



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ELIZANGELA RATKE

O ENSINO DE TERMODINÂMICA POR INVESTIGAÇÃO E SUAS INTERFACES
PARA A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA EM AULAS DE FÍSICA

PALOTINA

2018

ELIZANGELA RATKE

O ENSINO DE TERMODINÂMICA POR INVESTIGAÇÃO E SUAS INTERFACES
PARA A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA EM AULAS DE FÍSICA

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao curso de Licenciatura em Ciências Exatas, Setor Palotina, da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciada em Ciências Exatas – Habilitação em Física.

Orientador: Prof. Dr. Leandro Siqueira Palcha

PALOTINA

2018

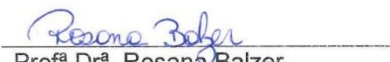
TERMO DE APROVAÇÃO

ELIZANGELA RATKE

**O ENSINO DE TERMODINÂMICA POR INVESTIGAÇÃO E SUAS
INTERFACES PARA A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NAS AULAS DE
FÍSICA**

Monografia apresentada como requisito parcial à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso, Licenciatura em Ciências Exatas, Setor Palotina, Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:


Profª Drª Denise Trevisoli
Membro da banca


Profª Drª Rosana Balzer
Membro da Banca


Profª Drª Mara Fernanda Parisoto
Membro da Banca


Prof Dr Valdir Rosa
Membro da Banca

Palotina, 12 de Dezembro de 2018.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus no qual tenho muita fé, amor e gratidão. Pela vida que possuo e todas as bênçãos e dádivas que me concede.

Aos meus pais, Valdomiro e Nilse Ratke, meus grandes exemplos de amor, superação e batalha, que sempre fizeram o melhor para garantir minha educação e formação de forma plena e com qualidade.

Minha irmã Elisandra Ratke e meu namorado Phillipe Botelho, que sempre estiveram ao meu lado me incentivando, dando apoio e acreditando na minha competência.

Minha amiga e confidente Daniela Arndt, que esteve comigo nesta jornada, nestes últimos 4 anos, sendo de grande importância para minha formação e vida. Aos demais colegas do curso de Licenciatura em Ciências Exatas que, de alguma forma, contribuíram para meu crescimento intelectual e pessoal.

A todos os meus amigos que me apoiaram, incentivaram, em especial aos meus amigos do Juca Tur, pela parceria e força em todos os momentos.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Leandro Palcha, pela dedicação, sugestões, paciência e por ter apresentando em suas aulas a metodologia de Ensino de Ciências por investigação, gerando interesse em mim por ensinar Física de forma diferenciada.

A escola, direção, equipe pedagógica, professora e aos alunos participantes do estudo.

A todos os professores que não medem esforços para uma formação de qualidade, insistem e nos inspiram na carreira docente.

Aos membros da banca examinadora, Prof.^a Dr.^a. Camila Tonezer, Prof. Dr. Carlos Coimbra, Prof.^a Dr.^a. Raquel Angela Speck e Prof. Dr. Valdir Rosa, por aceitarem o convite para ler este trabalho e, acima de tudo, serem exemplos de profissionais, pessoas, que despertam em mim admiração e gratidão pelos ensinamentos ao longo desta caminhada.

“Não há saber mais ou saber menos: Há saberes diferentes”.

(Paulo Freire)

RESUMO

Considera-se que o ensino de Física tem sido visto majoritariamente por um prisma tradicional-expositivo, por isso no cenário atual a discussão por metodologias ativas emerge como possibilidade de explorar a participação dos alunos na construção do conhecimento e propiciar um ensino de ciência mais atraente. Dentre as metodologias ativas, a aprendizagem baseada em problemas destaca-se pela modalidade conhecida como “Ensino de Ciências por Investigação”, sendo desenvolvida, no Brasil, principalmente por trabalhos de Carvalho (1998; 1999; 2014; 2015; 2016), com atividades problematizadoras simples, passíveis de serem realizadas em sala de aula. Outrossim considera-se a importância dos conhecimentos de Termodinâmica para a compreensão dos alunos sobre os conhecimentos físicos que se fazem presentes no cotidiano, bem como os reflexos que a mediação docente do tema produz para que alunos construam suas explicações científicas razoáveis. Com isso, problematizam-se aqui as interfaces que o que o ensino por investigação poderia ter para a alfabetização científica dos conhecimentos físicos relacionados à Termodinâmica. O objetivo geral deste trabalho é analisar uma proposta de Ensino de Termodinâmica por investigação e suas interfaces para a alfabetização científica em aulas de Física, trazendo objetivos mais específicos como: realizar uma revisão de literatura fundamentando a importância das pesquisas na área de ensino de Termodinâmica; desenvolver uma proposta de ensino de Termodinâmica por investigação para o Ensino Médio; e pontuar as contribuições desta pesquisa que podem auxiliar no processo de alfabetização científica dos alunos. Em termos metodológicos, aplicou-se uma sequência de ensino investigativa sobre Termodinâmica em turmas do Ensino Médio, na disciplina de Física, de uma escola da rede pública. E a análise dos dados, orientou-se pelo referencial metodológico da Análise de Conteúdo. Os resultados indicam que a proposta foi favorável para mediação e construção do conhecimento sobre o tema e, além disso, as contextualizações e relações feitas pelos alunos demonstram que a aula investigativa auxilia os alunos tanto na aprendizagem dos conceitos quanto na alfabetização científica. Também revelam que a utilização de metodologias ativas contribui para transformar a prática docente, possibilitando um ambiente investigativo, crítico e reflexivo que conta com a participação dos alunos. Defende-se que as interfaces (científica, ativa e cotidiana) contribuem para alfabetização científica em aulas de Física por meio do ensino por investigação tornam-se evidentes quando se têm claro os objetivos da mediação docente e seus reflexos sobre os alunos que se pretende formar para sociedade.

Palavras-chave: Aprendizagem. Ensino de Física. Metodologias ativas.

ABSTRACT

It is considered that the teaching of Physics has been seen mainly by a traditional-expository prism. Thereby, in the current context, the discussion by active methodologies emerges as a possibility to explore the participation of the students in the construction of knowledge and to provide a science teaching more attractive. Among the active methodologies, the problem-based learning, stands out by the modality known as "Teaching of Sciences by Investigation", being developed in Brazil, mainly by works of Carvalho (1998, 1999, 2014, 2015, 2016) with simple problem-making activities that can be carried out in the classroom. It is also considered the importance of the knowledge of thermodynamics for the students' understanding of the physical knowledge that is present in the daily life, as well as the reflections that the teaching mediation of the subject produces for students to construct their reasonable scientific explanations. For this, the interfaces that the teaching by investigation could have for the scientific literacy of the physical knowledge related to thermodynamics are problematized here. The general objective of this work is to analyze a proposal of Teaching Thermodynamics by research and its interfaces for scientific literacy in Physics classes, bringing more specific objectives such as: to carry out a review of literature basing the importance of research in the area of Thermodynamics teaching; to develop a proposal of teaching of Thermodynamics by investigation for the High School; and to highlight the contributions of this research that can help in the students' scientific literacy process. In methodological terms, was applied a sequence of teaching by investigation on Thermodynamics in high school classes, in the discipline of Physics, of a public school. And the analysis of the data, was guided by the methodological framework of Content Analysis. The results indicate that the proposal was favorable for mediation and construction of knowledge on the subject and, in addition, the contextualizations and relationships made by the students demonstrate that the investigative class assists the students in both the learning of concepts and in scientific literacy. They also show that the use of active methodologies contributes to the transformation of teaching practice, enabling a research, critical and reflexive environment that counts on the participation of the students. It is argued that the interfaces (scientific, active and everyday) contribute to scientific literacy in physics classes through teaching by research become evident when the objectives of teacher mediation and their reflexes on the students that are intended to be formed are clear for society.

Keywords: Learning. Teaching Physics. Active Methodologies.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	11
2.1 PONTUAÇÕES SOBRE A HISTÓRIA DA TERMODINÂMICA.....	11
2.2 PONTUAÇÕES SOBRE AS PESQUISA NO ENSINO DE TERMODINÂMICA	14
2.3 PONTUAÇÕES SOBRE O ENSINO DE FÍSICA POR INVESTIGAÇÃO	16
2.3.1 A experimentação na área de Física.....	19
2.4 PONTUAÇÕES SOBRE A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA	21
3 METODOLOGIA DA PESQUISA	23
3.1 CONTEXTO DA PESQUISA.....	23
3.2 SUJEITOS DA PESQUISA	24
3.3 INSTRUMENTOS DA PESQUISA.....	25
3.4 DISPOSITIVO DE ANÁLISE	25
4 RESULTADOS E ANÁLISE DA PESQUISA	27
4.1 A SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA (SEI) PARA OS ALUNOS.....	27
4.1.1 A construção de hipóteses.....	27
4.1.2 A realização do experimento	28
4.1.3 A sistematização do conhecimento	29
4.2 A ALFABETIZAÇÃO E A INVESTIGAÇÃO PARA OS ALUNOS.....	31
4.2.1 Sobre a alfabetização científica em aulas de Física.....	31
4.2.2 Sobre a investigação da termodinâmica.....	33
4.2.3 Sobre a etapa da Sequência de Ensino Investigativa	34
4.2.4 Sobre as palavras-chaves da proposta investigativa	36
4.3 O ENSINO DE FÍSICA E SUAS INTERFACES PARA ALFABETIZAÇÃO	38
CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
REFERÊNCIAS	42
APÊNDICE 1 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	44
APÊNDICE 2 – ROTEIRO DA AULA INVESTIGATIVA	45
APÊNDICE 3 – QUESTIONÁRIO	47

1 INTRODUÇÃO

Parte-se do pressuposto de que atualmente as aulas de Física na escola se realizam predominantemente por um prisma tradicional e expositivo, o qual pode tornar a aprendizagem de conhecimentos físicos pouco atraentes aos alunos.

As aulas expositivas assim desenvolvidas, sem debate ou troca de ideias, ficam limitadas à autoridade do professor, reduzindo a participação dos alunos, ou seja, deixando-os à margem da construção do conhecimento, como agentes passivos no processo de ensino (COLL, 2009).

Até mesmo pode-se supor que sem uma reflexão teórica mais aprofundada sobre o ensino que se pratica no dia a dia, a função educativa da escola não efetiva o seu papel quanto à formação cidadã, crítico-reflexiva nos alunos. Por isso, justifica-se a necessidade de mobilizar o ensino de Física em sala de aula por outras abordagens que conduzam os alunos à participação no processo de ensino-aprendizagem da ciência, a fim de problematizar: até que ponto a relação entre a Física e o ensino da Física tem contribuído para o processo de alfabetização dos alunos na escola (?) ou até que ponto os alunos são capazes de perceberem como os conhecimentos físicos aprendidos na escola têm relações com o cotidiano (?).

Nesse contexto, a discussão por metodologias ativas de aprendizagem emergem como possibilidade de transformar a realidade da prática docente, uma vez que, na perspectiva ativa, as metodologias exploram a participação dos alunos na construção do conhecimento, durante o processo educativo. Dentre elas, destaca-se a “aprendizagem baseada em problemas” (*Problem-based learning*) que favorece aos alunos pesquisar ativamente por soluções para os conteúdos científicos problematizados. Desse modo, presume-se que os alunos, “desenvolvem a habilidade de levantar questões e problemas e buscam – individualmente e em grupo e utilizando métodos indutivos e dedutivos – interpretações coerentes e soluções possíveis” (MORAN, 2018, p.15).

