 	Causalidade

Fonte: Elaborado pelo autor

Neste trecho as interações discursivas do discente AR, expõem inicialmente, durante sua busca por responder aos questionamentos do professor, o levantamento de hipótese: "...retirou a vela, então ...o calor está diminuindo...".

Observa-se, no entanto, que sua fala contextualizada com suas ações, gestos e a interação com os componentes do experimento, traduzem-se em formas de discutir, construir e apresentar um conhecimento, SASSERON (2008), e que demonstram sua justificativa para a hipótese. Na perspectiva dos operadores epistemológicos seus argumentos demonstram a causalidade e classificados pelas categorias de DRIVER e NEWTON (1997) de nível 02. Seguem os trechos de fala 086 a 094, conforme a ilustração da tabela 14.

Tabela 14 Episódio 01- Trechos de fala da aula 05

Turno	Transcrição da Fala	Indicador de Alfabetização Científica (AC)	Operações Epistemológicas (OE)
086	GG: O calor estava aqui, ele foi indo para cá, e aqui ficou sem nada	<ul style="list-style-type: none"> Levantamento de Hipótese 	Causalidade
090, 092 e 094	F: "...calor da vela que estava sendo mandado aqui na extremidade da haste, no momento que retirou a fonte de calor, a haste parou de	<ul style="list-style-type: none"> Classificação das informações 	Causalidade

	receber... Só que o processo que ainda estava... Sim, está mesmo...”		
--	--	--	--

Fonte: Elaborado pelo autor

Da mesma forma neste recorte das interações argumentativas dos discentes, na fala do discente GG, na perspectiva dos operadores epistemológicos é demonstrada a causalidade, pois apropria-se de um mecanismo de causa e efeito para validar sua explicação. Em sua fala também é levantada a hipótese: “...calor estava aqui, ele foi indo para cá, e aqui ficou sem...”. Embora não à consiga deduzir melhor, sua fala contextualizada com suas ações, gestos e a interação com os componentes do experimento, pode ser compreendida como uma referência ao fluxo do calor, esta característica faz que sua argumentação seja de nível 02, pois traz justificativa em seu argumento.

Nestes três trechos de fala da discente F, pode-se afirmar em um primeiro momento, que se trata de um espelhamento da fala do discente GG, pois também apropria-se de um mecanismo de causa e efeito para validar sua explicação, em seu argumento fica demonstrado uma ordenação dos elementos e fenômenos que estão ocorrendo no experimento a fim de uma busca ou estabelecimento de características dos dados, o que de certa forma manifesta um dos indicadores de alfabetização científica, SASSERON (2008), que é a classificação das informações. Agora verificaremos na tabela 15, os trechos 085, 093 e 095

Tabela 15 Episódio 01- Trechos de fala da aula 05

Turno	Transcrição da Fala	Indicador de Alfabetização Científica (AC)	Operações Epistemológicas (OE)
085, 093 e 095	P: “...O calor já parou de agir aqui, mas, o calor que já estava na haste continuou para cá... agora continua subindo a temperatura no sensor 02, enquanto a temperatura indicada no sensor 01 já diminuiu bastante... Inclusive ainda está, quase daqui a pouco,	<ul style="list-style-type: none"> • Explicação 	Causalidade (085); Justificativa (093); Previsão (095).

	presumo, que vai se igualar a temperatura.		
--	--	--	--

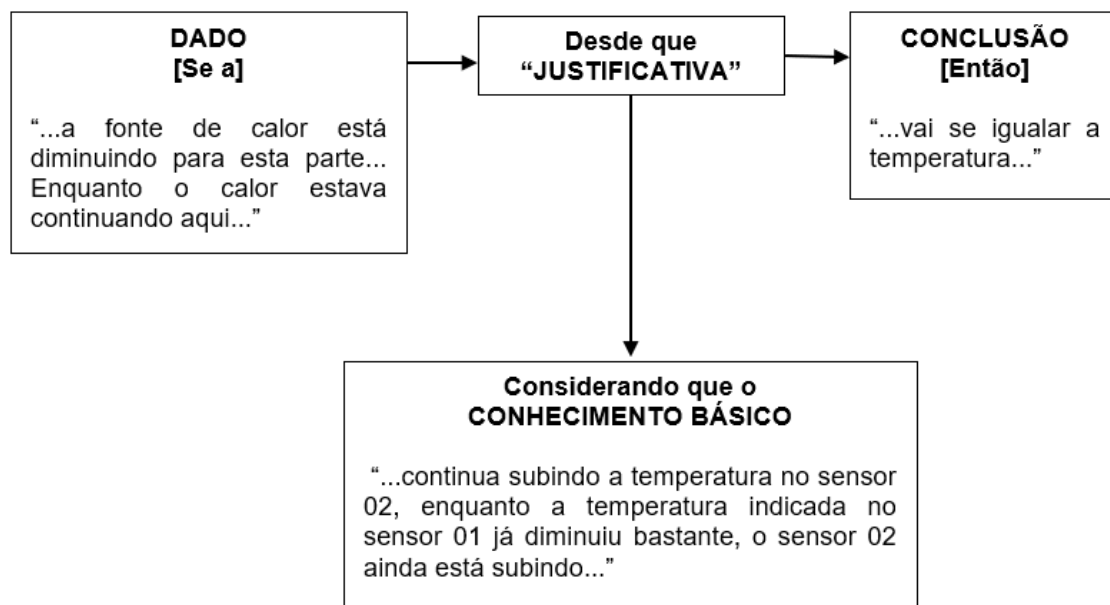
Fonte: Elaborado pelo autor

As falas do discente P, relacionam-se com a hipótese levantada pelo discente AR, nos turnos 083 e 084, pois reforça a hipótese de AR ao contribuir com afirmações acompanhadas de justificativa com qualificador: "...enquanto a temperatura indicada no sensor 01 já diminuiu bastante...".

Do ponto de vista dos operadores epistemológicos, quando faz o uso da justificativa (093), da causalidade (085) e da previsão (095), e, ao reforçar a hipótese de AR demonstra o indicador de alfabetização epistemológica explicação. Percebe-se então neste trecho, que as interações argumentativas do discente P conseguem explicar o que deve ocorrer: "...daqui a pouco, presumo, que vai se igualar a temperatura...", sua fala pode ser entendida como uma referência ao equilíbrio térmico da variável temperatura. Sua argumentação neste trecho é de nível 04 pois o uso da plausibilidade integra a hipótese do discente AR além de contribuir com a justificativa.

Podemos assim estruturar seu argumento a partir do padrão proposto por Toulmin, ilustrado na figura 22.

Figura 22 Estrutura da fala do discente P



Fonte: Elaborado pelo autor

Dando continuidade, os trechos 096 à 098, conforme a ilustração da tabela 16, temos:

Tabela 16 Episódio 01- Trechos de fala da aula 05

Turno	Transcrição da Fala	Indicador de Alfabetização Científica (AC)	Operações Epistemológicas (OE)
096	Docente: Mas, o que vocês pensam exatamente sobre isso? Porque vocês disseram que no momento que retirou a fonte de calor, o calor continuou (O professor é interrompido por GG)		
097	GG: A fluir.		Plausibilidade
098	P: Ir pela haste de alumínio.		Plausibilidade

Fonte: Elaborado pelo autor

Neste trecho, tanto o discente GG, quanto o discente P, não apresentam uma fala isolada, devido a conexão deles com as argumentações analisadas até aqui, mas, por se tratar de afirmação de próprio conhecimento, caracteriza uma plausibilidade. Continuando temos os trechos 099 à 104, conforme a ilustração da tabela 17.

Tabela 17 Episódio 01- Trechos de fala da aula 05

Turno	Transcrição da Fala	Indicador de Alfabetização Científica (AC)	Operações Epistemológicas (OE)
099	Docente: O que é isso aí? O que vocês acham que é isso? Vocês atribuem este fenômeno a que?		
100, 101, 103 e 104	P: "...A condução do calor né, a forma como ele se propagou nesta haste de alumínio e como ele afetou primeiro a região do sensor 01 que estava mais próximo da fonte de calor quando foi... Olha a queda de temperatura no gráfico do sensor 02 agora, agora que o sensor 02	<ul style="list-style-type: none"> • Justificativa • Explicação 	Dedução Plausibilidade

	<p>identificou a queda de... Vou mostrar na projeção do gráfico... Como a gente pode observar no gráfico, o sensor 01 continua mostrando a queda de temperatura, enquanto o sensor 02 continuou identificando aumento de temperatura, mas, aqui (Indicando no gráfico projetado) perde ritmo na subida de temperatura e nesse ponto muda de direção, ou seja, começa cair.”</p>		
--	---	--	--

Fonte: Elaborado pelo autor

Nestes trechos o discente P, novamente demonstra conhecer exatamente o que deve ocorrer, ao apresentar em suas falas, duas das operações epistemológicas de JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, BUGALLO RODRIGUEZ e DUSCHL (2000), a dedução e a plausibilidade, que são demonstradas durante sua descrição para o processo do fenômeno que está ocorrendo na atividade experimental demonstrativa, e que a mesma atua como justificativa em suas interações argumentativas.

Sendo assim, ele consegue trazer uma explicação relevante, a ponto de deduzir suas falas associadas com suas ações, gestos e a interações com os componentes do experimento; à identificação do fenômeno físico condução do calor, turno 100. Neste trecho suas argumentações, em relação as categorias desenvolvidas por DRIVER e NEWTON (1997), são de nível 04, pois consegue explicar o fenômeno, relacionando sua fala aos gráficos projetados no telão como justificativa. Finalizando o episódio 01 temos os trechos 105 à 111, conforme a ilustração da tabela 18.

Tabela 18 Episódio 01- Trechos de fala da aula 05

Turno	Transcrição da Fala	Indicador de Alfabetização Científica (AC)	Operações Epistemológicas (OE)
105	Docente: Pessoal, mais alguma colaboração com a fala do colega, algum de vocês tem uma outra		

	pontuação relacionada a algum outro elemento? Não?		
106 e 107	AR: Professor, professor; rapidinho, uma pergunta antes. Vai ter um momento que os dois sensores vão chegar a uma mesma temperatura?		
108	Docente: Pessoal, o que vocês pensam sobre a pergunta do AR?		
109 e 111	P: A temperatura ambiente. Sim, as temperaturas serão as mesmas quando ambos os sensores estiverem na temperatura ambiente.	Explicação	Previsão (095).
110	GG: Estou com o P.		

Fonte: Elaborado pelo autor

Neste trecho a fala do discente AR, nos turnos 106 e 107, pode ser entendida como uma fala isolada (Pergunta retórica), ou seja uma argumentação de nível 0, mas ressalta-se que, sua pergunta recebeu uma resposta com explicação pelo discente P, turno 095, porém em sua fala 109 e 111 reforça a explicação, bem como sua previsão.

6.2 Análise do Segundo Episódio (Aula 06)

Dando continuidade, este próximo trecho refere-se aos recortes de falas dos discentes, com observações e relações às argumentações ocorridas durante a aula 06, quando o docente propõe aos discentes um segundo momento de observação quanto ao que ocorrerá na perspectiva do segundo episódio da atividade experimental demonstrativa (2º experimento). Para tanto o primeiro experimento foi substituído pelo segundo experimento, conforme já descrito na metodologia e passaremos a analisar iniciando com os trechos 001 a 004 ilustrado na tabela 19.

Tabela 19 Episódio 02- Trechos de fala da aula 06

Turno	Transcrição da Fala	Indicador de Alfabetização Científica (AC)	Operações Epistemológicas (OE)
001	GG: “Se aumentar a quantidade de fonte de calor, será mais rápido.”	Levantamento de Hipótese	Plausibilidade Causalidade
002	P: “Ah, sim!”		
003	GG: “...estou falando, se colocasse duas velas, o valor do tempo, a gente diminuiria quase pela metade.”	Levantamento de Hipótese	Plausibilidade Causalidade
004	P: “É diminuiria o tempo mesmo.”		

Fonte: Elaborado pelo autor

Durante desenvolvimento da segunda atividade experimental demonstrativa (2º experimento), ocorrida na sexta aula, verifica-se que as argumentações entre os discentes começam a fluir, tendo como parâmetro os eventos ocorridos na primeira atividade experimental demonstrativa (1º experimento). Este comportamento argumentativo fica evidente na fala do discente GG, a levantar as hipóteses: “...será mais rápido” e “...o valor do tempo, a gente diminuiria quase pela metade”.

O não dito neste trecho, é que o discente utiliza seu próprio conhecimento quando relaciona este segundo experimento com o turno 065 do primeiro experimento (Turno em que descobriram o $\Delta t = 325 s$ entre os sensores 01 e 02), para justificar sua hipótese: “...Se aumentar a quantidade de fonte de calor, será mais rápido”.

Ao estabelecer esta relação entre os dois experimentos, o discente GG as operações epistemológicas plausibilidade e causalidade. Suas argumentações, na perspectiva das categorias desenvolvidas por DRIVER e NEWTON (1997), são de nível 02, pois ao relacionar sua fala ao turno 065 recorre a uma experiência anterior para justificar sua fala. Na sequência analisaremos os trechos 005 a 012 ilustrado na tabela 20.

Tabela 20 Episódio 02- Trechos de fala da aula 06

Turno	Transcrição da Fala	Indicador de Alfabetização Científica (AC)	Operações Epistemológicas (OE)
005	JP: Acho que é proporcional.		
006	Docente: Com relação ao ritmo?		
007	JP: Como assim?		
008	Docente: Lembra o que você estava falando (O docente tenta fazê-lo lembrar da fala no turno 25 do primeiro experimento?)		
009	JP: É, aí, seria quase o dobro, não é?	Previsão	Consistência
010	Docente: Tendo como referência o 1º sensor, a partir do instante que ele identificasse a temperatura 45°C		
011	JP: Provavelmente quando o 2º sensor registrasse a temperatura 45°C, o 1º sensor já estivesse em uns 90°C.	Organização de informações	Consistência
012	Docente: E nesse caso, o que acha que vai acontecer?		

Fonte: Elaborado pelo autor

As falas registradas nos turnos 005 à 012 desenvolvem-se a reboque dos turnos 001 à 004 e inicialmente o discente JP demonstra concordância com o discente GG, mas, em relação as categorias desenvolvidas por DRIVER e NEWTON (1997), seus argumentos de concordância nos turnos 005 e 007 são de nível 0, por se tratar de ocorrência de respostas simples de afirmação, sem justificativas.

Diferentemente disto nos turnos 009 e 011, o discente demonstra consistência ao recorrer a experiência do primeiro experimento. Diante disto o docente desenvolve uma interação discursiva de padrão IRF elicitativo com a turma, com a clara intenção de que se produza novos significados LOTMAN (1988), a partir da segunda atividade experimental demonstrativa (2º experimento), o que fica demonstrado nas interações do discente JP com o docente, para constar no turno 011, em que JP demonstra o

indicador de alfabetização científica, organização de informações, ao resgatar a mesma fala ocorrida no turno 025 da primeira atividade experimental demonstrativa (1º experimento). Dando continuidade, a seguir temos os trechos 013 a 017 ilustrado na tabela 21.

Tabela 21 Episódio 02- Trechos de fala da aula 06

Turno	Transcrição da Fala	Indicador de Alfabetização Científica (AC)	Operações Epistemológicas (OE)
013	JP: "...Não vai ser o dobro não."	Levantamento de Hipótese	Plausibilidade
014	Docente: "...Você acha que nesse 2º experimento..."		
015	JP: "...acho que pode ser algo envolvido com a manta de lã..."	Justificativa	causalidade
016	Docente: Como?		
017	JP: "...acho que pode ser algo envolvido com a manta de lã, não sei por quê?"	Justificativa	causalidade

Fonte: Elaborado pelo autor

Respondendo ao questionamento do docente no turno 012, o discente JP, faz o levantamento da hipótese: "...Não vai ser o dobro não". Para tanto recorre a seu próprio conhecimento (plausibilidade) quando associa um Δt diferente do dobro (relação com o primeiro experimento) à presença da lã envolvida na haste de alumínio, embora não consiga apresentar uma explicação, seu argumento demonstra o operador epistemológico causalidade, devido a relação causa efeito atribuído a haste de alumínio com a manta de lã. Neste trecho o discente demonstra argumento de nível 02. Na sequência temos os trechos 018 a 022 ilustrado na tabela 22.

Tabela 22 Episódio 02- Trechos de fala da aula 06

Turno	Transcrição da Fala	Indicador de Alfabetização Científica (AC)	Operações Epistemológicas (OE)
018	Docente: Então vamos tentar descobrir.		
019	Docente: No 1º experimento gastou quantos segundos para o sensor 02 atingir 45°C, tendo como referência o instante que o sensor 01 atingiu 45°C?		
020	JP e GG: 325 segundos.		
021	Docente: E então gente, 325 segundos foi o tempo que se passou, para o sensor 02, separado por uma distância de 16 cm do sensor 01, também registrasse a temperatura 45°C (Apontando para o experimento).		
022	Docente: Ok pessoal. E neste 2º experimento observando o desempenho das temperaturas registradas nos sensores e a construção da curva do gráfico. O que vocês acham, já dá para fazer alguma projeção, induzir algo, enfim, o que acham?		

Fonte: Elaborado pelo autor

Nos turnos 018 à 22, referenciando-se ainda nos argumentos de JP, o docente desenvolve uma interação discursiva padrão IRF de tendência avaliativa com a turma, em um esforço para agregar maior fidelidade aos significados apresentados pelos alunos, LOTMAN (1988). Dando continuidade a tabela 23 traz os trechos 023 a 028.

Tabela 23 Episódio 02- Trechos de fala da aula 06

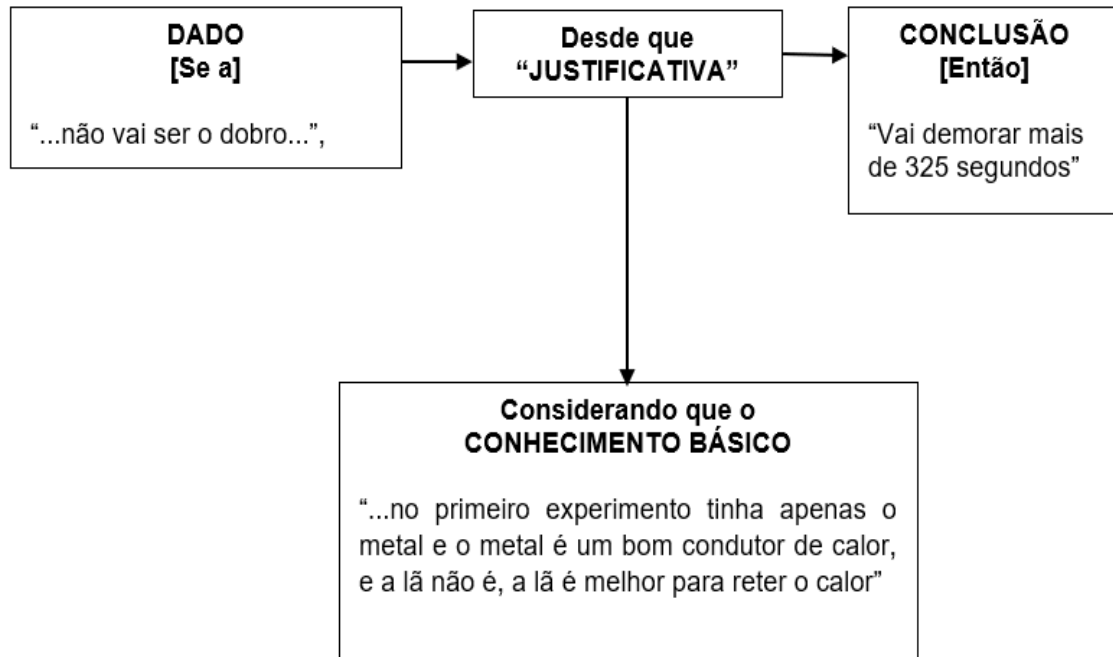
Turno	Transcrição da Fala	Indicador de Alfabetização Científica (AC)	Operações Epistemológicas (OE)
023	AR: "Vai demorar mais de 325 segundos"	Levantamento de Hipótese	
024	Docente: Você acha que vai demorar mais tempo?		
025	A: "Vai"		
026	Docente: Por que você acha que vai demorar mais tempo?		
027	AR: "Porque no primeiro experimento tinha apenas o metal e o metal é um bom condutor de calor, e a lã não é, a lã é melhor para reter o calor"	Justificativa	Plausibilidade
028	Docente: Certo, então por isso você acredita que vai levar mais tempo.		