Com isso, importa analisar e discutir sobre as metodologias que possam incluir os alunos na mediação dos conteúdos científicos e desenvolver o pensamento crítico sobre o que é ensinado são indispensáveis para a construção do conhecimento de forma ativa e significativa. De acordo com Moran (2018, p.2), “a aprendizagem é ativa e significativa quando avançamos em espiral, de níveis mais

simples para níveis mais complexos de conhecimento e competência em todas as dimensões da vida”.

No que toca a área de ensino de Física, a aprendizagem ativa pautada pela metodologia do “Ensino de Ciências por Investigação” vem se destacando como uma possibilidade de promover a participação dos alunos nas aulas ao mesmo tempo em que desenvolve habilidades do campo da ciência. No Brasil, os trabalhos desenvolvidos por Anna Maria Pessoa de Carvalho (1998; 1999; 2014; 2015; 2016), são de grande relevância para o campo de ensino-aprendizagem da Física, pois indicam a possibilidade de mediação da ciência a partir de atividades problematizadoras simples, passíveis de serem realizadas em sala de aula.

Como possibilidade de ampliar e aprofundar as discussões, este trabalho discute o ensino de ciências por investigação envolvendo o tema da Termodinâmica (BORGNAKKE; SONNTAG, 2013; ÇENGEL; BOLES, 2013; HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2012; LUIZ, 2012; OLIVEIRA, 2012), haja vista que o ensino dos conhecimentos científicos da Termodinâmica promovem uma enriquecedora aprendizagem sobre os fenômenos que envolvem o conceito de energia na prática.

A partir do exposto, adiante, procuramos discutir como o ensino de Termodinâmica pode ser praticado no contexto escolar por uma proposta de ensino por investigação, destacando pontuações sobre a alfabetização científica que possam evidenciar a compreensão dos alunos sobre o ensino de Física associado às questões do cotidiano.

O objetivo da pesquisa, portanto, reside em *analisar as contribuições de uma proposta de ensino de Termodinâmica por investigação e suas interfaces para o processo de alfabetização científica em aulas de Física*. Nessa medida, a pesquisa envolve objetivos mais específicos como:

- a) *Realizar uma revisão de literatura fundamentando a importância das pesquisas na área de ensino de Termodinâmica;*
- b) *Desenvolver uma proposta de ensino de Termodinâmica por investigação para o Ensino Médio;*
- c) *Pontuar as contribuições desta pesquisa que podem auxiliar no processo de alfabetização científica dos alunos.*

Para apresentar o desenvolvimento, a composição e análise deste trabalho, o texto está organizado em cinco capítulos.

O capítulo seguinte aborda a fundamentação teórica deste estudo. Inicia-se por pontuações históricas sobre a Termodinâmica, trazendo também teorizações em termos de ensino e pesquisa no ensino de Física. Posteriormente, aborda-se o ensino de ciências por investigação, suscitando alguns pressupostos teóricos sobre o processo de alfabetização científica.

No terceiro capítulo são apresentados os procedimentos metodológicos e analíticos tomados para a realização da pesquisa. Nele, é descrito o contexto da pesquisa, sujeitos da pesquisa e, ainda, os instrumentos utilizados para a construção do *corpus* de análise, assim como se indica a forma de apresentação e discussão dos resultados produzidos ao longo do último ano.

O capítulo quatro exhibe os resultados e análises produzidos pelo estudo, sendo organizados em categorias que se orientam pelo referencial metodológico da Análise de Conteúdo. Analisam-se os roteiros da aula prática, os questionários, observando as classificações e argumentações dos alunos, identificando características da alfabetização científica.

No último capítulo, expõem-se considerações finais sobre o presente trabalho, as contribuições e possibilidades para que o ensino seja cada vez mais voltado para a construção investigativa do conhecimento, proporcionando aos alunos situações de aprendizagem e alfabetização científica no que se diz respeito ao ensino da Física e de modo mais específico da Termodinâmica.

Por fim, espera-se que este trabalho possa trazer indicativos para a formação de professores de Física, demonstrando possibilidades para ações práticas que envolvam a mediação dos conhecimentos físicos em sala de aula.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta uma revisão de literatura condizente aos aspectos da história, ensino e pesquisa no ensino da Termodinâmica, destacando as características no ensino por investigação, bem como pressupostos de alfabetização científica que podem ser desenvolvidos em sala de aula.

2.1 PONTUAÇÕES SOBRE A HISTÓRIA DA TERMODINÂMICA

O nome “Termodinâmica”, etimologicamente, “vem das palavras gregas *thérme* (calor) e *dýnamis* (força), que descrevem bem os primeiros esforços de converter calor em força” (ÇENGEL; BOLES, 2013, p.2).

Para Borgnakke e Sonntag (2013, p.21), “o campo da termodinâmica se relaciona com a ciência da energia, com foco em armazenamento e processos de conversão de energia.” Já Halliday, Resnick e Walker (2012) afirmam que o estudo da Termodinâmica é um dos ramos principais da física e abrange leis que comandam relação entre calor, trabalho e outras formas de energia.

Por certo, os fenômenos da termodinâmica e suas aplicações estão muito presentes no nosso cotidiano (LUIZ, 2012; OLIVEIRA, 2012), pois sabe-se que devemos guardar certos alimentos em lugares refrigerados, que o fogo transmite o calor da chama, que precisamos nos proteger do frio. Adquirimos estes conhecimentos desde a infância, o estudo da termodinâmica nos auxilia a entender como e por que estes fatos acontecem.

De forma geral, a Termodinâmica foi a primeira a trazer respostas para a irreversibilidade dos fenômenos naturais e teve sua origem de forma empírica, uma vez que foram determinadas diretamente em observação experimental.

A Termodinâmica caracteriza-se por uma assimetria fundamental no nível dos fenômenos: ela autoriza determinado processo e proíbe o processo inverso. Por exemplo, o calor flui espontaneamente do corpo quente para o corpo frio e não ao contrário (PÁDUA; PÁDUA; SILVA, 2009, p. 125).

Ainda, conforme os autores, o desenvolvimento da Termodinâmica ocorreu no decorrer das revoluções Industrial e Científica, períodos de grandes mudanças sociais e econômicas, caracterizadas principalmente pela mudança de produção, antes doméstica e artesanal e posteriormente industrial capitalista.

No entanto, no início do século XIX surgiu, nos estudos dos fenômenos ligados ao calor, uma nova abordagem científica fundamentada em princípios gerais que permitiram estudar os sistemas físicos em sua totalidade. Estava nascendo a Termodinâmica. Da mesma forma que a Mecânica e o Eletromagnetismo, esta Física dos fenômenos térmicos evoluiu como teoria e gerou uma infinidade de aplicações tecnológicas importantes e que estão, de forma evidente, absolutamente impregnadas no nosso cotidiano (PÁDUA; PÁDUA; SILVA, 2009, p. 20).

As aplicações e aperfeiçoamentos da Termodinâmica se deram graças ao crescimento da indústria que já necessitava de força motora eficiente para alta produção com custos mais baixos, chegando-se à elaboração da máquina a vapor, Pádua, Pádua, e Silva (2009) destacam que a máquina a vapor foi aperfeiçoada por James Watt, o qual a tornou mais econômica e com maior rendimento no que se dizia a respeito de produção de energia. “A partir daí, a máquina a vapor foi decisiva para o êxito e crescimento da indústria têxtil como também, para a evolução dos meios de transportes, com a locomotiva, barcos a vapor, etc.” (PÁDUA; PÁDUA; SILVA, 2009, p. 23)

Para Pádua, Pádua e Silva (2009), seguem cientistas importantes e suas obras para a Termodinâmica no decorrer dos séculos XVIII, XIX e a partir do século XX. No ano de 1724, Fahrenheit construiu um termômetro de mercúrio, determinou os pontos fixos, sendo o da ebulição da água e o ponto de fusão do gelo, correspondendo a 212°F e 32°F respectivamente. Dividiu o intervalo em 180 partes iguais. Foi Fahrenheit quem introduziu o mercúrio como substância termométrica, fato esse que melhorou muito a precisão das medidas de temperatura.

Bernoulli em 1738, publicou o livro *Hydrodynamica* que mais tarde deu origem à Teoria Cinética dos Gases, além de reconhecer o calor como uma forma de energia. Celsius em 1742, construiu a escala termométrica, originalmente chamada de centígrada, mas atualmente é conhecida por escala Celsius, nome em sua homenagem. Para determiná-la, utilizou um termômetro a mercúrio, tendo como pontos fixos, a ebulição da água com 100°C e o ponto de fusão do gelo com 0°C, dividindo este intervalo em 100 partes iguais.

Watt, em meados de 1765, como citado anteriormente, aperfeiçoou a máquina a vapor, com sua modificação, a máquina a vapor se tornou cerca de 75% mais econômica do que as máquinas anteriores.

Watt, em particular, era o cérebro por trás do aprimoramento ao motor. Seu modelo forneceu a energia que ajudou a Grã-Bretanha a se industrializar, além de levar cientistas a investigarem uma lei básica da natureza. Ajudou a vê-los que o calor não era uma substância, conforme havia pensado Lavoisier, mas uma forma de energia (BYNUM, 2013, p. 157).

Em 1824, Carnot, considerado por muitos como o “pai da Termodinâmica”, publicou seu trabalho “Reflexões sobre a Potência Motriz do Fogo”, relacionando trabalho e calor.

Carnot deu um passo adiante no nível de complexidade e sofisticação nas questões envolvendo o calor, introduzindo vários conceitos novos que foram essenciais para eventuais esclarecimentos de algumas ideias pré-clássicas. Estes, mais tarde, levaram a substituição da teoria do calórico pelas duas leis da Termodinâmica (PÁDUA; PÁDUA; SILVA, 2009, p.20).

Clapeyron, no ano de 1834, em trabalho publicado, acrescentou a obra de Carnot, uma fórmula algébrica e representação gráfica dos ciclos de funcionamento. Sendo que a equação de estado dos gases ideais, é conhecida como Equação de Clapeyron e é dada por: $PV = nRT$. Em 1845 Joule, determinou experimentalmente o valor do equivalente mecânico do calor, encontrando o valor de $1 \text{ cal} = 4,15 \text{ J}$, com uma diferença de 1% do valor utilizado atualmente ($1 \text{ cal} = 4,186 \text{ J}$), o que significa excelente precisão para os instrumentos que se tinha na época.

Kelvin, após contribuições, no ano de 1856 estabeleceu a escala definitiva do gás ideal, sendo chamada de escala absoluta de Kelvin ou escala Termodinâmica de temperatura.

A temperatura é uma das sete grandezas fundamentais do SI. Os físicos medem a temperatura na escala Kelvin, cuja unidade é o *kelvin* (K). Embora não exista um limite superior para a temperatura de um corpo, existe um limite inferior; essa temperatura limite é tomada como o zero da escala Kelvin de temperatura (HALLIDAY; RESNICK, 2012, p. 184)

Entre 1911-1912, foi formulada a 3ª Lei da Termodinâmica, tendo como principais cientistas na formulação, Plank e Nernst. Esta lei indica um ponto absoluto como referência sendo possível determinar a entropia.