Fonte: Elaborado pelo autor

A hipótese levantada pelo discente JP: "...não vai ser o dobro não.", no turno 013, dando a entender devido sua fala no turno 015, que ultrapassaria os 325 segundos (Valor do Δt no primeiro experimento); relaciona-se diretamente com a hipótese levantada pelo discente AR: "Vai demorar mais de 325 segundos", no turno 023, sua hipótese possui justificativa como indicador de alfabetização científica, fato que demonstra plausibilidade quando consegue explicar, baseado em conhecimento básico, sobre material que é bom condutor de calor (metal) e material que não é bom condutor de calor (lã). Sendo assim este trecho demonstra argumentações de nível 04, em relação as categorias desenvolvidas por DRIVER e NEWTON (1997).

Seu argumento a partir do padrão proposto por Toulmin, podendo assim ser estruturado, como ilustra a figura 23.

Figura 23 Estrutura da fala do discente AR



Fonte: Elaborado pelo autor

Ainda prosseguindo com as argumentações do discente AR, os trechos 029 a 032 podem ser visualizados na tabela 024.

Tabela 24 Episódio 02- Trechos de fala da aula 06

Turno	Transcrição da Fala	Indicador de Alfabetização Científica (AC)	Operações Epistemológicas (OE)
029	AR: "...se você olhar no gráfico... Quanto mais elevada for a curva do gráfico do 1º experimento, comparado com uma menor elevação da curva do gráfico do 2º experimento."	Explicação	Definição

030	Docente: Você acha que no 1º experimento, a curva do gráfico teve um crescimento; o quê?		
031	AR: É não sei explicar direito.		
032	GG: O crescimento foi mais rápido, não sei se exponencial é a palavra certa, mas, foi mais direto, a gente pode ver neste gráfico que a temperatura indicada está subindo de forma bem mais lenta, se comparar este período do gráfico do 2º experimento com o mesmo período do gráfico do 1º experimento, não sei se isso é por causa da lã.	Explicação Justificativa	Consistência com outro tema

Fonte: Elaborado pelo autor

Percebe-se na fala do discente AR, no turno 029, o uso do indicador explicação, pois estabelece uma relação entre as informações e a hipótese, ao interagir com o gráfico para demonstrar, a diferença notada por ele entre a inclinação do gráfico do 1º experimento em relação ao eixo x, com a inclinação do gráfico do 2º experimento em relação ao eixo x. Com isto, o discente também demonstra usar o operador epistemológico definição, pois manifesta entendimento do que está ocorrendo na atividade experimental demonstrativa. A presença da justificativa (contextualizada com a interação com o gráfico) em seu argumento, indica uma argumentação de nível 02.

Neste trecho, durante sua fala, o discente GG demonstra utilizar o operador epistemológico consistência, pois faz uso de experiência em conhecimento básico de matemática, da variável temperatura e do uso da tecnologia representada pelos gráficos, enfim, consegue contextualizar estes conhecimentos básicos e apresenta os indicadores de alfabetização científica justificativa e explicação. Sua argumentação acompanhada de justificativa evidencia o nível 02. Veremos agora os trechos 034 a 039 representados na tabela 25.

Tabela 25 Episódio 02- Trechos de fala da aula 06

Turno	Transcrição da Fala	Indicador de Alfabetização Científica (AC)	Operações Epistemológicas (OE)
034	AR: “Baseado no primeiro experimento, este deve ter um pico de 80°C”	Previsão	Plausibilidade
035	GG: “Sim, e o tempo vai ser bem mais que 325 segundos”	Previsão	Plausibilidade
036	JP: “Vai dar quase uns 400 segundos”	Previsão	Plausibilidade
037	P: “Também presumo isso”		
038	JP: “Com certeza chega nos 400 segundos”	Previsão	Plausibilidade
039	Docente: Então a primeira diferença que vocês percebem é a partir da comparação dos gráficos, vocês percebem que o gráfico do 1º experimento é bem diferente do gráfico do 2º experimento.		

Fonte: Elaborado pelo autor

Neste trecho as falas dos discentes, ainda se desenvolvem em torno da hipótese levantada no turno 013 e 023 e que estão relacionadas, embora o processo de quantificação da temperatura iniciado pelos discentes demonstre evolução no entendimento quanto a seu comportamento, a fala dos discentes demonstra o uso do indicador de alfabetização científica, previsão. Podemos perceber também em suas falas o emprego do operador epistemológico plausibilidade; estas argumentações, talvez por não apresentarem elemento novo, embora tenha tendência de uma suposição, mas por não apresentar justificativa é uma argumentação de nível 0.

No entanto, nos turnos 040 e 043, o discente P avança com suas argumentações, conforme indica a tabela 26.

Tabela 26 Episódio 02- Trechos de fala da aula 06

Turno	Transcrição da Fala	Indicador de Alfabetização Científica (AC)	Operações Epistemológicas (OE)
040	P: Sim, as variações de temperaturas estão maiores no sensor 01.	Classificação das informações	Consistência
041	GG: Esta é a palavra certa, a variação de temperatura está maior.		
042	Docente: Você está falando no gráfico?		
043	P: Sim no 1º gráfico, já no 2º gráfico a subida da temperatura é algo mais retilíneo.	Justificativa	Definição
044	GG: Como se estivesse contínuo.		Plausibilidade

Fonte: Elaborado pelo autor

Sua fala contempla os indicadores de alfabetização científica, classificação das informações e justificativa, pois procura garantir sua afirmação apresentando uma explicação com o uso dos gráficos (o gráfico branco corresponde ao sensor 01 e o gráfico verde corresponde ao sensor 02). Quanto aos operadores epistemológicos evidenciados por JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, BUGALLO RODRIGUEZ e DUSCHL (2000), sua fala demonstra definição e consistência. Por apresentar justificativa em seus argumentos, então, são de nível 02. Neste trecho, o discente GG apresenta uma fala de concordância com o discente P, em que fica demonstrado o operador epistemológico plausibilidade, pois apresenta uma afirmação a partir do conhecimento do discente P.

No turno 045, em um esforço para agregar maior fidelidade aos argumentos apresentados pelos docentes, LOTMAN (1988), o docente faz uma intervenção discursiva em que resgata e organiza as informações já trabalhada pelos docentes, que indicamos na tabela 027.

Tabela 27 Episódio 02- Trechos de fala da aula 06

Turno	Transcrição da Fala	Indicador de Alfabetização Científica (AC)	Operações Epistemológicas (OE)
045	Docente: Lembrando que vocês têm dois gráficos em cada experimento, o gráfico branco corresponde ao sensor 01 e o gráfico verde corresponde ao sensor 02, e aqui no 2º experimento, comparando os dois gráficos que conclusão vocês chegam? (Professor se movimenta em direção aos gráficos projetados no telão). Pessoal por favor olha aqui, quando vocês fazem a comparação desta curva do gráfico do sensor 01 com essa curva do gráfico do sensor 02 e relacionam com o 1º experimento, dá para concluir alguma coisa, o que vocês pensam sobre isso?		
046	P: Na minha visão, até chegar no sensor 01, o calor até que foi rápido, mas daí até ser transferido todo este calor para o sensor 02, está levando um tempo considerável a mais, em comparação com o ocorrido no 1º experimento, que foi desenvolvido sem a manta de lã.	Levantamento de hipótese	
047	GG: Nossa! Esse tempo vai passar dos 500 segundos, eu acho hein.	Previsão	

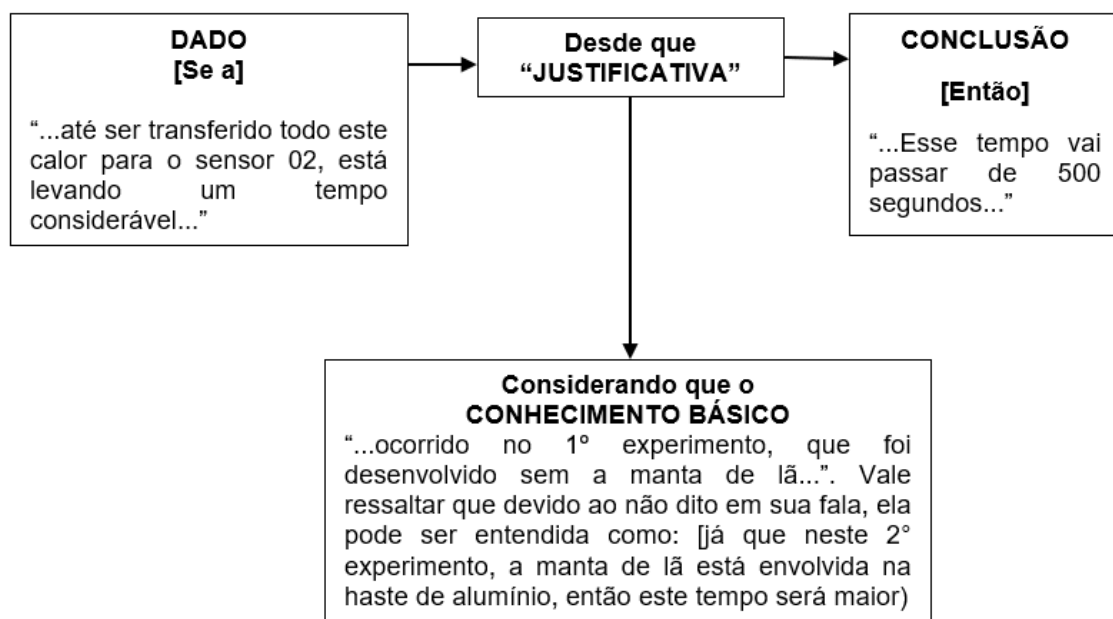
Fonte: Elaborado pelo autor

Em decorrência da intervenção discursiva do docente, percebe-se na explicação do discente P, o levantamento de hipótese: "...até ser transferido todo este calor para o sensor 02, está levando um tempo considerável...", com a devida justificativa: "...ocorrido no 1º experimento, que foi desenvolvido sem a manta de lã". Vale ressaltar que devido ao não dito em sua fala, ela pode ser entendida como: [já que neste 2º experimento, a manta de lã está envolvida na haste de alumínio, então este tempo será maior). Ainda neste trecho podemos notar como complemento a

hipótese do discente P, o indicador de alfabetização, previsão, na fala do discente GG, que demonstra entender o que irá ocorrer, quando apresenta uma fala conclusiva: “...Esse tempo vai passar de 500 segundos...”. Do ponto de vista das categorias desenvolvidas por DRIVER e NEWTON (1997), a argumentação dos discentes é de nível 04.

Os argumentos dos discentes P e GG, a partir do padrão proposto por Toulmin, pode assim ser estruturado, como ilustrado na figura 24.