Ainda é importante destacar os âmbitos em que a Termodinâmica está intimamente ligada, sendo eles, o científico, econômico-político-social, tecnológico e ainda o didático-pedagógico. (PÁDUA; PÁDUA; SILVA, 2009, p. 18-19).

Os exemplos de aplicação da Termodinâmica na ciência e na tecnologia são numerosos. Os engenheiros de automóveis se preocupam com o superaquecimento dos motores, especialmente no caso dos carros de corrida. Os engenheiros de alimentos estudam o aquecimento de alimentos, como o de pizzas em fornos de micro-ondas, e o resfriamento, como no

caso dos alimentos congelados. Os meteorologistas analisam a transferência de energia térmica nos eventos associados ao fenômeno El Niño e ao aquecimento global. Os engenheiros agrônomos investigam a influência das condições climáticas sobre a agricultura. Os engenheiros biomédicos estão interessados em saber se a medida da temperatura de um paciente permite distinguir uma infecção viral benigna de um tumor canceroso (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2012, p.184).

Por fim, resta destacar que a ciência não possui uma versão final e imutável e, nesta perspectiva, a Termodinâmica também poderá sofrer alterações em suas leis e postulados, no decorrer de acontecimentos e do tempo histórico (PADUA; PADUA; SILVA, 2009).

2.2 PONTUAÇÕES SOBRE AS PESQUISA NO ENSINO DE TERMODINÂMICA

Em termos educativos, o ensino escolar da Física, muitas vezes, ocorre de forma expositiva, apenas com a resolução de exercícios de forma repetitiva. Além de "que apresenta a Física como uma ciência compartimentada, segmentada, pronta, acabada, imutável." (MEGID NETO; PACHECO, 2004, p. 17).

Nesse contexto, pode dizer, que o ensino de Física:

[...] tem-se realizado frequentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e não só, mas também por isso, vazios de significado. Privilegia a teoria e a abstração, desde o primeiro momento, em detrimento de um desenvolvimento gradual da abstração que, pelo menos, parta da prática e de exemplos concretos. Enfatiza a utilização de fórmulas, em situações artificiais, desvinculando a linguagem matemática que essas fórmulas representam de seu significado físico efetivo. Insiste na solução de exercícios repetitivos, pretendendo que o aprendizado ocorra pela automatização ou memorização e não pela construção do conhecimento através das competências adquiridas. Apresenta o conhecimento como um produto acabado, fruto da genialidade de mentes como a de Galileu, Newton ou Einstein, contribuindo para que os alunos concluam que não resta mais nenhum problema significativo a resolver. Além disso, envolve uma lista de conteúdos demasiadamente extensa, que impede o aprofundamento necessário e a instauração de um diálogo construtivo (BRASIL, 1999, p. 22).

Nisso tudo, reside uma preocupação dos pesquisadores em analisar como os conhecimentos físicos permeiam os processos de ensino-aprendizagem, isto é, se a mediação destes conhecimentos em sala de aula é capaz de fazer o aluno romper com as ideias de senso comum, isto é: "concepções alternativas, ou espontâneas, construídas, em sua maioria, partir das experiências cotidianas e da vivência com os outros sujeitos." (RICARDO, 2010, p. 30)

A Termodinâmica também possui influência em termos de tecnologias, questões sociais, econômicas e políticas (PADUA; PADUA; SILVA, 2009). Por consequência, sua discussão e compreensão são indispensáveis para a aprendizagem e relação de tais conhecimentos. “O estudo do calor será importante para desenvolver competências que permitam lidar com fontes de energia, processos e propriedades térmicas de diferentes materiais, permitindo escolher aqueles mais adequados a cada tarefa.” (BRASIL, 2006, p. 69-70)

As Diretrizes Curriculares Estaduais (DCEs) para o Ensino de Física (PARANÁ, 2008, p. 59-60), apontam o entendimento sobre o calor, compreendido como uma das várias formas de energia, a entropia e conceitos de temperatura, como essenciais para a assimilação do conteúdo de Termodinâmica. Ainda, é fundamental reconhecer suas aplicações em situações corriqueiras de nossa vida. Conforme Halliday, Resnick e Walker (2012) o estudo da Termodinâmica nos auxilia a entender como e porque estes fatos acontecem.

Autores como Pádua, Pádua e Silva (2009), além de Teixeira e Carvalho (2004), alertam, que tanto no Ensino Médio como no Ensino Superior, não se atribui tanta importância para o ensino da Termodinâmica, como para a Mecânica e o Eletromagnetismo, o que faz o conteúdo ser trabalhado de forma mais rasa e, portanto, com mais rapidez, concluindo que, os alunos em sua maioria, não sabem os princípios físicos básicos que estão presentes em fenômenos que os rodeiam frequentemente. Pádua, Pádua e Silva (2009) destacam que, além da falta de interesse pela Termodinâmica, também há falta de materiais didáticos sobre os fenômenos térmicos.

Diante de tudo isso, cabe destacar as ideias de um ensino baseado na ideia construtivista, Solé e Coll (2009, p. 19-20) escreve que “aprender não é copiar ou reproduzir a realidade”. Assim, a aprendizagem deve ser capaz de desenvolver não só lado cognitivo do aluno, mas deve “incluir as capacidades de equilíbrio pessoal, de inserção social, de relação interpessoal e motoras” (SOLÉ; COLL, 2009, p. 19).

Pietrocola (2005) aponta que o ensino de física deve levar em consideração o contexto e a realidade da escola. Ainda chama a atenção para: “A menos que se esteja pensando na formação de cientistas, o conhecimento físico deve ser submetido às necessidades de uma educação geral que permita aos indivíduos incrementarem seu entendimento sobre o mundo em que vivem.” (PIETROCOLA, 2005, p. 12)

Em recente pesquisa, Ratke e Palcha (2018) realizaram uma pesquisa bibliográfica sobre como a Termodinâmica vem sendo abordada no ensino de Física¹. Por este levantamento, nota-se que a busca por alternativas para um ensino que se dê de forma em que haja construção do conhecimento, tem sido uma preocupação cada vez mais frequente, a fim de que os processos de ensino-aprendizagem favoreçam alunos e professores.

2.3 PONTUAÇÕES SOBRE O ENSINO DE FÍSICA POR INVESTIGAÇÃO

Carvalho (1999) indica as primeiras propostas para o ensino da Termodinâmica pela metodologia investigativa.

Desde então, a autora procura verificar a possibilidade de melhorar o aprendizado dos alunos em relação aos conteúdos da Termodinâmica, levando em consideração a realidade do ensino médio nas escolas públicas brasileiras (CARVALHO, 2014).

Para que o ensino funcione, na perspectiva investigativa, Carvalho (2014) salienta que é preciso mudanças nos papéis do professor e dos alunos. O professor deve ser um orientador, propondo questões, a fim da busca por elaboração de hipóteses dos alunos, em relação a atividade experimental estudada e, através disso estimular a argumentação e explicações para o fenômeno estudado, tornando assim o aluno ativo no processo de aprendizagem. Já o aluno, por meio de uma atitude ativa, pode favorecer o desenvolvimento de habilidades, tais como, agir, pensar, interpretar, argumentar, elaborar hipóteses baseadas na teoria aprendida, com o objetivo de explicar e justificar suas ideias.

Azevedo (2015) chama atenção para o objetivo do ensino com características investigativas, “O objetivo é levar os alunos a pensar, debater, justificar suas ideias e aplicar seus conhecimentos em situações novas, usando os conhecimentos teóricos e matemáticos” (AZEVEDO, 2015, p. 20).

Carvalho (2014) destaca distintas maneiras de utilização e organização do ensino investigativo, sendo as abordadas: textos históricos, experiências de

¹ Refere-se ao artigo aceito para publicação e que será apresentado no eixo Ensino de Física, no Simpósio Nacional de Ciência e Tecnologia, organizado pela UTFPR-Ponta Grossa e a ser realizado nos dias 27 a 30 de novembro de 2018.

demonstração investigativa, laboratório aberto, aulas de sistematização ou textos de apoio, questões e problemas abertos e ainda recursos tecnológicos.

Para uma atividade ser considerada investigativa, Carvalho (2014) e Azevedo (2015) chamam a atenção para o fato de que a atividade deve possuir situações problematizadoras, introduzindo conceitos e deve ser fundamental possuindo sentido para os alunos, para que ele saiba porque está investigando o fenômeno em questão. Portanto, a atividade deve estar relacionada com o que o aluno está estudando, atribuindo sentido então a investigação e busca pela construção do conhecimento.

As atividades investigativas em que o aluno faz parte da construção do conhecimento, podem levar este aluno a perceber que o conhecimento científico se dá através de uma construção, mostrando, assim, seu aspecto dinâmico e aberto, e possibilitando até mesmo que o aluno participe desta construção (CARVALHO, 2014, p.48).

Quanto aos objetivos da resolução dos problemas propostos, Azevedo (2015) chama atenção, para que esta ação de resolução seja capaz de

[...] proporcionar a participação do aluno de modo que ele comece a produzir seu conhecimento por meio da interação entre pensar, sentir e fazer. A solução de problemas pode ser, portanto, um instrumento importante no desenvolvimento de habilidades e capacidades, como: raciocínio, flexibilidade, astúcia, argumentação e ação. Além do conhecimento de fatos e conceitos, adquirido nesse processo, há a aprendizagem de outros conteúdos: atitudes, valores e normas que favorecem a aprendizagem de fatos e conceitos. Não podemos esquecer que, se pretendemos a construção de um conhecimento, o processo é tão importante quanto o produto (AZEVEDO, 2015, p. 22).

Ainda, o laboratório aberto permite que os alunos sejam sujeitos ativos e, através da investigação experimental, sejam capazes de resolver um problema. O objetivo do laboratório, conforme Carvalho (2014, p. 71), não é provar aos alunos o que os mesmos já aprenderam em aulas teóricas, mas “levá-los a procurar uma solução experimental, utilizando-se de outras linguagens da ciência”.

As aulas de sistematização e textos de apoio, após a atividade investigativa, de acordo com Carvalho (2014), possui uma função importante, pois é nessa etapa que o professor verifica os conhecimentos construídos pelos alunos, bem como retoma os conceitos aprendidos, estabelece relações com a linguagem matemática e interpretações gráficas dos conceitos estudados experimentalmente.

Esta é, em geral, a etapa mais difícil do ensino, pois os alunos, apesar de saberem construir o gráfico a partir de uma função (exercícios que fazem

sempre nas aulas de matemática), não têm nenhuma experiência sobre como fazer o inverso, isto é, descobrir qual a função matemática a partir de um gráfico obtido em um trabalho experimental (isso deve ser ensinado pelo professor de Física) (CARVALHO, 2014, p.83-84).

Já as questões abertas seriam aquelas em que estão relacionadas com o cotidiano do aluno, de forma problematizada, embasadas em conceitos estudados em aulas anteriores. “Nessas questões, buscamos apresentar situações que permitam a participação do aluno e possam desenvolver não só sua capacidade de reflexão, organização do pensamento, mas também o uso da linguagem científica de forma adequada” (CARVALHO, 2014, p. 89).

Quanto aos problemas abertos, entende-se que “são situações gerais e amplas que são apresentadas aos grupos ou à classe, em que se discute desde as condições de contorno até as possíveis soluções para a situação apresentada” (CARVALHO, 2014, p.103). Conforme a autora, neste caso, o aluno deve refletir e ser capaz de tomar decisões em uma determinada sequência de passos ou etapas para a resolução do problema, diferentemente do que acontece nas questões abertas, que envolve apenas os conceitos.

Os recursos tecnológicos, ainda que pouco utilizados em aulas de Física, são ferramentas que auxiliam na aprendizagem, conforme Carvalho (2014) os recursos destinados ao ensino da Física, são encontrados em forma de vídeos, filmes, simuladores e softwares disponíveis na internet. “Apesar de tal profusão de recursos, sua utilização ainda não é uma prática largamente incorporada ao cotidiano do ensino de Física em nossas escolas...” (CARVALHO, 2014, p.113). Ainda afirma que este recurso deveria ser mais empregado no ensino, já que: “dada a excelente qualidade de muitos desses objetos de aprendizagem, os quais, devidamente trabalhados com os alunos, poderiam tornar muito mais atraente e significativa a aprendizagem da Física” (CARVALHO, 2014, p.113).

Através de todas alternativas de emprego do ensino por investigação, espera-se que o aluno seja capaz de desenvolver e construir o conhecimento, elaborar hipóteses e ideias, enfim ser alfabetizado cientificamente. E no caso da Termodinâmica, busca-se o entendimento dos conceitos, calor, temperatura, energia, para tanto de acordo com Carvalho (2014), é necessário haver mudança conceitual com significado, para que a construção do conhecimento se dê forma completa.

Resta observar que, no presente estudo, a experimentação será utilizada como uma possibilidade de implementação do ensino investigador em sala de aula, por isso é importante o que se entende por ela na perspectiva de Carvalho (2010).

2.3.1 A experimentação na área de Física

As atividades práticas no ensino de Física, não são uma preocupação recente, conforme Carvalho (2010), às aulas com a utilização da experimentação promovem a interação dos estudantes com materiais experimentais com a finalidade de observar e entender os fenômenos naturais.

As aulas práticas podem ser realizadas de forma demonstrativa e de forma que os alunos manuseiam os materiais. Nas atividades abordadas por meio da demonstração, o professor é quem manipula os materiais, a fim de explicar o fenômeno. As aulas experimentais em seus planejamentos variam os objetivos a serem atingidos.

Os planejamentos e a condução das aulas de laboratório variam em um grande espectro: desde altamente estruturados e centrados nos guias, com o objetivo principal de comprovar o que o aluno já aprendeu nas aulas teóricas, até um laboratório por investigação, quando o objetivo é introduzir os alunos na resolução de um problema experimental (CARVALHO, 2010, p. 53).

Apesar das discussões e busca por implementação de uma abordagem com auxílio da experimentação no ensino da Física, os professores não possuem uma familiaridade com as práticas experimentais, dado que o ensino, ainda se dá predominante pela forma tradicional.

Observa-se que por uma perspectiva de ensino tradicional, os professores que buscam inovar em sua prática docente, com a utilização da experimentação, ainda estão presos a forma dominante de ensino e isso fica claro ao se observar os roteiros das aulas práticas, em sua totalidade são abordados como afirma Carvalho (2010), como “receitas de cozinhas”, onde o passo a passo, está totalmente detalhado, contendo hipóteses, problema e até mesmo as conclusões sobre a atividade, culminando assim, com a prática baseada em divisão de tarefas entre os alunos, deixando a discussão e troca de ideias sobre o fenômeno abordado em questão de lado.

Carvalho (2010) relata que entre os anos 1960 e 1970, a visão sobre as atividades experimentais no ensino de Física, apresentou pequenas mudanças que se associam a proposta americana do *PSSC (Physical Science Study Committee)*, projetos de ensino de Física, traduzido e implementado no Brasil, ainda cita também o Projeto de Ensino de Física (PEF). Nesses trabalhos, ainda conforme a autora, as aulas eram preparadas para um meio de investigação, com a finalidade de desenvolver os problemas experimentais.

No fim do século XX, baseada nos relatos de Carvalho (2010), a crítica ao ensino de ciências, conseqüentemente da Física era que, as aulas eram elaboradas para aqueles que possuíam facilidade nas disciplinas, com a finalidade de formar cientistas. Mas enquanto poucos entendiam, vários ficavam à margem sem compreender e como consequência não gostando da disciplina. A autora reitera que este problema não se restringia ao Brasil, mas era um problema mundial. Como os avanços científicos, possibilitaram cada vez mais o avanço tecnológico e a população cada vez mais influenciada pela tecnologia, a sociedade contemporânea tomou como objetivo, ensinar ciências a todos.

O ensino de Física tende então atingir objetivos como a alfabetização científica, desenvolvendo habilidades para tornar estes alunos capazes de pensamentos críticos e participação na sociedade, desenvolvimento de novas visões de mundo, considerando seus conhecimentos prévios (CARVALHO, 2010, p.57)

Segundo Carvalho (2010, p. 58), as atividades experimentais no ensino de Física, voltadas para a alfabetização científica, devem atender às seguintes temáticas, “Superação das concepções empírico-indutivistas da Ciência”; “Promover a argumentação dos alunos”; “Incorporar as ferramentas matemáticas” e “Transpor o novo conhecimento para vida social”.

Já em relação aos problemas enfrentados nas aulas ou atividades experimentais, Carvalho (2010) destaca que os professores sabem da importância da experimentação no ensino da Física, porém aponta que não é difícil encontrar alunos que nunca foram a um laboratório didático, isso se dá ao fato dos problemas existentes, quanto ao arranjo das atividades. Um dos problemas apontados pela autora é o tempo, já que as atividades práticas demandam mais tempo para sua realização, e considerando as organizações de aulas nas escolas, são poucas aulas de Física. Portanto, o professor deve ter muito cuidado e organizar de forma clara

atividades que explorem o laboratório de maneira investigativa, onde os alunos realizam o trabalho.

É possível também que ele opte por atividades demonstrativas para que utilize menos tempo e atividade demonstrativa, desde que bem elaborada e conduzida, pode ser eficiente e obter bons resultados. Outro problema referido pela autora diz respeito ao material experimental, pois este é de suma importância para a observação do fenômeno. A utilização de materiais de baixo custo, é uma boa alternativa para os professores, mas ela ainda reitera que é importante introduzir os alunos ao uso de *softs* e equipamentos mais sofisticados, nem que estes materiais sejam manipulados pelo professor, em uma abordagem demonstrativa. E ainda afirma, “A simplicidade ou complexidade, a novidade ou a familiaridade dos materiais do laboratório tornam-se uma importante variável, que os professores precisam considerar para promover uma aprendizagem significativa.” (CARVALHO, 2010, p. 74).

2.4 PONTUAÇÕES SOBRE A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

É necessária a mudança no modo de pensar e executar as aulas, o professor deve tomar sua postura de mediador do conhecimento, explorar em suas aulas uma forma de ensinar, que supere as barreiras do ensino tradicional. Para tanto, a implementação de metodologias ativas, segundo Camargo (2018): “colocam o aluno como protagonista, ou seja, em atividades interativas com outros alunos, aprendendo e se desenvolvendo de modo colaborativo” (CAMARGO, 2018, p. 15).

As metodologias ativas, assim, devem ser capazes de despertar no aluno o conhecimento, de forma que ele aprenda e não em forma de memorização, que haja uma efetivação do conhecimento, assim um conhecimento físico, através da alfabetização científica. É importante que o professor seja ciente, de que poderão surgir adversidades e que tem toda experiência resultará em sucesso, como afirma Sasseron (2017):

O professor inovador não deve ter medo de errar, mas precisa estar atento para todas as condições de seu entorno a fim de se preparar para adversidades eventuais e reais. Em suma, deve considerar e valorizar o erro, aprendendo e ensinando com ele. Escutar os alunos, testar as atividades antes das aulas e estar preparado para surpresas são ações que precisam fazer parte da prática do professor inovador. (SASSERON, 2017, p. 12)

Para efetividade do processo de alfabetização científica é preciso levar em consideração vários fatores, a realidade dos alunos e os fenômenos que estes presenciaram, os conhecimentos prévios de cada indivíduo pertencente a sala de aula, além claro de conceitos e ideias dos conteúdos, mas é preciso dar atenção, não apenas para as leis e teorias finais da ciência, é preciso dar a devida importância, conforme Sasseron (2017) para as práticas científicas e também aos aspectos sociais e históricos de cada conquista da comunidade científica.

Através da alfabetização científica, os alunos devem ser capazes de além de identificar os fenômenos físicos em sua vida cotidiana, resolver problemas que o cercam, se posicionarem, tomar decisões conscientes e críticas, a partir disso, aplicarem os conhecimentos obtidos na escola, em sua realidade.

O alfabetizado cientificamente deverá ter condições de modificar este mundo e a si mesmo por meio da prática consciente propiciada pela sua interação com saber e procedimentos científicos, bem como habilidades associadas ao fazer científico (SASSERON, 2017, p. 17).

A alfabetização científica, portanto, não se restringe em aplicações em âmbitos escolares, ela ultrapassa a vida escolar dos alunos e apresenta-se na vida dos estudantes em todas as suas atitudes e áreas de vivência.

Conforme Sasseron (2010) a alfabetização científica, em seus objetivos de efetivação do ensino de ciências: "deve desenvolver em uma pessoa qualquer a capacidade de organizar seu pensamento de maneira lógica, além de auxiliar na construção de uma consciência mais crítica em relação ao mundo que a cerca." (SASSERON, 2010, p.15).

Resta enfim observar que a revisão de literatura, neste capítulo, foi importante para conhecer o que está sendo estudado e pesquisado referente ao assunto abordado neste trabalho. Os referenciais teóricos consultados ajudam a embasar a pesquisa e auxiliam a trabalhar com o tema relacionando-os aos problemas enfrentados atualmente em sala de aula. A seguir, pretende-se esclarecer os procedimentos metodológicos tomados para aplicação da proposta de ensino envolvendo a termodinâmica na escola construída e aplicada em aulas de Física.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Este capítulo apresenta a metodologia da pesquisa e os procedimentos de análise dos dados, ou seja, o contexto, os sujeitos, os instrumentos da pesquisa e o dispositivo de análise tomado para o desenvolvimento deste trabalho.

3.1 CONTEXTO DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada durante o primeiro e segundo semestre de 2018, como requisito da disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), do curso de Licenciatura em Ciências Exatas, no Setor Palotina, da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

A análise orientou-se pela pesquisa em educação com predomínio da abordagem qualitativa (LUDKE; ANDRE, 2016), ou seja, abordagem que envolve a obtenção de dados descritivos, obtidos pelo contato do pesquisador com o contexto estudado, enfatizando mais o processo do que o produto e preocupando-se também com a perspectiva dos participantes.

Para realização do estudo, foi desenvolvido um projeto de pesquisa e posterior aplicação da proposta em turmas do Ensino Médio, na disciplina de Física, de uma escola da rede pública, localizada no oeste paranaense. A autorização para que o estudo pudesse ser realizado foi concedida pela equipe pedagógica da escola, que se fez presente e ciente da aplicabilidade do trabalho e também foi elaborado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE (APÊNDICE 1), seguindo as orientações do comitê de ética com pesquisa da Universidade Federal do Paraná, para que os alunos menores de idade estivessem autorizados pelos responsáveis para a participação neste TCC.