Figura 24 Estrutura da fala dos Discentes P e GG



Fonte: Elaborado pelo autor

Os trechos de fala compreendidos do turno 048 à 055 apresentam afirmações sem justificativas e respostas simples, porém consideraremos a fala 056 da discente F, indicada na tabela 028.

Tabela 28 Episódio 02- Trechos de fala da aula 06

Turno	Transcrição da Fala	Indicador de Alfabetização Científica (AC)	Operações Epistemológicas (OE)
056	F: Em minutos, o tempo no 1º experimento durou 5,10 minutos do momento em que o sensor 01 atingiu 45°C para que o sensor 02 também chegasse aos mesmos 45°C e agora neste 2º experimento, o tempo deve chegar a uns 10 minutos.	Explicação	Plausibilidade

Fonte: Elaborado pelo autor

Em sua fala, a discente F apresenta o operador epistemológico plausibilidade quando recorre ao conhecimento básico para justificar sua explicação (Indicador de alfabetização científica) e sua argumentação é de nível 02.

As falas que constam no quadro 23, apresentam um fechamento quanto ao valor do Δt , necessário para que neste 2º experimento, o sensor 02 registrasse a temperatura 45°C após o sensor 01 já haver registrado esta temperatura. Agora veremos os trechos 057 a 061, indicados pela tabela 29.

Tabela 29 Episódio 02- Trechos de fala da aula 06

Turno	Transcrição da Fala	Indicador de Alfabetização Científica (AC)	Operações Epistemológicas (OE)
057	JP: “Qual foi o pico de temperatura do sensor 01, quando o sensor 02 atingiu 45°C no 1º experimento?”		
058	F: “Quase 90°C.” (O discente não se lembra exatamente, o valor foi 97°C)		
059	AR: “Vai chegar perto de 700 segundos.”		
060	Docente: Pessoal, neste 2º experimento a ideia é a mesma, quando o sensor 02		

	identificar a temperatura 45°C, retira a fonte de calor, faz observações e anotações.		
061	P: "O sensor 02 atingiu 45°C, com o tempo de 748 segundos"		

Fonte: Elaborado pelo autor

Conforme dito, os trechos de fala compreendidos do turno 057 à 061 apresentam afirmações sem justificativas e respostas simples, portanto na perspectiva das categorias desenvolvidas por DRIVER e NEWTON (1997), a argumentação dos discentes é de nível 0.

Nos trechos de falas até então analisados, podemos notar nas interações discursivas dos discentes uma grande preocupação em acertar o valor da temperatura, para isto empregam grande esforço para validar suas afirmações através de conhecimento básico de conceitos de seu próprio conhecimento ou de outros, adquiridos em aulas anteriores; assim como, a utilização de gráficos e outros. Mesmo sendo perceptível esta preocupação, não houve literalmente por parte dos docentes o cuidado em desenvolver um cálculo matemático para se chegar ao valor procurado.

No turno 063, o discente JP apresenta a explicação, que indicamos na tabela 30.

Tabela 30 Episódio 02- Trechos de fala da aula 06

Turno	Transcrição da Fala	Indicador de Alfabetização Científica (AC)	Operações Epistemológicas (OE)
063	JP: "É porque no 1º experimento foi mais ou menos o que o AR falou...havia apenas a haste de alumínio para a condução do calor, já no 2º experimento tem a presença da lã, e ela poderia reter este calor, então para a temperatura subir no sensor 02 é mais difícil, pelo menos é o que eu acho, por este motivo obviamente,	Explicação	Definição

	o tempo será menor no 1º experimento”.		
--	--	--	--

Fonte: Elaborado pelo autor

O discente JP, no turno 63 traz uma explicação do motivo por que o Δt do segundo experimento (748 segundos, turno 061 do 2º experimento) é maior do que o Δt do primeiro experimento (325 segundos, turno 065 do 1º experimento), justificando: “...havia apenas a haste de alumínio para a condução do calor, já no 2º experimento tem a presença da lã, e ela poderia reter este calor...”. Pode-se notar em sua fala o operador epistemológico definição, quando manifesta seu entendimento relacionado ao conceito. Sua fala, por apresentar justificativa é qualificada como argumento de nível 02.

Mesmo com uma explicação relevante do discente JP, os turnos 064 e 066, o docente insiste em abrir ainda mais esta questão para os demais discentes, conforme indicamos na tabela 31.

Tabela 31 Episódio 02- Trechos de fala da aula 06

Turno	Transcrição da Fala	Indicador de Alfabetização Científica (AC)	Operações Epistemológicas (OE)
064 e 066	Docente: “...AR, você quer falar mais sobre o que você falou inicialmente?... O que você acha F, sobre esta diferença toda que houve aí?”		
067	F: “...no experimento com a manta, o tempo praticamente dobrou...sem a manta, foi a temperatura quem dobrou”	Classificação das informações	
068	Docente: Está bem, inicialmente no gráfico anterior, do 1º experimento, a temperatura dobrou e aqui, neste caso quem dobrou foi o tempo.		

069	F: "...Neste segundo experimento o valor da temperatura no sensor 01, no instante em que o sensor 02 atinge 45°C, ficou bem abaixo da que ocorreu no 1º experimento, que foi de 97°C.	Classificação de informações	

Fonte: Elaborado pelo autor

Nos turnos 067 e 069 as falas da discente F agregam uma contribuição para a argumentação da turma ao demonstrar a relação inversa das grandezas temperatura e tempo: "...Eu concordo com os meninos, no experimento com a manta, o tempo praticamente dobrou, enquanto no 1º experimento sem a manta, foi a temperatura quem dobrou" (turno 067) e no turno 069 destaca o papel da manta de lã, que foi fator determinante para que no momento em que o sensor 02 registrasse a temperatura 45°C, a temperatura no sensor 01 não subisse tanto quanto ocorreu no primeiro experimento.

A discente F, nos turnos 071 e 073 traz um fechamento para sua explicação, conforme indicamos na tabela 32.

Tabela 32 Episódio 02- Trechos de fala da aula 06

Turno	Transcrição da Fala	Indicador de Alfabetização Científica (AC)	Operações Epistemológicas (OE)
071	F: "Por causa da lã, como o discente A e JP já haviam falado, a manta está meio que retendo o calor, fazendo com que ele demore para chegar ao sensor 02."	Explicação	
073	F: "Faz com que o tempo para chegar calor no sensor 02 aumentasse e a variação de temperatura entre o sensor 01 e sensor 02 não mudasse tanto,	Explicação	

	ficasse ali, parecida, não chegasse a ser o dobro como foi no 1º experimento que estava sem a manta.”		
--	---	--	--

Fonte: Elaborado pelo autor

Em sua fala a discente consegue trazer uma explicação, pois demonstra que é a manta de lã, a relação determinante entre a hipótese levantada pelo discente P no turno 046: “...até ser transferido todo este calor para o sensor 02, está levando um tempo considerável...” e sua conclusão de relação inversa das grandezas temperatura e tempo. Nestes turnos podemos observar o indicador de alfabetização científica, sua explicação por apresentar avaliação integrando diferentes argumentos, é de nível 04.

Nos próximos turnos, o docente intervém novamente, nisto o discente AR faz levantamento de hipótese, como podemos observar os trechos 074 a 078 da tabela 33.

Tabela 33 Episódio 02- Trechos de fala da aula 06

Turno	Transcrição da Fala	Indicador de Alfabetização Científica (AC)	Operações Epistemológicas (OE)
074	Docente: Entendi, pessoal o que vocês acham? Vocês também entendem assim? Vocês notaram alguma outra observação ou alguma situação que chamou a atenção de vocês?		
076	AR: “...será que o calor poderia ser mantido aqui dentro...” (Apontando para a região da Haste de alumínio envolvida por uma manta de lã) ... por isso que está mais concentrado, porque o sensor 02 está mantendo a temperatura entre 47°C e 48°C	Levantamento de hipótese	
077	Docente: Mas, em que momento você acha que isso pode acontecer?		

078	AR: Agora, olha lá na projeção, no 1º sensor a temperatura está caindo rápido, enquanto no 2º sensor a temperatura está se mantendo entre 47°C e 48°C.	Explicação	consistência
-----	--	------------	--------------

Fonte: Elaborado pelo autor

A fala do docente no turno 074 foi determinante para a contribuição do discente AR, que demonstrou indicadores de alfabetização científica em sua fala ao levantar a hipótese: "...será que o calor poderia ser mantido aqui dentro...", e ao saber explicar seu entendimento relacionando as informações do gráfico com a hipótese levantada. Neste episódio além de apresentar justificativa, portanto, argumento de nível 02; sua fala também demonstra o operador epistemológico consistência quando recorre a interação com o gráfico como um fator similar a sua explicação. Para dar uma resposta a hipótese do discente AR, o docente faz abertura, conforme mostramos nos trechos 079 a 082 da tabela 34.

Tabela 34 Episódio 02- Trechos de fala da aula 06

Turno	Transcrição da Fala	Indicador de Alfabetização Científica (AC)	Operações Epistemológicas (OE)
079	Docente: Pessoal, agora quero a ajuda de vocês para responder. A ideia é esta (Professor faz um breve resumo para organizar a pergunta do discente AR).		
080	P: Professor a temperatura no sensor 01 está caindo bruscamente, enquanto a temperatura no sensor 02 (Reafirmando a fala de AR) cai de forma constante.	Explicação	
081	Docente: Certo, mas voltando a pergunta do AR?		
082	P: A gente pode ver que por exemplo aqui (indicando a região da haste de alumínio em que estava localizado o sensor 01) o espaço entre a fonte de calor e o sensor 01,	Explicação	Consistência

	<p>não há nada impedindo a transmissão do calor, já o espaço entre o sensor 01 e o sensor 02, tem a presença manta de lã e se tocar nela percebe-se o aquecimento, então sim, a manta é a responsável por reter o calor e com isso a queda de temperatura no sensor 02 ser retardada e fica a sensação de não cair a temperatura, ou seja, oscilando entre 48°C e 47°C.</p>		
--	---	--	--