A partir da metodologia de ensino, conhecida como ensino de ciências por investigação (CARVALHO, 2016) foi realizada uma Sequência de Ensino Investigativa – SEI para o tema Termodinâmica. A SEI teve ênfase nos conteúdos curriculares, como isolantes e condutores térmicos, troca de calor e equilíbrio térmico, pois envolvem conceitos científicos que se fazem presentes em fenômenos do nosso cotidiano. A SEI aconteceu em duas aulas para cada turma.

Ao iniciar a sequência de ensino, solicitou-se aos alunos que se organizassem em grupos com até seis integrantes e, em seguida, foi lhes apresentado o roteiro da aula (APÊNDICE 2), fundamentado em Carvalho et al. (2014), que continha a organização da SEI em cinco etapas, sendo elas: Etapa 1 - Apresentação da situação problema aos alunos; Etapa 2 - Elaboração de hipóteses pelos alunos para situação problema; Etapa 3 – Experimentação; Etapa 4 - Divulgação dos resultados obtidos; e Etapa 5 - Sistematização do conhecimento.

No primeiro passo da atividade, foi entregue aos grupos o roteiro contendo o *problema não experimental*, onde os alunos baseados em sua criatividade e conhecimentos prévios sobre isolantes e condutores, bem como equilíbrio térmico elaboraram possíveis soluções para a questão problema, que consistia em criar um recipiente que mantivesse a temperatura de bebidas.

O passo seguinte foi o *problema experimental*, em que os alunos, com o material disponível, dois cubos de gelo de mesma massa e um casaco de lã, deveriam enrolar um dos cubos no casaco de lã e deixar o outro sob a mesa em contato com a temperatura ambiente da sala, aguardar alguns minutos, e posteriormente explicar o que observaram.

Após a anotar os resultados, os alunos deveriam *divulgar os resultados*, destacando algo que aprenderam com o experimento e que queriam compartilhar para o restante da turma.

Por fim, para a etapa de sistematização do conhecimento os alunos expuseram sua visão, de como os conhecimentos de termodinâmica contribuem na interpretação dos fenômenos presentes em seu cotidiano.

Resta observar que o estudo se preocupou em atender a realidade e possibilidade da instituição de ensino, ou seja, todas as atividades foram realizadas na própria sala de aula, de forma que os experimentos fossem simples e não demandassem de implicações externas (como laboratório, alto custo de materiais, tempo etc.), justamente a fim de seguir a metodologia de ensino por investigação e ser possível de utilização por outros professores de física daquela escola.

3.2 SUJEITOS DA PESQUISA

Os sujeitos que participaram da SEI são alunos do segundo ano do Ensino Médio e terceiro ano do Ensino Normal - formação de docentes, durante o turno

vespertino, de uma escola pública localizada no oeste do Paraná. O critério para seleção destas turmas foi em função de ambas estarem estudando o conteúdo de termodinâmica, referente à disciplina de Física, no segundo semestre de 2018, momento da coleta dos dados.

Na turma do segundo ano do Ensino Médio-regular foram 18 alunos que participaram da aula investigativa e posteriormente responderam o questionário para análise da pesquisa em questão. A turma do terceiro ano de formação de docentes do Ensino Normal-formação de docentes teve a participação de 20 alunos no decorrer da sequência investigativa.

Convém esclarecer que não será a pretensão deste estudo contrastar os resultados obtidos pelas modalidades das turmas do Ensino Médio (regular e integrada a formação docente), visto os prazos para a elaboração da versão final deste trabalho nos fizeram optar por uma análise geral das turmas, entretanto é algo que poderá ser discutido em estudos posteriores.

3.3 INSTRUMENTOS DA PESQUISA

Como instrumentos de pesquisa foi utilizado o roteiro de aula (APÊNDICE 2) e o questionário (APÊNDICE 3).

Com o roteiro da aula, buscou-se analisar os conhecimentos dos alunos referentes ao conteúdo proposto na aula investigativa, isto, é a forma que assimilaram os conteúdos, relacionando o problema, a experimentação e os fenômenos em seu cotidiano. Já que o questionário buscou explorar nos alunos, não só as ideias da aula investigativa e sua concepção sobre ela, mas, através do questionário, buscou-se saber como os alunos relacionam os conteúdos vistos em sala de aula com a vida cotidiana e ainda como o estudo de tais fenômenos impacta a vida dos mesmos. Além disso, é possível identificar se os alunos receberam contribuições para o processo de alfabetização científica.

3.4 DISPOSITIVO DE ANÁLISE

Os resultados e análise serão apresentados em categorias, com perguntas do roteiro da aula investigativa e do questionário sobre a aula. No roteiro da aula,

serão destacadas as etapas de problematização, experimentação, divulgação dos resultados e ainda a sistematização dos conhecimentos.

No questionário serão abordadas as respostas dos alunos referente a análise de sua alfabetização, a concepção sobre a sequência investigativa, a etapa investigativa que melhor auxilia na construção do conhecimento e, ainda, as principais palavras que foram importantes ao fim da SEI, para dar significação ao conteúdo estudado, sendo assim auxiliar na alfabetização científica dos alunos.

A análise dos dados se orientou pelo referencial metodológico da Análise de Conteúdo (BARDIN, 2016), e que pode ser entendido como:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações, visando obter por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens indicadores quantitativos (ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos a condições de produção/recepção (variáveis inferidas) dessas mensagens. (BARDIN, 2016, p.48, grifos no original).

Nesses termos, o tratamento dos resultados de uma pesquisa passa por análise, sistematização, inferências e interpretação que levam uma forma de apresentação, organização e discussão dos dados. No presente estudo, realizamos uma leitura dos registros coletados pelos instrumentos de pesquisa e posteriormente agrupamos os dados por núcleos de sentidos que serão apresentados por categoria, já que para este referencial metodológico:

O analista possui a sua disposição (ou cria) todo um jogo de operações analíticas, mais ou menos, adaptadas à natureza do material e à questão que procura resolver. Pode utilizar uma ou mais variáveis, em complementariedade, de modo a enriquecer os resultados, ou aumentar a sua validade, aspirando assim a uma interpretação final fundamentada. Qualquer análise objetiva procura fundamentar, impressões e juízos intuitivos, por meio de operações conducentes a resultados de confiança (BARDIN, 2016, p.48-49).

Para efeito de discussão dos dados, a turma do Ensino Médio será representada por T1 e os grupos que se formaram nesta turma representados por G1, G2, G3 e G4. A turma do Ensino Normal por turma T2, e os grupos que se formaram nesta turma representados por G5, G6, G7 e G8. Os alunos quando mencionados serão representados hipoteticamente por duas letras aleatórias, a fim de preservar o anonimato de participação na pesquisa.

4 RESULTADOS E ANÁLISE DA PESQUISA

Apresentam-se, neste capítulo, os resultados da pesquisa envolvendo a metodologia de ensino de ciências por investigação.

Para organização e discussão dos resultados os registros dos alunos foram reunidos em três categorias que passamos a analisar, a saber: i) a sequência de ensino investigativa para os alunos; ii) a alfabetização e investigação para os alunos; e iii) o ensino de Física e suas interfaces para alfabetização científica

4.1 A SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA (SEI) PARA OS ALUNOS

A partir do roteiro da aula, os alunos deveriam elaborar hipóteses para a fabricação de um recipiente que mantivesse a temperatura de bebidas. Aqui, buscou-se analisar os conhecimentos prévios dos alunos referente, a temperatura, isolantes térmicos, calor, equilíbrio térmico, para, depois de outras etapas da atividade, ser possível a comparação das ideias iniciais com as ideias da divulgação dos resultados, após a experimentação.

Para apresentação dos dados, optou-se neste texto em apresentar os registros de dois grupos por turma. O critério de escolha de cada grupo foi à complexidade nas respostas dos alunos em termos de escrita.

4.1.1 A construção de hipóteses

Na etapa da criação de hipóteses, notou-se uma semelhança nos materiais citados por todos os grupos, para fabricação do recipiente em questão, os materiais mais citados foram o papel alumínio e o isopor.

A turma 1 indicou, de forma bastante tímida, alguns termos, como pode ser observado pelos registros do G2 e G3.

Bolsa térmica: tecido resistente, revestido de isolante térmico (papel alumínio). (G2)

Garrafa térmica: suporte, isopor, vidro espelhado. (G3)

Como se percebe, os grupos acima demonstram pouco conhecimento com a criação e entendimento do que seriam as hipóteses. O que demonstra certa dificuldade em expressar suas ideias de forma investigativa.

A turma 2, por sua vez, indicou as seguintes hipóteses ao problema posto pela sequência de ensino, como pode-se observar pelos relatos do G6 e G7.

Mochila térmica: deverá ser coberta com tecido de algodão e em seu interior deve ter papel alumínio. (G6)

Caixa térmica de PVC - seria utilizado o PVC com o isopor por dentro de duas camadas de PVC. Na divisa da caixa com a tampa será colocado uma borracha para segurar o ar gelado. (G7)

No geral, o fato de os alunos citarem esses materiais pode estar intimamente ligado ao dia a dia, já que são materiais muito utilizados em nossa vida, o papel alumínio – diferente do alumínio em outras formas, se comporta como isolante térmico – muitas vezes utilizado para manter a temperatura dos alimentos e bebidas, e com o isopor não é diferente, sendo a base para as caixas térmicas que utilizamos ou suporte de garrafas que mantém a bebida resfriada.

4.1.2 A realização do experimento

Antes da realização do experimento, notou-se que muitos alunos, em ambas as turmas, acreditavam que o gelo envolvido pelo casaco derreteria mais rápido do que o exposto à temperatura ambiente, essa ideia intuitiva se deve ao fato que os alunos possuem ligação com o senso comum, julgam que o casaco de lã “esquenta” o que estiver em contato com este.

Após a realização do experimento e registro dos resultados, os grupos divulgaram os resultados obtidos, observaram que o gelo exposto a temperatura ambiente derreteu mais do que aquele enrolado no casaco de lã, diferentemente do que muitos pensavam.

Na turma 1, os grupos G1 e G4 destacaram em suas conclusões e posterior divulgação de resultados, que a lã é um isolante térmico, portanto inibe a troca de calor dos corpos envolvidos nele, com outros de menor ou maior temperatura.

A lã é um excelente isolante térmico e um material que está exposto ao ambiente perde/ganha calor mais rapidamente do que um que contém isolante térmico. (G1)

A temperatura de um corpo tende a permanecer constante se estiver em um isolante térmico. (G4)

Em termos gerais, através do experimento e discussão dos resultados entre os grupos, os alunos explicaram o porquê do resultado obtido, viram que a lã é um

isolante e, portanto, impediu que o calor se propagasse – por meio da condução térmica – a fim de atingir o equilíbrio.

Na divulgação de resultados da turma 2, os alunos do G6 e G7 também evidenciam que o casaco de lã seria um isolante térmico.

Muitas pessoas pensam que a lã é usada para nos esquentar, mas com esse experimento podemos observar que a lã apenas mantém a nossa temperatura corporal. (G6),

Que a lã é um isolante térmico, impedindo a temperatura do que está envolvida por ela mudar, como o gelo que é mantido quase intacto e o nosso corpo que é mantido quente. Não é que a lã aquece ou esfria, ela mantém a temperatura. (G7)

As explicações dos alunos para um isolante térmico se aproximam do conceito de resistência térmica (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2012), isto porque os grupos escreveram que ela não permitiu que o gelo derretesse tão rápido. Além disso, os alunos também foram capazes de relacionarem a utilização do casaco em seu dia a dia com o conceito físico.