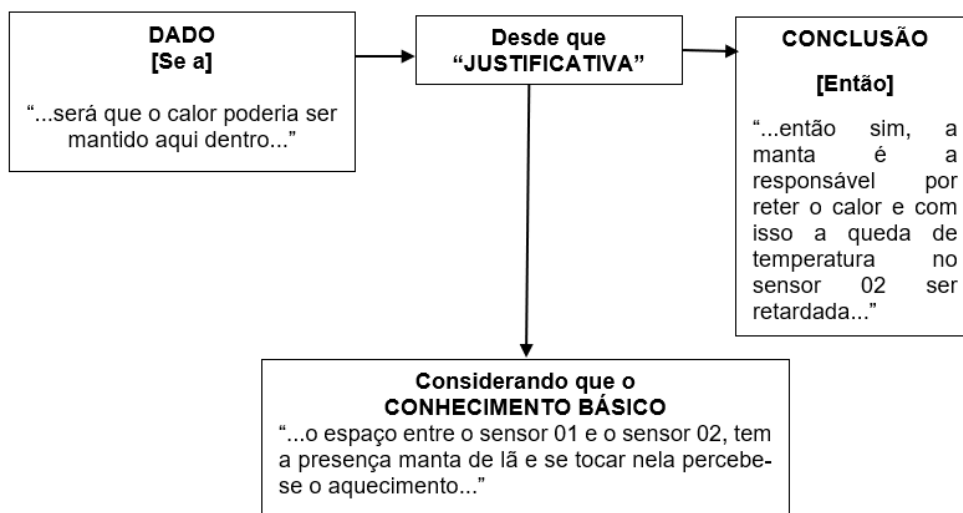
Fonte: Elaborado pelo autor

Nos turnos 080 e 082, o discente P demonstra em suas falas o indicador de alfabetização científica, explicação, pois seu argumento estabelece relações entre as informações que estão sendo processadas na atividade experimental demonstrativa e a hipótese levantada. Observa-se que estas informações contextualizadas com a interação corporal do discente com objetos, equipamentos e até mesmo o próprio processo da atividade; justificam sua explicação. Na perspectiva dos operadores epistemológicos sua fala demonstra consistência ao apresentar a manta de lã como fator de consistência particular para subsidiar sua fala.

Os argumentos do discente P, nos turnos 080 e 082, na perspectiva das categorias desenvolvidas por DRIVER e NEWTON (1997), demonstram tomada de decisão em meio a diferentes argumentos, sendo assim, uma argumentação de nível 04.

Os argumentos dos discentes P e AR, a partir do padrão proposto por Toulmin, pode assim ser estruturado, como ilustra a figura 25.

Figura 25 Estrutura da fala dos discentes P e AR



Fonte: Elaborado pelo autor

Dando seguimento, o docente no turno 085, persiste ainda com uma interação discursiva padrão IRF de tendência avaliativa com a turma, em um claro esforço para agregar maior fidelidade aos significados, LOTMAN (1988), apresentados pelos alunos, como indicam os trechos 085 e 086 na tabela 35.

Tabela 35 Episódio 02- Trechos de fala da aula 06

Turno	Transcrição da Fala	Indicador de Alfabetização Científica (AC)	Operações Epistemológicas (OE)
085	Docente: Qual é a relação que essa manta tem com o alumínio? Como que ela prende este calor? Vocês estão usando a palavra reter, mas, em algum momento qual o conceito físico ou fenômeno físico que vocês conseguem relacionar?		
086	P: Presumo que seja por conta da condutividade do calor nos materiais, mas não tenho certeza.	Levantamento de hipótese	Plausibilidade

Fonte: Elaborado pelo autor

Em sua fala o discente P faz uma afirmação de seu próprio conhecimento, em que demonstra o uso do operador epistemológico plausibilidade, sua fala foi muito importante, pois fez levantamento de hipótese: “...Presumo que seja por conta da condutividade do calor nos materiais...”, porém sem apresentar justificativa, o que faz de sua fala uma argumentação de nível 0.

Ainda na esteira do raciocínio do discente P, o docente, no turno 087 demonstra concordar, mas sugere que a docente E fale sobre a manta, conforme indicamos na tabela 36.

Tabela 36 Episódio 02- Trechos de fala da aula 06

Turno	Transcrição da Fala	Indicador de Alfabetização Científica (AC)	Operações Epistemológicas (OE)
087	Docente: Boa gente, mais alguém quer falar? Discente E quer dizer algo com relação a manta?		
088 e 090 092	ME: Realmente a lã é um péssimo condutor de calor... ela retém o máximo a temperatura nela, tanto que a maior parte das coisas; roupas de inverno e cobertas são feitas de Lã, porque, é realmente para a lã ficar quente...A lã retém o calor muito fácil, só que ela não conduz este calor, por isso que daqui até aqui (Indicando a região da haste de alumínio entre os sensores 01 e 02 e que estava envolvida pela manta de lã), por causa da manta é bem difícil para o calor chegar principalmente numa velocidade muito rápida. É isso a manta não conduz calor.	Explicação	Plausibilidade

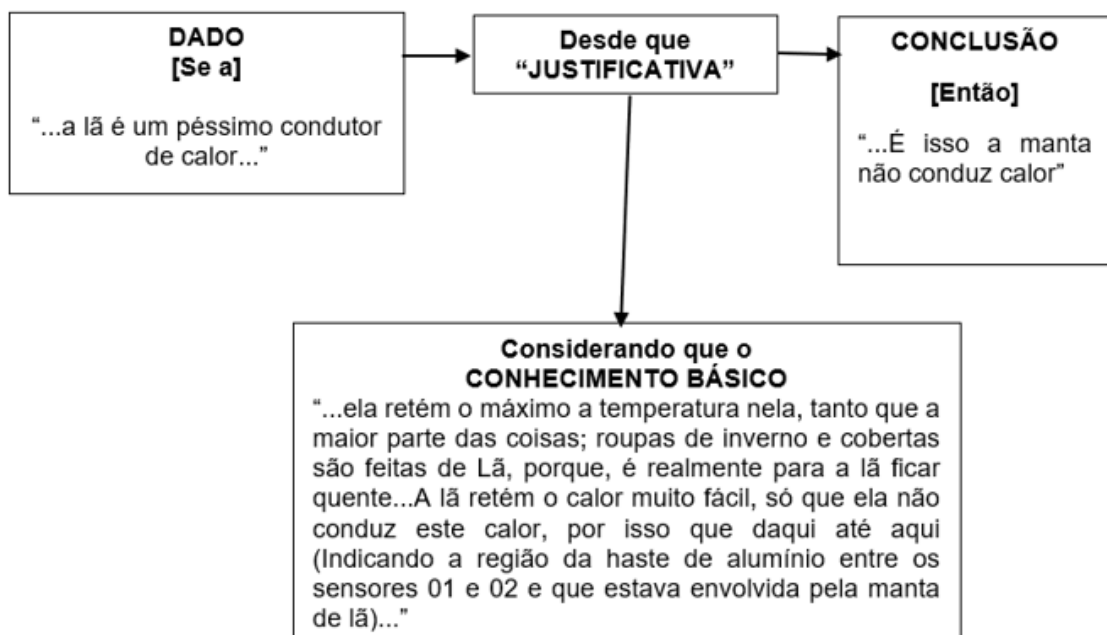
Fonte: Elaborado pelo autor

O discente em sua fala no turno 086, levanta a hipótese de que é devido a condutividade do calor nos materiais, mas que não tem certeza. A fala da discente E, é de concordância com o discente P, para isto apresenta uma explicação (indicador de alfabetização científica) com argumentos que estabelecem relações entre as informações que estão sendo processadas na atividade experimental demonstrativa e a hipótese levantada.

Observa-se que, estas informações contextualizadas com a interação corporal da discente com objetos, equipamentos e até mesmo o próprio processo da atividade; justificam sua explicação. Sua explicação, numa perspectiva dos operadores epistemológicos, pode ser entendida como uma afirmação (Plausibilidade) de seu próprio conhecimento o que também numa perspectiva do padrão proposto por Toulmin, é o conhecimento básico, pois dá subsídios ao argumento, avaliando e dando autoridade a este. Devido a discente E, em sua explicação fazer julgamento integrando diferentes argumentos, na perspectiva das categorias desenvolvidas por DRIVER e NEWTON (1997) sua fala apresenta nível de argumentação 04.

Os argumentos da discente E, apresentados em concordância com a fala do discente P (turno 086), considerando o padrão proposto por Toulmin, pode assim ser estruturado, como ilustra a figura 26.

Figura 26 Estrutura da fala da discente E



Fonte: Elaborado pelo autor

Os turnos 093 e 094 indicados na tabela 37, ainda apresentam a interação do docente com a discente E:

Tabela 37 Episódio 02- Trechos de fala da aula 06

Turno	Transcrição da Fala	Indicador de Alfabetização Científica (AC)	Operações Epistemológicas (OE)
093	Docente: Muito bom, mas, com relação ao gráfico, você consegue relacionar a sua fala com o gráfico no momento que retirou a fonte de calor?		
094	ME: “Dá para perceber que no momento que você retira a fonte de calor não teve uma variação de temperatura muito grande no 2º sensor, até porque não chegou calor suficiente, mas assim que você retira, por sua vez a manta também impede que o sensor 02 tenha perda de calor, então o sensor 02 vai perder muito devagar, tanto que o sensor 02 ainda manteve uma temperatura bem próxima da que a gente percebeu antes de retirar a fonte de calor, por isso a temperatura não vai subir e nem descer muito rápido por causa da manta de lã.”	Explicação	Definição

Fonte: Elaborado pelo autor

A fala da discente E, considerando os operadores epistemológicos desenvolvidos por JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, BUGALLO RODRIGUEZ e DUSCHL (2000), pode ser entendida como uma definição, pois sua fala demonstra entender o conceito de troca de calor: “...a manta também impede que o sensor 02 tenha perda de calor...”. Já na perspectiva dos indicadores propostos por SASSERON (2008), ela apresenta uma explicação que demonstra a relação entre o processo da atividade experimental demonstrativa que se desenvolve e a hipótese levantada. Suas argumentações por apresentarem justificativas, são de nível 02.

Os turnos 095 e 096 que indicamos na tabela 38, apresentam a afirmação do discente GT, após questionamento do docente:

Tabela 38 Episódio 02- Trechos de fala da aula 06

Turno	Transcrição da Fala	Indicador de Alfabetização Científica (AC)	Operações Epistemológicas (OE)
095	Docente: "...Mais alguém quer pontuar algum elemento? E você GT concorda com que a colega E falou? O que você acha?"		
096	GT: "Eu acho que a lã é um bom isolante térmico, enquanto o metal é um bom condutor térmico e acho que é por isso que acaba sendo diferente do 1º experimento para o 2º experimento."		

Fonte: Elaborado pelo autor

A fala do discente GT, se caracteriza por afirmações simples, para a qual não apresenta justificativa, tão pouco apresenta relações entre sua fala e a hipótese levantada, pode se entender como uma apropriação de conceitos e falas que surgiram durante a atividade experimental demonstrativa, sendo sua argumentação de nível 0.

Os turnos 097 a 099 indicados na tabela 39, apresentam a afirmação do discente A, após novo questionamento do docente:

Tabela 39 Episódio 02- Trechos de fala da aula 06

Turno	Transcrição da Fala	Indicador de Alfabetização Científica (AC)	Operações Epistemológicas (OE)
097	Docente: "Podemos bater o martelo aí? O que você acha A."		
098	A: No conceito condução, os termos usados são: condução, convecção e irradiação. Convecção tem o exemplo da geladeira em	Explicação	Apelo

	que ele vem, depois o calor volta e faz o círculo, a irradiação seria um exemplo os raios solares que perfuram a superfície da terra, também tem o exemplo quando você coloca um pé no azulejo e o outro na madeira, você vai ter uma percepção de oscilação de temperatura até que vão chegar a mesma temperatura os dois pés.		
099	Docente: Entendi, bom discente A, foi você quem iniciou a discussão, quando você colocou a manta na nossa discussão.		

Fonte: Elaborado pelo autor

Em sua fala o discente A, faz afirmação usando o operador epistemológico, apelo, pois na tentativa de trazer uma explicação apresenta exemplos baseados em conhecimento básico para sustentar sua afirmação, estes exemplos se comportam como uma justificativa, por isso sua argumentação é de nível 02.

O docente, no turno 100, persiste com questionamentos, conforme indicamos na tabela 40.

Tabela 40 Episódio 02- Trechos de fala da aula 06

Turno	Transcrição da Fala	Indicador de Alfabetização Científica (AC)	Operações Epistemológicas (OE)
100	Docente: Na retirada da fonte de calor o que vocês perceberam?		
103	F: Quando a temperatura do sensor 01 caiu, a temperatura do sensor 02 mesmo retirando a fonte de calor continuou subindo.	Classificação de informação	
104	Docente: Muito bem observado F. Gente que nome poderíamos dar a este fenômeno, veja, retirei a fonte de calor. Por que a temperatura indicada no sensor 02		

	continuou a subir, não era para parar este processo imediatamente?		
105	P: Não porque ainda que a fonte de calor tenha sido retirada, o calor continuou na haste por conta da alta condutividade do alumínio, obviamente que após um certo período vai diminuir.	Explicação	

Fonte: Elaborado pelo autor

A discente F, no turno 103 demonstra buscar uma certa ordenação dos fatos a fim de identificar características para o dado que apresentou (Indicador de alfabetização Científica). Na fala do docente podemos perceber sua concordância com a discente F, mas, desenvolve uma organização das falas e fatos, reforçando seu questionamento a fim de manter abertura para outros discentes.

No turno 105, o discente P traz uma explicação em que justifica o fato de que, mesmo retirada a fonte de calor, o calor continuou devido a condutividade do calor e faz previsão. Sua fala pode ser considerada a partir dos indicadores propostos por SASSERON (2008), uma explicação e por apresentar justificativa seu argumento é de nível 02.

A fala do docente, no turno 106, conforme indicado na tabela 41, demonstra sua persistência, pois suas interações tendem a conduzir o discente para a geração de novos significados.

Tabela 41 Episódio 02- Trechos de fala da aula 06

Turno	Transcrição da Fala	Indicador de Alfabetização Científica (AC)	Operações Epistemológicas (OE)
106	Docente: E na observação do gráfico vocês destacaram o fato de que, na retirada da fonte de calor, a temperatura do sensor 01 apresentou queda de temperatura, enquanto a temperatura no sensor 02 continuou a subir, pergunto onde foi que vocês observaram este fenômeno?		
107	F: Pelo próprio gráfico, eu estou com a foto do gráfico do 1º experimento, se a gente	Organização de informações	Definição

	observar aqui, no momento que o sensor 02 chegou a temperatura de 45°C, foi retirada a fonte de calor, daí então o fato do gráfico do sensor 01 apresentar queda de temperatura imediatamente enquanto que a curva do gráfico do sensor 02 continuou a subir (A discente mostra aos colegas a foto do gráfico no celular na tentativa de validar sua fala).		
--	---	--	--

Fonte: Elaborado pelo autor

A fala da discente F neste trecho, apresenta-se mais como uma repetição, porém, contribuiu para organizar as informações (indicador de alfabetização científica) e ainda demonstrou a manifestação do entendimento da discente quanto ao processo, o que pode ser também, na perspectiva dos operadores epistemológicos uma definição.

Em decorrência da fala entre os discentes JP, P e GG (turno 108), que JP, traz um dado epistemológico importante, que indicamos na tabela 42.

Tabela 42 Episódio 02- Trechos de fala da aula 06

Turno	Transcrição da Fala	Indicador de Alfabetização Científica (AC)	Operações Epistemológicas (OE)
108	JP: Faz afirmação isolada com os discentes P e GG, afirmando que este fenômeno seria a inércia da condução do calor (Não é possível ouvir esta fala, mas, quando o discente P diz ao professor que JP fez este comentário, então o professor pede para JP falar)		
109	JP: Eu sei que a inércia é a capacidade que um corpo tem de manter sua velocidade, e no caso seria a velocidade do calor.	Justificativa	Definição

Fonte: Elaborado pelo autor

A fala de JP neste turno, é decorrente da fala do docente ocorrida no turno 104 e pode ter recebido contribuições para sua definição a partir da fala no turno 105 do discente P.

O que torna isto possível é a articulação destes discentes demonstrada no turno 108. Sua fala no turno 109, a princípio pode ser entendida como resultado de uma discussão paralela com outros discentes, ocorrida durante a fala da discente F no turno 107, o que contribuiu de certa forma para o discente expressar sua definição (Operador epistemológico), quando demonstra seu entendimento sobre o conceito da inércia do calor, para justificar o fenômeno observado nos gráficos pelos discentes:

“...se a gente observar aqui (aponta para o gráfico), no momento que o sensor 02 chegou na temperatura de 45°C, foi retirada a fonte de calor, daí então o fato do gráfico do sensor 01 (branco) apresentar queda de temperatura imediatamente enquanto a curva do gráfico do sensor 02 (verde) continuou a subir...”. Para melhor compreensão da fala apresentamos a figura 27.

Figura 27 Momento que foi retirada a fonte de calor



Fonte: Elaborado pelo autor

Sendo assim entendemos que sua argumentação no turno 109, por apresentar justificativa é de nível 02.

Considerando ser a proposta deste trabalho, a observação do desenvolvimento de argumentos pelos discentes durante a execução de atividade investigativa demonstrativa em aulas de física envolvendo a plataforma Arduino.

Em nossa análise sobre a utilização do Arduino, durante o processo de desenvolvimento da atividade experimental investigativa, pode ser observado nos trechos de fala 002 à 065, um maior dinamismo, otimização e criticidade nos atos de fala dos discentes, decorrentes diretamente do monitoramento em tempo real, com incremento de 01 em 01 segundo das atualizações das temperaturas indicadas, no frame dos sensores 01 e 02 da interface. Este dinamismo dos discentes, o tempo de reação diante das leituras dos dados no frame e conseqüentemente uma maior criticidade dos argumentos, ao nosso ver seria impensado sem a presença das possibilidades e interações propostas com a utilização do Arduino.

Outro ponto a ser considerado de relevada importância para evidenciar a contribuição da utilização do Arduino no desenvolvimento da atividade experimental investigativa, pode ser observado nos trechos de fala 028, 036, 069 e do trecho 100 ao 104, ocorridos na aula 05 durante desenvolvimento do primeiro episódio, e também durante todo o desenvolvimento do segundo episódio, ou seja, os discentes se apropriaram da construção dos gráficos, que também se desenvolvia em tempo real, devido a utilização do Arduino, para incorporá-los aos seus argumentos na forma de conhecimento básico.

Ainda nesta perspectiva de contribuições do Arduino, é possível também perceber nos trechos 028 a 065 (aula 05, primeiro episódio), a intersecção no uso dos elementos, gráfico e temperatura instantânea, estruturados como conhecimento básico aos argumentos dos discentes.

A partir da análise de cada discente, trouxemos uma síntese com a classificação dos resultados e das ocorrências dos instrumentos de análise utilizados nos trechos de falas abordados neste trabalho. Para esta síntese dos resultados, será considerado apenas a ocorrência de falas dos discentes, porém ressalta-se que, no processo de apuração e classificação dos trechos de falas aqui analisados, foram levados em conta os gestos, objetos, ações, materiais, enfim, uma contextualização em seus diversos aspectos; o que é defendido por SASSERON (2008).

“..., embora as linguagens orais e escritas sejam vistas como um ‘modo privilegiado de comunicação sustentado talvez por outros modos’ (p. 87), há outras formas por meio das quais um conhecimento pode ser discutido, construído e apresentado. Os autores citam, por exemplo, as ações, objetos, materiais, gestos e imagens e lembram que, nas ciências, muitas vezes, as imagens correspondem a formas canônicas de conhecimento. (SASSERON, 2008, p. 87).”

Por uma questão de legislação e privacidade dos discentes envolvidos no trabalho, não citaremos seus respectivos nomes, mas, apresentaremos em ordem alfabética as iniciais de seus nomes: A, AR, F, GG, GT, JP, ME e P. Também entendemos ser relevante informar que o grupo de discentes pertencem a faixa etária de 16 a 17 anos e que somente as discentes F e ME, são do sexo feminino.

Para a elaboração das tabelas com a síntese dos argumentos dos discentes, que apresentamos na sequência, os valores referentes a quantidade de falas e aos instrumentos de análise utilizados, são decorrentes dos trechos de falas analisados neste trabalho, ressaltando que pela integra das transcrições de fala dos discentes, foram manifestadas outras falas e interações, mas que devido ao objeto do trabalho, não foram contabilizadas.

A tabela 43, apresenta uma síntese das participações do discente A, durante as argumentações que se construíram no desenvolvimento da atividade investigativa demonstrativa.

Tabela 43 Síntese dos argumentos do discente A.

Discente	Instrumentos de Análise	frequência	Total de falas
A	Padrão Toulmin	01	2
	Operadores Epistemológicos	01	
	Indicador de Alfabetização Científica	01	
	Categorias Desenvolvidas por Driver e Newton	01	

Fonte: Elaborado pelo autor

Do ponto de vista, dos níveis de categorias de DRIVER e NEWTON (1997), seus argumentos foram de nível 02.

A tabela 44, apresenta uma síntese das participações do discente AR, durante as argumentações que se construíram no desenvolvimento da atividade investigativa demonstrativa.