No geral, pode-se dizer que as atividades práticas que incentivam a argumentação, pensamento, elaboração de ideias, dão outro significado para as aulas de Física, pois os alunos passam a participar da construção dos conceitos, passam a entender e ver sentido nos cálculos utilizados para a formalização dos conhecimentos físicos (CARVALHO, 2010). Portanto, podem vivenciar na prática, um fenômeno presente em seu cotidiano comumente, mudar suas concepções iniciais, construindo o conhecimento de forma ativa, participativa.

4.1.3 A sistematização do conhecimento

Referente a sistematização do conhecimento, esperou-se que os alunos pudessem relacionar os conceitos da termodinâmica em sua vivência e em fenômenos presenciados pelos estudantes em seu cotidiano, e ainda através de seus conhecimentos do conteúdo, interpretar os fenômenos presenciados.

Na T1, os grupos citaram a relação dos seus conhecimentos de termodinâmica com fenômenos ligados à temperatura, propagação de calor, equilíbrio térmico, com destaque para os apontamentos do grupo 1 e do grupo 2.

A termodinâmica nos ajuda a entender o que diz respeito ao calor, por exemplo quando está frio sabemos que devemos nos agasalhar pois a temperatura ambiente estará menor do que a temperatura corporal fazendo

com que percamos calor. Explica que um corpo com mais calor em contato com um de menos calor tende a trocar calor até atingir o equilíbrio térmico (G1).

A termodinâmica auxilia a compreensão de temperatura, calor, fenômenos climáticos (G2)

Em linhas gerais, percebe-se que os alunos estabeleceram relações do conteúdo estudado com o que acontece com nosso corpo em dias mais frios, foram capazes de associar e citar exemplos práticos e cotidianos referente ao conteúdo. Também citaram a relação do fenômeno físico com os fenômenos climáticos, associados principalmente com a temperatura.

A T2, a partir de suas anotações, destacou principalmente a importância de conhecer, através do estudo da termodinâmica, os conceitos de transmissão de calor, isolantes térmicos, entre outros.

Conhecendo os conceitos da termodinâmica impedimos de sofrer queimaduras em relação aos objetos que conduzem calor (colher de metal), de saber que é bom usar lã no inverno, pois ela conserva a temperatura corporal, de saber que é melhor instalar o ar condicionado no teto para melhor propagação do ar frio etc. (G5).

Através da termodinâmica podemos compreender o que está a nossa volta, que está relacionado com a temperatura, o porquê de algo se manter quente ou frio, como a geladeira mantém o frio dentro de si, ou como, o forno se mantém quente até que os desliguemos, mostrando o que acontece e como (G7).

No geral, os alunos tiveram suas concepções iniciais baseadas no senso comum, confrontadas com o resultado do problema experimental e, a partir disso, construíram significados ao conceito abordado, fato que é essencial para aprendizagem significativa da ciência. Quando solicitado que apontassem relações entre o conteúdo estudado com experiências do cotidiano, os alunos foram capazes de estabelecer essas relações, sendo sujeitos ativos na construção do conhecimento científico.

Em resumo, isto mostra que a sequência de ensino favoreceu a discussão de ideias, exposição das relações construídas através da prática, também produção de associações importantes com a vida cotidiana e o que observam nesta que pode ser explicado pelo conteúdo estudado. Observou-se também uma crescente participação oral e escrita dos alunos no debate e na divulgação de suas hipóteses, demonstrando certa disputa em anunciar suas conclusões aos colegas.

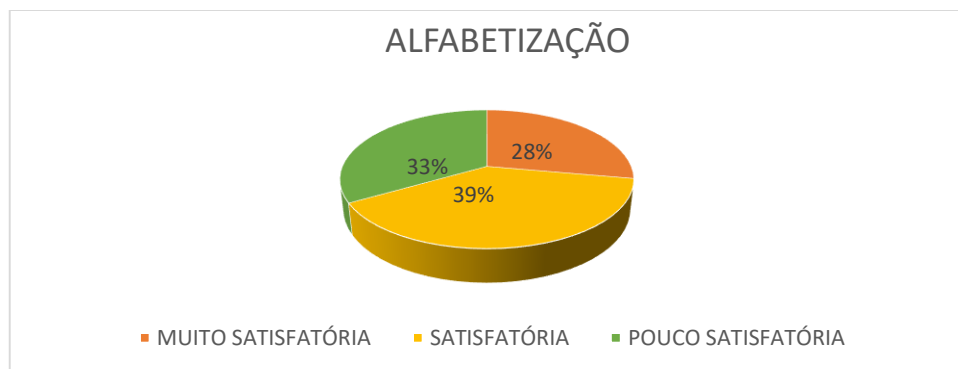
4.2 A ALFABETIZAÇÃO E A INVESTIGAÇÃO PARA OS ALUNOS

No questionário da pesquisa, foram analisadas as respostas dos alunos referente a metodologia do ensino de Física por investigação e, ainda, aspectos do quanto tal metodologia auxilia em aspectos da alfabetização científica.

4.2.1 Sobre a alfabetização científica em aulas de Física

Com relação ao quão alfabetizado os alunos se sentem em aulas de Física, aos alunos da T1, obtiveram-se os seguintes dados: 28% responderam que consideram muito satisfatória, 39% consideram satisfatória, enquanto 33% responderam que consideram pouco satisfatória (Gráfico 1).

GRÁFICO 1 - ALFABETIZAÇÃO DOS ALUNOS EM AULA DE FÍSICA (TURMA 1)

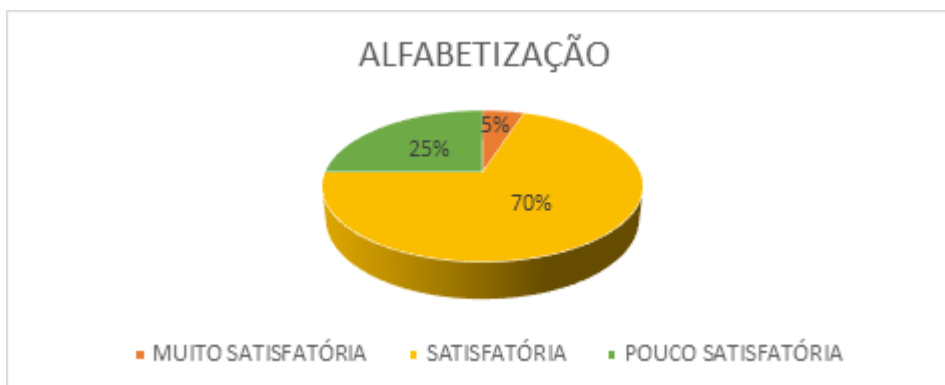


FONTE: A autora (2018).

As justificativas dos alunos que responderam considerarem muito satisfatória sua alfabetização nas aulas de Física, foram baseadas em seu entendimento sobre a disciplina, os alunos afirmaram que compreendem com facilidade a disciplina e seus conteúdos. Os alunos que responderam que sua alfabetização é satisfatória embasaram suas justificativas no fato de entenderem os conteúdos, nem sempre com muita facilidade, mas em um contexto geral compreendem. Já os alunos que responderam que sua alfabetização nas aulas é pouco satisfatória afirmam que não entendem o conteúdo e os exercícios da disciplina.

Os dados da T2 indicam que 5% responderam que consideram muito satisfatória, 70% consideram satisfatória, já 25% responderam que consideram pouco satisfatória sua alfabetização em aulas de Física, como expressa o Gráfico 2.

GRÁFICO 2 - ALFABETIZAÇÃO DOS ALUNOS EM AULA DE FÍSICA (TURMA 2)



FONTE: A autora (2018).

Os alunos que consideram muito satisfatória sua alfabetização explicaram que possuem facilidade na disciplina, portanto conseguem compreender. Os alunos que consideraram satisfatória sua alfabetização apontaram em maioria, que entendem a disciplina, tanto em conceitos quanto em exemplificações. Aqueles que determinaram como pouco satisfatória sua alfabetização nas aulas de Física, disseram que possuem dificuldades no entendimento de leis e termos dos conteúdos.

Fica evidente que os alunos – das duas turmas – que se consideram alfabetizados de forma muito satisfatória, dão isso ao fato de compreenderem a disciplina, possuírem facilidades tanto nos conceitos quanto em exercícios. Os alunos que se dizem alfabetizados de forma satisfatória, levam em consideração também seu desempenho na disciplina. Já a falta de compreensão e sentido ao que é estudado são características citadas pelos alunos que afirmam ter uma alfabetização pouco satisfatória nas aulas de Física.

Apesar de os alunos se considerarem alfabetizados cientificamente, sabemos que o ensino como se dá comumente nas escolas não favorece a efetivação desta alfabetização, pois em muitas vezes os alunos não conseguem aplicar o que é estudado em sala de aula com os fenômenos presentes no seu dia a dia. Portanto, para que os alunos sejam alfabetizados cientificamente, deve-se propiciar: “oportunidades para o desenvolvimento de conceitos e teorias científicas; desenvolvimento de habilidades de investigação e da percepção de que a ciência, tecnologia, sociedade e ambiente são esferas cujas relações são fortes e estreitas.” (SASSERON; MACHADO, 2017, p. 22). Algo que esta pesquisa procurou oportunizar.

4.2.2 Sobre a investigação da termodinâmica

Neste momento, analisa-se a visão dos alunos sobre a aula investigativa e as justificativas para suas respostas.

Na T1, as considerações dos alunos sobre a aula investigativa variaram entre muito satisfatória e satisfatória, sendo que 50% para cada resposta, conforme aponta o Gráfico 3.

GRÁFICO 3 – RESPOSTA SOBRE AULA INVESTIGATIVA (TURMA 1)



FONTE: A autora (2018).

Com efeito, os apontamentos dos alunos referente a aula foram que a aula foi interessante, diferente do que estão habituados, envolveu a atividade experimental. Podem ser destacadas as justificativas de dois alunos da turma 1 que se mostraram satisfeitos com uma aula diferente e mais prática, diferente do que estão acostumados. *“Porque me ajudou a abrir a mente sobre o conteúdo e me mostrou coisas novas e interessantes, com demonstrações e explicações”* (Fa), e ainda outro que expressou o seguinte registro *“Porque a aula foi convidativa, foi mais fácil de compreender o conteúdo, foi uma aula dinâmica e muito interessante”* (Be).

Na turma 2, a concepção dos alunos também variou entre muito satisfatória e satisfatória, sendo 40% e 60% respectivamente, como expressa o Gráfico 4.

GRÁFICO 4 - RESPOSTA SOBRE AULA INVESTIGATIVA (TURMA 2)



FONTE: A autora (2018).

No que toca a estes resultados, os alunos justificaram que a aula foi atrativa pelo fato de ter sido prática e fugir da rotina das aulas de Física. *“Entendi o conteúdo de uma forma mais interativa, tive mais vontade de aprender desta forma, achei muito interessante a aula desta maneira, com certeza muita mais atrativa e significativa.”* (Da)

Quando comparamos os dados e as justificativas apresentados, é possível perceber que os alunos se sentem mais interessados em aulas, como a investigativa, em que são sujeitos ativos na compreensão e construção do conhecimento, sendo assim participativos e não apenas agentes passivos. Por isso:

Utilizar atividades investigativas como ponto de partida para desenvolver a compreensão de conceitos é uma forma de levar o aluno a participar de seu processo de aprendizagem, sair de uma postura passiva e começar a perceber e a agir sobre o seu objeto de estudo, relacionando o objeto com acontecimentos e buscando as causas dessa relação, procurando, portanto, uma explicação causal para o resultado de suas ações e/ou interações (AZEVEDO, 2015, p. 22).