Tabela 44 Síntese dos argumentos do discente AR

Discente	Instrumentos de Análise	frequência	Total de falas
AR	Padrão Toulmin	02	11
	Operadores Epistemológicos	06	
	Indicador de Alfabetização Científica	08	
	Categorias Desenvolvidas por Driver e Newton	08	

Fonte: Elaborado pelo autor

Do ponto de vista, dos níveis de categorias de DRIVER e NEWTON (1997), seus argumentos foram de nível 00, 02 e 04.

A tabela 45, apresenta uma síntese das participações da discente F, durante as argumentações que se construíram no desenvolvimento da atividade investigativa demonstrativa.

Tabela 45 Síntese dos argumentos da discente F.

Discente	Instrumentos de Análise	frequência	Total de falas
F	Padrão Toulmin	01	10
	Operadores Epistemológicos	03	
	Indicador de Alfabetização Científica	09	
	Categorias Desenvolvidas por Driver e Newton	04	

Fonte: Elaborado pelo autor

Do ponto de vista, dos níveis de categorias de DRIVER e NEWTON (1997), seus argumentos foram de nível 00, 02 e 04.

A tabela 46, apresenta uma síntese das participações do discente GG, durante as argumentações que se construíram no desenvolvimento da atividade investigativa demonstrativa.

Tabela 46 Síntese dos argumentos do discente GG.

Discente	Instrumentos de Análise	frequência	Total de falas
GG	Padrão Toulmin	01	14
	Operadores Epistemológicos	09	
	Indicador de Alfabetização Científica	08	
	Categorias Desenvolvidas por Driver e Newton	06	

Fonte: Elaborado pelo autor

Do ponto de vista, dos níveis de categorias de DRIVER e NEWTON (1997), seus argumentos foram de nível 00, 02 e 04.

A tabela 47, apresenta uma síntese das participações do discente GT, durante as argumentações que se construíram no desenvolvimento da atividade investigativa demonstrativa.

Tabela 47 Síntese dos argumentos do discente GT.

Discente	Instrumentos de Análise	Frequência	Total de falas
GT	Padrão Toulmin	00	01
	Operadores Epistemológicos	00	
	Indicador de Alfabetização Científica	00	
	Categorias Desenvolvidas por Driver e Newton	01	

Fonte: Elaborado pelo autor

Do ponto de vista, dos níveis de categorias de DRIVER e NEWTON (1997), seu argumento foi de nível 00.

A tabela 48, apresenta uma síntese das participações do discente JP, durante as argumentações que se construíram no desenvolvimento da atividade investigativa demonstrativa.

Tabela 48 Síntese dos argumentos do discente JP.

Discente	Instrumentos de Análise	frequência	Total de falas
JP	Padrão Toulmin	01	24
	Operadores Epistemológicos	10	
	Indicador de Alfabetização Científica	14	
	Categorias Desenvolvidas por Driver e Newton	07	

Fonte: Elaborado pelo autor

Do ponto de vista, dos níveis de categorias de DRIVER e NEWTON (1997), seus argumentos foram de nível 00, 02 e 04.

A tabela 49, apresenta uma síntese das participações da discente ME, durante as argumentações que se construíram no desenvolvimento da atividade investigativa demonstrativa.

Tabela 49 Síntese dos argumentos da discente ME.

Discente	Instrumentos de Análise	frequência	Total de falas
ME	Padrão Toulmin	01	02
	Operadores Epistemológicos	03	
	Indicador de Alfabetização Científica	03	
	Categorias Desenvolvidas por Driver e Newton	02	

Fonte: Elaborado pelo autor

Do ponto de vista, dos níveis de categorias de DRIVER e NEWTON (1997), seus argumentos foram de nível 02 e 04.

A tabela 50, apresenta uma síntese das participações do discente P, durante as argumentações que se construíram no desenvolvimento da atividade investigativa demonstrativa.

Tabela 50 Síntese dos argumentos do discente P.

Discente	Instrumentos de Análise	frequência	Total de falas
P	Padrão Toulmin	03	25
	Operadores Epistemológicos	20	
	Indicador de Alfabetização Científica	24	
	Categorias Desenvolvidas por Driver e Newton	08	

Fonte: Elaborado pelo autor

Do ponto de vista, dos níveis de categorias de DRIVER e NEWTON (1997), seus argumentos foram de nível 00, 02 e 04.

Num primeiro momento, pautando-se apenas pela diversidade na produção de argumentos dos discentes, que podem ser observados nos trechos de falas analisados, é importante ponderar que os discentes em que foi percebido baixa quantidade de manifestação das interações discursivas, não implica diretamente que eles tenham baixo desempenho ou que não adquiriram as habilidades esperadas, se comparados com os discentes que apresentam uma alta quantidade de participação nas interações discursivas, mas que tem relevante contribuição como indicador para o docente na elaboração de novas estratégias com potencial alcance destes discentes.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando dentro do processo ensino e aprendizagem, a perspectiva do docente, que é caracterizada em sua grande maioria pela busca continuada por novas metodologias e inovações, a fim de que contribuam para a melhoria no ensino e aprendizagem de ciências, mas que no nosso caso, especificamente desempenhe a função de ponte entre o discente e as aulas de física.

Para tanto, este trabalho propôs o desenvolvimento de uma atividade experimental demonstrativa investigativa, com abordagem da argumentação associada à plataforma arduino (tecnologia).

Numa perspectiva do ensino investigativo, entendemos que esta metodologia pode agregar importantes contribuições, pois seu desenvolvimento permite preservar as características de uma atividade, valorizar o ambiente de contextualização e garantir o exercício de amplas possibilidades quanto ao objeto investigado, ou seja, durante o processo ensino e aprendizagem, é possível que o discente se movimente espontaneamente entre os limites e as possibilidades que se constituem durante o processo ensino e aprendizagem em desenvolvimento; o que de certa forma, pode incrementar uma maior autonomia dos discentes na elaboração de hipóteses e tomadas de decisão.

Ao nosso ver, durante o desenvolvimento deste trabalho, a plataforma arduino pôde oferecer contribuições como recurso metodológico de propulsão, pois mostrou-se capaz de ampliar as possibilidades de aprendizagem por apresentar características de um dispositivo (gatilho) estimulador da curiosidade. Referenciando nossas considerações, nestas contribuições, bem como ao mesmo tempo não nos afastando das reservadas ponderações que são decorrentes de possíveis limitações inerentes à tecnologia.

O Arduino utilizado como recurso metodológico no desenvolvimento da atividade experimental demonstrativa investigativa, também se mostrou promissor por possibilitar o desenvolvimento de situações problemáticas abertas, que por sua vez favoreceram à reflexão dos discentes quanto à relevância e interesse pelas atividades propostas e a análises qualitativas significativas que contribuíram para a compreensão dos conceitos de física.

Torna-se perceptível também a partir de nossa análise, um grande interesse dos discentes pela atividade experimental demonstrativa investigativa com a utilização do Arduíno, pois demonstraram estar bem socializados com o domínio da tecnologia, com o processo de desenvolvimento da atividade bem como as devidas interpretações e análises de gráficos apresentadas por eles e que só foram possíveis a partir do envolvimento da plataforma Arduíno com a atividade experimental.

Com relação ao currículo, o uso do Arduíno como instrumento metodológico neste trabalho, pode ser entendido como um incremento da amplitude das possibilidades de transcender os limites de um fetiche pedagógico. Ainda na perspectiva do currículo, as argumentações espontâneas desenvolvidas pelos discentes, sobre o conhecimento específico condução de calor, de certa forma podem demonstrar as habilidades relacionadas com a competência comunicação.

E isto pode caracterizar uma forma de manifestação do pensamento científico, como desdobramentos do uso do Arduíno, sendo assim, entendemos que durante o desenvolvimento deste trabalho, o Arduíno pôde se mostrar como um Link (relação) entre o conhecimento específico e o currículo (BNCC).

Do ponto de vista da argumentação que é proposto por este trabalho, de observar a manifestação de argumentos pelos discentes durante o desenvolvimento de atividade investigativa demonstrativa em aulas de física, bem como a forma em que ocorrem estes argumentos e sua estruturação.

Consideramos de grande relevância os resultados apresentados nas tabelas 43 à 50, pois apresentam uma síntese decorrente das interações argumentativas dos discentes de forma quantitativa, as manifestações do padrão de argumentação de TOULMIN (1958), a manifestação das operações epistemológicas desenvolvidas por JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, BUGALLO RODRIGUEZ e DUSCHL (2000), a manifestação dos indicadores de alfabetização científica defendidos por SASSERON (2008) e a manifestação das categorias para análise da argumentação dos discentes desenvolvidas por DRIVER e NEWTON (1997).

Entendemos que estes elementos característicos da argumentação, podem se aflorar em função da atividade experimental demonstrativa investigativa proposta por este trabalho. Neste cenário de manifestações da argumentação, os atos de falas dos discentes, de certa forma expõem um indivíduo crítico e atuante em sua necessidade de

convencimento; o que na perspectiva da argumentação, pode caracterizar a não passividade com o processo ensino e aprendizagem, que por sua vez, pode proporcionar ao discente o exercício cognitivo da interligação do pensamento com a narrativa, ou seja, uma linguagem egocêntrica (o discente conversa com ele mesmo), sendo assim, primeiro absorve, aprende o conceito e estabelece o domínio de uma estrutura interpessoal e conseqüentemente o domínio de uma estrutura intrapessoal, VYGOTSKY, L. S. (2001).

Considerando estes desdobramentos ocorridos nas interações discente/discente e discente/docente, que são próprias da argumentação, em nossa percepção, o desenvolvimento deste trabalho contempla considerável espaço e visibilidade para um saber inter e intrapessoal; o que de certa forma pode estabelecer uma maior aproximação das competências socioemocionais, pois oportuniza maior autonomia do discente na sua relação com o processo de ensino e aprendizagem, maior flexibilidade e cooperação, na gestão de conflitos inerentes a diversidade de ideias e indivíduos para tomada de decisões, numa evidente valorização de princípios democráticos e éticos.

Sendo assim, é possível entender que as argumentações manifestadas durante o desenvolvimento da atividade experimental investigativa envolvendo o uso do Arduíno, notadamente desempenham um papel mediador no desenvolvimento do pensamento.