Assim, diante dos resultados, a aula investigativa, além de proporcionar um ambiente favorável para aprendizagem, é capaz de tornar a Física mais atrativa e interessante no olhar dos alunos.

4.2.3 Sobre a etapa da Sequência de Ensino Investigativa

Quando os alunos foram questionados sobre qual etapa da aula investigativa que eles mais gostaram, a turma 1 teve 89% dos alunos que disseram preferir a parte demonstrativa, ou seja, a parte experimental, enquanto 11% gostam da problematização, argumentos como gostarem de solucionar problemas foram utilizados para justificar tal escolha, conforme indica o Gráfico 5.

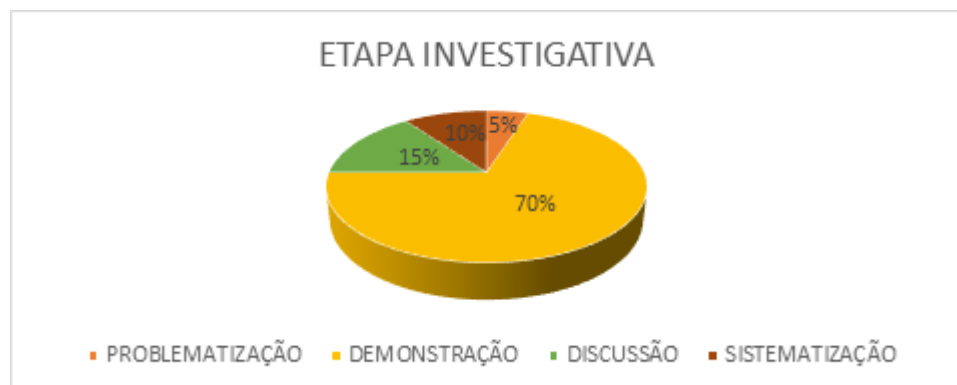
GRÁFICO 5 - ETAPA PREFERIDA NA AULA INVESTIGATIVA (TURMA 1)



FONTE: A autora (2018).

Na turma 2, 70% dos alunos disseram que preferem a parte demonstrativa, sendo assim o experimento, 5% preferem a problematização, dizendo que nesta etapa consegue desenvolver o senso crítico e investigativo, 15% disseram que preferem a etapa de discussão, afirmam que nesta etapa é possível trocar informações com os colegas e debater os assuntos, auxiliando na compreensão, e 10% dos alunos preferem a sistematização, declarando que esta etapa deixa mais claro o resultado, como pode ser analisado pelo Gráfico 6.

GRÁFICO 6 - ETAPA PREFERIDA NA AULA INVESTIGATIVA (TURMA 2)



FONTE: A autora (2018).

A maioria dos alunos preferem a etapa em que envolve a experimentação, pois é nesta etapa que os alunos podem “colocar a mão na massa” e realizar os experimentos, manusear materiais diferentes do livro didático e do caderno, realizar outros passos que não sejam somente a resolução de exercícios. Normalmente em

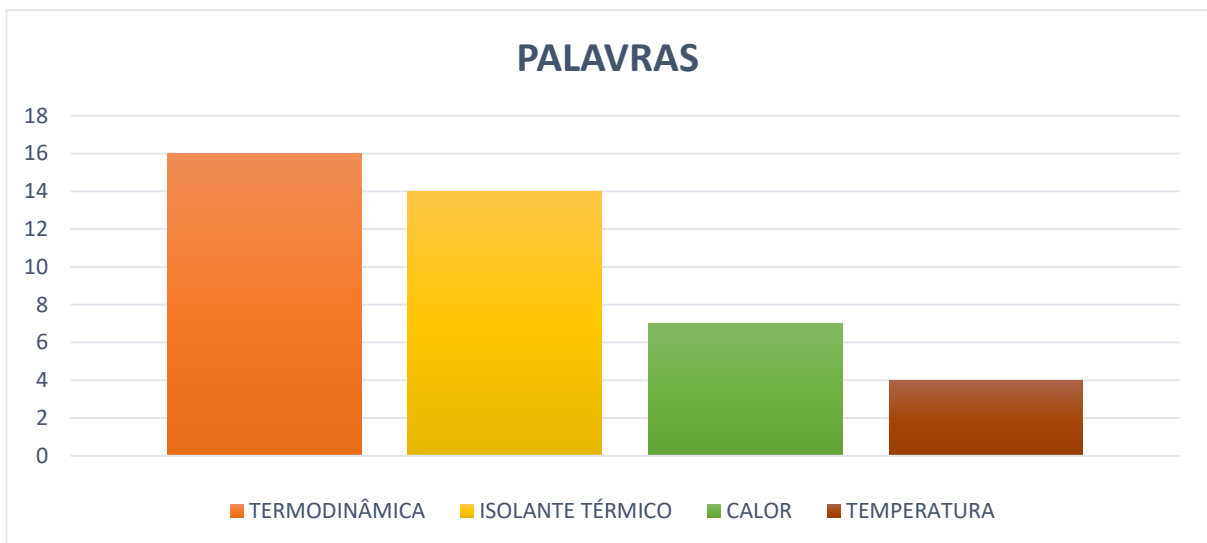
aulas práticas que as outras etapas – apresentadas nesta SEI – também se dão, diferentemente das aulas tradicionais.

4.2.4 Sobre as palavras-chaves da proposta investigativa

Por fim, pediu-se aos alunos que cada um apontasse três palavras relacionadas com a aula, que foram importantes para sua formação, ou seja, palavras do conteúdo (ciência), que lhes trouxe entendimento da aula e também do conteúdo estudado, caracterizando aspectos para alfabetização científica. Pois as palavras escolhidas pelos alunos são aquelas que detêm algum significado, que lhes remete à temperatura, propagação de calor, equilíbrio térmico, isolantes térmicos, enfim aos conceitos estudados de Termodinâmica.

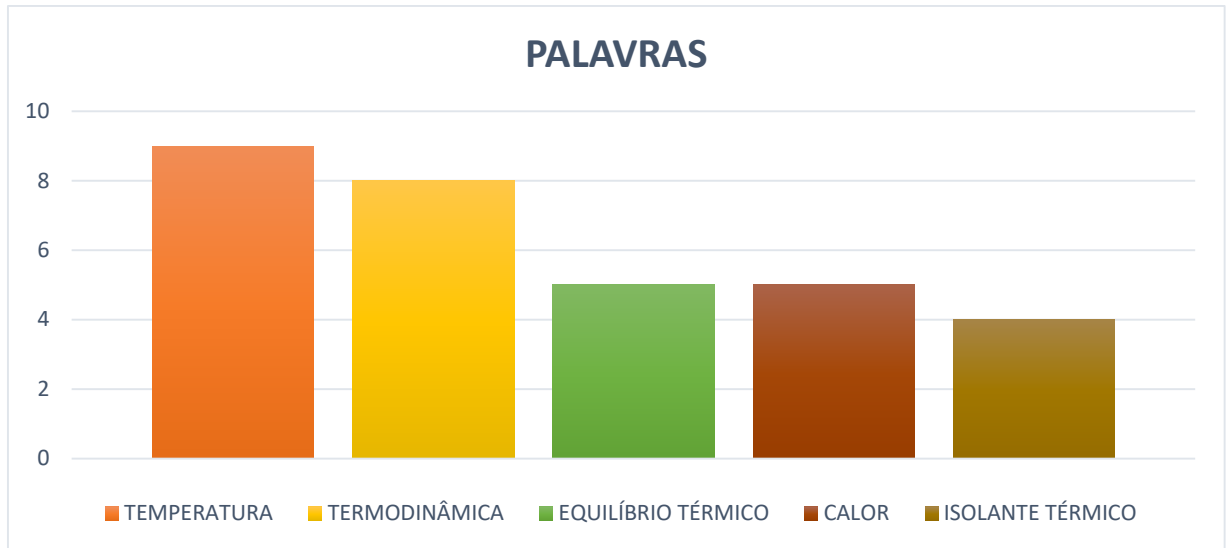
Na turma 1 e 2 será destacada as palavras que mais apareceram nas citações dos alunos, conforme aponta o Gráfico 7.

GRÁFICO 7 - PALAVRAS CITADAS PELOS ALUNOS (TURMA 1)



FONTE: A autora (2018).

GRÁFICO 8 - PALAVRAS CITADAS PELOS ALUNOS (TURMA 2)



FONTE: A autora (2018).

Nota-se que os alunos construíram significados para assimilarem o conteúdo principalmente nas palavras termodinâmica, temperatura e isolantes térmicos, criando possibilidades para a alfabetização científica.

Certamente os alunos conheciam estas palavras antes e tinham significados formados sobre elas, quando se busca a alfabetização científica, os seus conhecimentos prévios devem ser considerados, entrelaçados com esses, busca-se desenvolver novos sentidos e visões (CARVALHO, 2010, p. 57). Algo que pôde ser claramente favorecido por esta situação investigativa.

Ainda, é pertinente destacar que: “No caso da aprendizagem de Física, isto significa, sobretudo, a aquisição pelos alunos de novas práticas e linguagem, sem deixar de relacioná-las com as linguagens e práticas do cotidiano” (CARVALHO, 2010, p. 57), uma vez que estas linguagens encontram-se em constante intercâmbio e para os alunos elas podem ser elementos desencadeadores da problematização dos conhecimentos científicos no contexto escolar.

Por tudo isso, defende-se que este trabalho trouxe alguns indicativos dos alunos (como participação, interesse, curiosidade, senso crítico, reflexões) para ações práticas que podem ser conduzidas por professores em termos de investigação e alfabetização científica em aulas de Física.

4.3 O ENSINO DE FÍSICA E SUAS INTERFACES PARA ALFABETIZAÇÃO

Ante o exposto, emergem algumas contribuições pela realização deste trabalho para as práticas educacionais, principalmente em termos da promoção da alfabetização científica em aulas de Física.

Diante da falta de interesse dos alunos, principalmente na física, devido ao modo que o ensino ainda se dá nas escolas, é pertinente que futuros professores – assim como eu – estejam cada vez mais interessados na busca por metodologias de ensino que visem a construção do conhecimento, desenvolvimento crítico e reflexivo nos alunos. Algo que pode ser alcançado, segundo Carvalho (2016), quando se propõem um problema ao aluno relacionado com o conteúdo estudado, proporciona-se a ele, situações de raciocínio, assim possibilitando a construção do conhecimento.

Para Azevedo (2015), o ensino de ciências por investigação tem em seus objetivos, capacitar os alunos a debater, refletir e fundamentar suas ideias e, a partir disso, aplicar essas ideias em sua vivência. Nisso tudo, foi observado que este trabalho oportunizou condições para que os alunos se colocassem na posição de investigadores, bem como se aproximassem da cultura científica, por exemplo, ao construir hipóteses para problemas experimentais ou não e divulgar seus resultados para outros grupos.

Carvalho (2016) chama a atenção para que o professor esteja atento que conhecimentos novos, advindos de conhecimentos prévios dos alunos, sendo isto relevante para identificar o que os alunos já conhecem. Embasados nos conhecimentos e cotidiano dos alunos, propor problemas, situações para que os mesmos resolvam, tendo assim condições para conceber novos conhecimentos.

Em termos de análise, foi possível perceber que, de acordo com Carvalho (2010), quando o professor assume o papel de orientador de seus alunos, invés de transmissor do conhecimento, os alunos são capazes de construir seus pensamentos e argumentações, também tomam suas decisões, fatores estes que são de grande importância para alcançar a alfabetização científica.

Nesse sentido, o trabalho foi muito positivo nos aspectos de colaboração, participação, interesse dos alunos, também foi possível notar que os alunos foram capazes de relacionar o conteúdo estudado com seu cotidiano, logo construir certos significados para o conteúdo. Foi notável o quanto a metodologia auxilia nos

processos de aprendizagem e desperta nos alunos o interesse de buscar entender e participar da aprendizagem dos conteúdos.

A meu ver, levando em consideração aulas em que já ministrei, nota-se uma grande diferença no comportamento dos alunos em aulas investigativas em comparação com aulas expositivas, pois os alunos participam, ficam mais motivados quando a aula sai da rotina, participam de forma ativa, questionam e buscam explicações no processo de aprendizagem.

Nesta perspectiva, as respostas dos alunos também se mostraram a favor da metodologia investigativa e dos processos desta quanto a construção e efetivação do conhecimento. Além disso, as contextualizações e relações feitas pelos alunos, indicam que a aula investigativa auxilia os alunos tanto na aprendizagem dos conceitos quanto na alfabetização científica.

De forma geral, destacamos aqui três interfaces que sobressaem-se da realização deste trabalho e que podem contribuir para alfabetização científica em aulas de Física.

- *Interface científica: designa a oportunidade de os alunos construírem, expressarem e sistematizarem de forma investigativa os conhecimentos científicos, a partir de uma situação proposta;*
- *Interface ativa: designa o papel dos alunos e dos professores participarem ativamente durante a mediação didática dos conhecimentos científicos;*
- *Interface cotidiana: designa a interface que a partir de uma mediação didática ativa aproxima os conhecimentos científicos do cotidiano dos alunos.*

Resta enfim observar que o presente trabalho permitiu a emergência destas três interfaces, de forma não excludente, mas complementar o ensino investigativo de ciências. De certa forma, estas interfaces desenvolvem a cultura escrita de conceitos científicos pelos alunos, bem como condições para ações ativas em sala de aula que visam a fortalecer o processo de alfabetização científica ao longo da mediação didática dos conhecimentos físicos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao fim deste trabalho, faz-se necessário destacar algumas considerações produzidas pela perspectiva de ensino investigativa.

No que toca ao ensino de Física, o estudo cumpriu com o objetivo de analisar a relação entre a investigação e alfabetização científica através de uma sequência investigativa envolvendo os conteúdos de Termodinâmica. Foi possível perceber o quanto a utilização de tal metodologia de ensino pode favorecer a alfabetização científica, através de interfaces complementares (científica, ativa e cotidiana) que visam à construção de significados em que os alunos foram capazes de refletir e analisar, relacionado os conceitos estudados, situações de sua vivência, assim como oportunizou que os alunos pudessem tomar decisões, de forma crítica e reflexiva, que influenciam sua vida.

Por meio da análise, observou-se que os conteúdos conceituais se deram na etapa da SEI, em que era necessária a elaboração hipóteses na situação problema e ainda nas previsões para o desfecho do experimento. Os conteúdos procedimentais estiveram presentes na experimentação e divulgação dos resultados, sendo possível assim uma análise feita pelos alunos sobre o conteúdo. Já os conteúdos atitudinais estiveram presentes na sistematização do conhecimento, onde foram capazes de apontar como os conhecimentos dos conceitos abordados da termodinâmica contribuem para sua vivência cotidiana.

A despeito disso, foi possível perceber o quanto a utilização de metodologias ativas contribui na prática docente, sendo de grande importância para os processos de aprendizagem em sala de aula, possibilitando um ambiente crítico, reflexivo e favorável à construção do conhecimento com participação dos agentes envolvidos no processo de aprendizagem (professores e alunos).

Em relação à metodologia do Ensino de Ciências por investigação, o estudo evidenciou a minha vontade de estudá-la ainda mais e principalmente de utilizá-la em minhas atividades - seja por meio de pesquisa ou na docência - para que o ensino de Física se dê sempre da melhor maneira, através do conhecimento científico construído na participação dos alunos no processo que esta se dá e também na mediação realizada pelo professor.

Por fim, é importante frisar que este trabalho pode ser considerado como um incentivo na utilização de metodologias ativas pelos que professores de ciências,

que busquem explorar ações ativas, investigativas e construtivas acerca do conhecimento físico entre os alunos, buscando desenvolver atitudes cidadãs e críticas, em conformidade com a efetiva alfabetização científica.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, M. C. P. S. de. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Cengage, 2015.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. 3ª Reimpressão. São Paulo: Edições 70, 2016.
- BORGNAKKE, C.; SONNTAG, R.E. **Fundamentos da Termodinâmica**. Trad. da 8ª ed. americana. São Paulo: Blucher, 2013.
- BRASIL. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+)**. Ciências da Natureza e Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2006.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Ministério da Educação, Secretaria da Educação Média e Tecnologia. Brasília: Ministério da Educação, 1999.
- BYNUM, W. **Uma breve história da ciência**. Tradução: Iuri Abreu. Porto Alegre: LP&M, 2013.
- CAMARGO, F. Por que usar metodologias ativas de aprendizagem? In: CAMARGO, F; DAROS, T. **A sala de aula inovadora: estratégias pedagógicas para fomentar o aprendizado ativo**. Porto Alegre: Penso, 2018.
- CARVALHO, A. M. P. **Ciências no ensino fundamental: o conhecimento físico**. São Paulo: Scipione, 1998.
- CARVALHO, A.M.P. et al. **Termodinâmica: um ensino por investigação**. São Paulo: FEUSP/CAPEL, 1999.
- CARVALHO, A.M.P. (org.). **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, 2010.
- CARVALHO, A. M. P. et al. **Calor e temperatura: um ensino por investigação**. São Paulo: Livraria da Física, 2014.
- CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Cengage, 2015
- CARVALHO, A.M.P. (org.). **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2016.
- ÇENGEL, Y.A.; BOLES, M.A. **Termodinâmica**. 7.ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.
- SOLÉ, I.; COLL, C. Os professores e a concepção construtivista. In: COLL, C. et al (org.). **O construtivismo em sala de aula**. 6ª ed. São Paulo: Ática, 2009.
- HALLIDAY D.; RESNICK R. e WALKER J. **Fundamentos de Física**. Volume 2. 9ª edição. Editora LTC, 2012.

LUDKE, M. ANDRÉ, M.E.D.A. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. 2.ed. São Paulo: EPU, 2016.

LUIZ, A.M. **Termodinâmica**: Teoria & Problemas. Rio de Janeiro, LTC, 2012.

MEGID NETO, J.; PACHECO, D. Pesquisas sobre o ensino de Física no nível médio no Brasil concepção e tratamento de problemas em teses e dissertações. In: NARDI, R. (org.). **Pesquisas em ensino de Física**. 3ª ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2004.

MORAN, J. Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. In: BACICH, L. J. MORAN. **Metodologias ativas para uma educação inovadora**: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre, Artmed, 2018.

OLIVEIRA, M.J. **Termodinâmica**. 2ed. São Paulo: Livraria da Física, 2012.

PÁDUA, A. B. de., PÁDUA, C. G. de.; SILVA, J. L. C. **A história da Termodinâmica clássica**: uma ciência fundamental. Londrina: EDUEL, 2009.

PARANÁ, **Secretaria de educação do estado do. Diretrizes curriculares da educação básica** – Física. Curitiba: SEED, 2008. Disponível em: <<http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1>>. Acesso em: 28/10/18.

PIETROCOLA, M. (org.) **Ensino de Física**: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2005.

RATKE, E.; PALCHA, L. S. **Ensino de termodinâmica na contemporaneidade**: O que dizem as pesquisas? In: Simpósio Nacional de Ensino em Ciências e Tecnologia, 6., Ponta Grossa, 2018. Anais... Ponta Grossa: UTFPR, 2018

RICARDO, E. C. Problematização e contextualização no ensino de Física. In: CARVALHO, A.M.P. (org.). **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica e documentos oficiais brasileiros: um diálogo na estruturação do ensino da Física. In: CARVALHO, A.M.P. (org.). **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

SASSERON, L. H.; MACHADO, V. F. **Alfabetização científica na prática**: inovando a forma de ensinar física. São Paulo: Livraria da Física, 2017.

TEIXEIRA, O. P. B.; CARVALHO, A. M. P. de. O ensino de calor e temperatura. In: NARDI, R. (org.). **Pesquisas em ensino de Física**. 3ª ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2004.

APÊNDICE 1 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, Elizangela Ratke, estudante de graduação, e Leandro Palcha, professor da Universidade Federal do Paraná, estamos convidando o(a) aluno(a) sob sua responsabilidade a participar de um estudo intitulado “Ensino de Termodinâmica por Investigação”.

- a) O objetivo desta pesquisa é analisar como o funcionamento da metodologia de Ensino por Investigação pode contribuir para o aprendizado de Termodinâmica em aulas de Física e faz parte do Trabalho de Conclusão de Curso de Licenciatura em Ciências Exatas – Habilitação em Física.
- b) Caso você autorize o aluno participar da pesquisa, será necessário que ele apresente e discuta argumentos sobre temas que envolvem o ensino de Física na escola.
- c) Os benefícios esperados com essa pesquisa são que as atividades envolvendo a investigação podem contribuir para os alunos construírem explicações científicas relacionadas à área de Física.
- d) Não haverá nenhum risco e nenhum gasto para a participação na pesquisa.
- e) Os pesquisadores Elizangela Ratke e Leandro Palcha, responsáveis por este estudo, poderão ser localizados na Rua Pioneiro, 2153, Dallas, UFPR – Palotina, Bloco Didático III, sala 4, tel (44) 3211-8580 entre 13h30 às 17h30 para esclarecer eventuais dúvidas que o(a) senhor(a) possa ter e fornecer-lhe as informações que queira, antes, durante ou depois de encerrado o estudo.
- f) A sua participação neste estudo é voluntária e se o(a) aluno(a) não quiser mais fazer parte da pesquisa poderá desistir a qualquer momento e solicitar que lhe devolvam este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado.
- g) As informações relacionadas ao estudo poderão ser conhecidas por pessoas autorizadas. No entanto, se qualquer informação for divulgada em relatório ou publicação, isto será feito sob forma codificada, para que a identidade do(a) aluno(a) seja preservada e mantida sua confidencialidade.

Eu, _____ li esse Termo de Consentimento e compreendi a natureza e objetivo do estudo do qual concordei que o(a) possa participar. Eu entendi que ele é livre para interromper a participação a qualquer momento sem justificar sua decisão e sem qualquer prejuízo para mim.

Palotina, 12 de setembro de 2018.

Nome do Aluno Participante

Assinatura do Responsável Legal

Assinatura do Pesquisador Responsável ou quem aplicou o TCLE