Ao nosso ver, também podemos entender que o delineamento deste trabalho traz contribuições para a prática docente, numa perspectiva de ampliação das possibilidades de instrumentos de avaliação, tendo em vista que a partir da observação das argumentações que se manifestam, podem se desenhar possíveis quadros que favoreçam o docente na identificação do progresso do discente, também quando o discente expõe conceitos utilizando seu próprio argumento, oportuniza ao docente, o desenvolvimento de um inventário preciso, que pode favorecer a leitura do momento do discente durante o processo de ensino e aprendizagem, além de possibilitar ao docente, possíveis adequações no percurso metodológico.

Considerando a análise das aulas a partir dos registros em áudio e vídeo e a observação do desenvolvimento da atividade experimental demonstrativa investigativa

com o uso do Arduino, entendemos ter sido válida a proposta apresentada por este trabalho.

Por apresentar contribuições sobremaneira para a reflexão dos discentes quanto à relevância e possível interesse pelas atividades propostas.

Também por se mostrar como indicador das competências adquiridas pelos discentes nas interações argumentativas que se manifestaram durante o desenvolvimento da atividade experimental demonstrativa investigativa.

Também entendemos que na perspectiva do docente, este trabalho pode apresentar possibilidade de ampliação dos instrumentos de avaliação.

Enfim, não está em nossas pretensões, apresentar aqui uma contribuição definitiva para as questões que envolvem o processo ensino e aprendizagem, mas apresentar este trabalho como uma alternativa que pode ser articulada a outras metodologias para o enfrentamento dos desafios já estabelecidos e para uma reaprendizagem frente às novas situações relacionadas ao ensino de física, bem como, para uma maior amplitude da compreensão por parte dos docentes, no que diz respeito à argumentação que o discente traz com ele.

BIBLIOGRAFIA

ADORNO, T.W. Soziologische Schriften. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1979.

BAU DA ELETROENICA COMPONENTES ELETROENICOS. Plataforma Arduino. Guarulhos, SP. Disponível em: <https://blog.baudaeletronica.com.br/plataforma-arduino/>. Acesso em: 30 ago. 2020.

BRASIL. MINISTÉRIO da EDUCAÇÃO. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018.

BUGALLO RODRIGUES, A.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (1996, August). Using Toulmin's argument pattern to analyse genetics questions. Paper presented at the Third European Science Education Research Association (ESERA). Summer school, Barcelona.

CANDELA, A. A construção discursiva de contextos argumentativos no ensino de ciências. In: Coll, C.; EDWARDS, D. (Orgs). Ensino, Aprendizagem e Discurso em Sala de Aula. Porto Alegre: Artmed, 1998, p.143 – 169.

CAPECCHI, M. C. V. M.; CARVALHO, A. M. P.; SILVA, D. Relações entre o discurso do professor e a argumentação dos alunos em uma aula de física. Ensaio, v. 2, n. 2, 2002. Disponível em: http://www.fae.ufmg.br/ensaio/v2_2/mariacandida.PDF. Acesso em 27 ago.2007.

CARNEIRO, R. F.; PASSOS, C. L. B. A utilização das tecnologias da informação e comunicação nas aulas de matemática: Limites e possibilidades. Revista Eletrônica de Educação, São Carlos, v. 8, n. 2, p. 101-119, 2014.

CARVALHO, A. M. P. et al. Termodinâmica: um ensino por investigação. São Paulo: FEUSP, 1999, p.70.

CASTRO, R. S.; CARVALHO, A. M. P. História da ciência: como e quando usá-la num curso de calor e temperatura para o segundo grau. Simpósio Nacional de Ensino de Física, 9, 1991, p. 487-490. Atas.

CASTRO, R. S. Dissertação (Mestrado) IFUSP/FEUPS, orientada por Anna Maria Pessoa de Carvalho. Em elaboração.

DEITEL, H. M.; DEITEL, P. J.; CHOFFNES, D. R. Sistemas Operacionais 3ª Edição. São Paulo, SP: PEARSON, 2005.

DRIVER, R.; NEWTON, P. Establishing the norms of scientific argumentation in classroom. Paper prepared for presentation at the ESERA Conference, 2 – 6 September 1997, Rome.

EDWARDS, D. e MERCER, N. El conocimiento compartido: El desarrollo de la comprensión en el aula. Buenos Aires: Paidós, 1988.

EVANS, M.; NOBLE, J.; HOCHENBAUM, J. Arduino em ação. São Paulo: Novatec. 2013.

FÍSICA COM APLICAÇÃO TECNOLÓGICA – v. 2/ organização de Dirceu D’Alkimir Telles, João Mongelli Netto - São Paulo: Blucher, 2013. (página 193)

FREIRE, P. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. 38. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FRIZZARIN, F. B.; Arduino: Guia para colocar suas ideias em prática. São Paulo, SP: Casa do Código, 2016.

GIMENEZ, S. P. Microcontroladores 8051. Editora PEARSON. São Paulo, SP: PEARSON, 2005.

GOI, M.E.J.; SANTOS, F.M.T. Reações de Combustão e Impacto Ambiental por meio de Resolução de Problemas e Atividades Experimentais. Química Nova na Escola. Vol. 31, n. 3, p. 203-209, 2009.

GUERRA, S. A quarta onda globalizante e os desafios para o direito internacional. Revista da Faculdade de Direito de Campos, Campos de Goytacazes, v.4-5, n. 4-5, 2004.

HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. Enseñanza de las Ciencias, Barcelona, v. 12, n. 3, p. 299-313, 1994.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; BUGALLO RODRIGUEZ, A.; DUSCHL, R. A. Doing the lesson or doing science: argument in high school genetics. Science Education, v.

84, p. 757 – 792, 2000.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M.P; DÍAZ DE BUSTAMANTE, J., “Discurso de Aula y Argumentación en la Clase de Ciências: Cuestiones Teóricas y Metodológicas”, *Enseñanza de las Ciencias*, v.21, n.3, 359-370, 2003.

JUNIOR, N. B. Argumentação no discurso oral e escrito de alunos do ensino médio em uma sequência didática de física moderna; Tese Mestrado; São Paulo, USP; 2010.

LABURÚ, C. E.; ZÔMPERO, A. F. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens, *Revista Ensaio*, Belo Horizonte; v. 13, n. 03, p. 67-80, 2011

LEAL, T. F. A argumentação em textos escritos: A criança e a escola. Belo Horizonte. Autêntica, 2015.

LOTMAN, Y. The semiotics of culture and the contexto of a text. *Soviet psychology*, v. 26, n. 3, pp. 32-51, 1988.

MALONEY, J.; RESNICK, M.; RUSK, N.; SILVREMAN, B.; EAUSTMOND, E. The scratch programming language and environment. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, 10 (4), 16, 2010.

MAZZOTTI, T. B.; OLIVEIRA, J. R. A retórica das teorias pedagógicas: uma introdução ao estudo da argumentação. Mimeo. 1999.

MERCER, N. La construcción guiada del conocimiento: a fala de professores e alunos. Paidós, Barcelona, 1997.

MONTEIRO, M. A. A. et al. Protótipo de uma atividade experimental para o estudo da cinemática realizada remotamente. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Santa Catarina, v. 30, n. 1, p. 191-208, abr. 2013.

MONTEIRO, M. A. A. Um estudo sobre as contribuições para o processo de ensino e de aprendizagem de conceitos de física a partir de experimentos controlados remotamente; Tese Livre Docente; Guaratinguetá, UNESP; 2017.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. Múltiplos olhares sobre um episódio: “Por que o gelo flutua na água?”. Encontro sobre teoria e Pesquisa em Ensino de Ciências, Belo Horizonte, 1997.

MORTIMER, E. F. Microgenetic analysis and the dynamic of explanation in science classroom. Proceedings of the III Conference for Sociocultural Research, 2000. Disponível em <http://www.fae.unicamp.br/br2000/trabs/1990.doc>. Acesso em 29/08/2008.

NARDI, R. (Org.). Questões atuais no ensino de Ciências. São Paulo: Escrituras, 2004, p. 57.

NASCIMENTO, S. S.; VIEIRA, R. D. Contribuições e limites do padrão de argumento de Toulmin aplicado em situações argumentativas de sala de aula de ciências. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, Porto Alegre, v. 8, n. 2, 2008 [On-line].

PAULA CARVALHO, J. C. de; BADIA, D. D. Deux études d' Anthropologie Philosophique. Reflexão (Campinas), Campinas - SP, n.1, p. 57-67, 2004.

PAULI, R. U.; MAUAD, F. C.; HEILMANN, H. P. Calor e termodinâmica. São Paulo: E. P. U., 1978, p. 1 e 196.

PAULI, R. U.; MAUAD, F. C.; HEILMANN, H. P. Calor e termodinâmica, 1978, p. 1 e 197.

Rocha, F. S.; Guadagnini, P. H. Projeto de um sensor de pressão manométrica para ensino de física em tempo real. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Bagé, v. 31, n. 1, p. 124-148, abr. 2014.

SÁ, E. F. de; PAULA, H. de F; LIMA, M. E. C.; AGUIAR, O. G. de. As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso de especialização em ensino de ciências. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, 6, Florianópolis, SC, Atas..., 2007.

SÃO PAULO. SECRETARIA de ESTADO da EDUCAÇÃO. Currículo do Estado de São Paulo: Ciências da Natureza e suas Tecnologias. São Paulo: SEE, 2011. P. 100. (Coordenação Leila Aparecida Viola Mallio)

SASSERON, L. H.; Alfabetização científica no ensino fundamental: estrutura e indicadores deste processo em sala de aula, 2008. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. O ensino de ciências para a alfabetização científica: analisando o processo por meio das argumentações em sala de aula. In: Simpósio Internacional de Análise do Discurso, 3., 2008, Belo Horizonte. Anais...Belo Horizonte: NAD/UFMG, 2008^a [On-line].

SCHWAB, K. A quarta revolução industrial. São Paulo, SP: Edipro, 2016.

TOULMIN, S. The uses of argument. Cambridge University Press, 1958.

TOULMIN, S. Os Usos do Argumento. Trad. Reinaldo Guarany. São Paulo: Martins Fontes, 1958/2006.

VYGOTSKY, L. S. A construção do pensamento e da linguagem. São Paulo, SP: Martins Fontes, 2001 (Original publicado em 1934).

VILCHES, A.; MARQUES, L.; GIL-PEREZ, D.; PRAIA, J. Da necessidade de uma formação científica para uma educação para a cidadania. In: I SIMPÓSIO DE PESQUISA EM ENSINO E HISTÓRIA DE CIÊNCIAS DA TERRA e III SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE GEOLOGIA. 2007, Campinas. Atas do I Simpósio... Campinas: UNICAMP, 2007. p. 421-426. Disponível em: Acesso em: 10/10/2010.