

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
CAMPUS DE PRESIDENTE PRUDENTE

ALTEMIR ANTONIO PEREIRA JUNIOR

**LEITURA E PRODUÇÃO TEXTUAL COMO ESTRATÉGIAS PARA O ENSINO
E APRENDIZAGEM DA FÍSICA**

Presidente Prudente-SP
Março/2022



LEITURA E PRODUÇÃO TEXTUAL COMO ESTRATÉGIAS PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DA FÍSICA

Altemir Antonio Pereira Junior

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), *campus* Presidente Prudente, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Moacir Pereira de Souza Filho

Presidente Prudente-SP
Março/2022

FICHA CATALOGRÁFICA

P436I

Pereira Junior, Altemir Antonio

Leitura e produção textual como estratégias para o ensino e aprendizagem da física / Altemir Antonio Pereira Junior. -- Presidente Prudente, 2022

145 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente

Orientador: Dr. Moacir Pereira de Souza Filho

1. Física na literatura. 2. Física (Ensino médio). 3. Incentivo à leitura. 4. Material didático. 5. Ensino Metodologia. I. Título.

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

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Presidente Prudente

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Leitura e produção textual como estratégias para o ensino e aprendizagem da Física

AUTOR: ALTEMIR ANTONIO PEREIRA JUNIOR

ORIENTADOR: MOACIR PEREIRA DE SOUZA FILHO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ensino de Física, área: Formação de Professores de Física em Nível de Mestrado pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. MOACIR PEREIRA DE SOUZA FILHO (Participação Virtual)
Departamento de Química e Bioquímica / Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente UNESP

Profa. Dra. AGDA EUNICE DE SOUZA ALBAS (Participação Virtual)
Departamento de Física / Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente

Prof. Dr. RICARDO HIDALGO SANTIM (Participação Virtual)
Coordenadoria do Curso de Licenciatura em Física / Instituto Federal de São Paulo

Presidente Prudente, 03 de março de 2022

Presidente Prudente-SP
Março/2022

Dedico este trabalho aos que sonham, dormindo ou acordados, àqueles que acreditam, mesmo contra as reais expectativas, a todos que contam histórias, de vida, de ficção, por analogias, parábolas e tudo que se assemelhe. Dedico também à minha esposa Caroline e meu filho Théo, aos meus pais e irmã. Por fim, dedico a todos professores de Física que apreciam a conexão entre a Ciência, a Arte e a Cultura, e que se empenham para construir um sistema educacional justo, acessível, inclusivo e de qualidade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os professores com os quais tive aulas no programa MNPEF, em especial ao professor doutor Moacir Pereira de Souza Filho por toda paciência decorrente por aceitar me orientar neste trabalho.

Agradeço aos meus alunos, que foram o motor desse trabalho, a razão pela qual procuro sempre melhorar minha atuação docente.

Agradeço também aos colegas de curso por toda a colaboração propiciada em cada discussão dos assuntos aventados ao longo do curso.

Não posso deixar de agradecer a todos meus colegas de profissão, companheiros de trabalho no IFSP por todo apoio e incentivo da equipe do curso de Licenciatura em Física do *campus* Birigui, especialmente ao professor mestre Deidimar Alves Brissi pelos inúmeros conselhos e ao professor doutor Fabrício Trombini Russo que cedeu espaço em suas turmas para aplicação deste trabalho.

Agradeço à CAPES pelo fomento efetuado à concretização deste trabalho. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Por fim, agradeço a minha esposa Caroline, meu filho Théo, aos meus pais Altemir e Rita, e minha irmã Raquel.

“Os cientistas dizem que somos feitos de átomos, mas um passarinho me contou que somos feitos de histórias.”

(Eduardo Hughes Galeano)

RESUMO

Ao se investigar a postura dos estudantes do Ensino Médio quanto ao interesse por Física como disciplina escolar, observando seu interesse e curiosidade para com essa ciência, têm-se encontrado que muitos deles se mostram desmotivados e com fortes dificuldades em aprendê-la, e as causas desse revés são diversas. Este cenário tem motivado trabalhos de pesquisa orientados a procurar respostas às dificuldades dos alunos quanto à aprendizagem em Física, buscando estratégias para uma aprendizagem mais estimulante e significativa. Por acreditar que muitas pessoas gostam de ouvir uma boa história e de acompanhar um enredo, procurou-se levar para as aulas de Física algo nessa direção que motivasse os estudantes. Dessa maneira, propomos para a atuação do professor o uso da leitura de narrativas associada à produção textual, buscando inserir contextualização e significação aos assuntos físicos abordados. Assim, pretendemos promover a leitura por meio do uso de narrativas como ferramenta didática em aulas de Física do Ensino Médio. Para isso, foi elaborado um material orientativo com foco no professor que deseje desenvolver suas atividades valendo-se desse recurso, fornecendo bases para que o ensino venha se pautar nessa metodologia de ensino investigativo apoiado na leitura de narrativas. Para este uso, pautamo-nos no referencial teórico de ensino e aprendizagem do construtivismo social de Vigotski e na teoria da instrução de Bruner, acreditando que utilizar histórias favorece a interpelação à aprendizagem sócio interativa e criativa. Por fim, apresentamos um breve compêndio sobre estratégias de leitura de Isabel Solé direcionando à produção textual voltada ao ensino de Física. Apresentamos como resultados o relato de experiência sobre a aplicação deste tipo de abordagem em sala de aula dentro da temática da Termodinâmica, com resultados promissores, indicando a viabilidade da proposta como uma forma de abordar o ensino de Física.

Palavras-chave: Ensino de física; Leitura; Narrativas; Textos científicos; Ferramentas didáticas.

ABSTRACT

When investigating the attitude of high school students regarding the interest in physics as a school subject, observing their interest and curiosity towards this science, it has been found that many of them are unmotivated and with strong difficulties in learning it, and the causes of this setback are diverse. This scenario has motivated research work aimed at finding answers to students' difficulties regarding learning in Physics, seeking strategies for a more stimulating and meaningful learning. Believing that many people like to hear a good story and follow a plot, we tried to bring something in this direction to the Physics classes that would motivate the students. In this way, we propose for the teacher's performance the use of reading narratives associated with textual production, seeking to insert contextualization and meaning to the physical subjects addressed. Thus, we intend to promote reading through the use of narratives as a didactic tool in High School Physics classes. For this, an orientation material was prepared with a focus on the teacher who wants to develop their activities using this resource, providing bases for teaching to be guided by this investigative teaching methodology supported by the reading of narratives. For this use, we are guided by the theoretical framework of teaching and learning of Vygotsky's social constructivism and Bruner's theory of instruction, believing that using stories favors the interpellation of social interactive and creative learning. Finally, we present a brief compendium on reading strategies by Isabel Solé, directing the textual production aimed at teaching Physics. We present as results the experience report on the application of this type of approach in the classroom within the theme of Thermodynamics, with promising results, indicating the feasibility of the proposal as a way of approaching the teaching of Physics.

Keywords: Physics teaching; Reading; Narratives; Scientific texts; Didactic tools.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diagramas de fases para água.	66
Figura 2 – Relações entre as principais escalas termométricas.....	68
Figura 3 – Lâminas bimetálicas.....	70
Figura 4 – Forças interatômicas de um sólido como molas.	70
Figura 5 – Dilatação térmica da água.....	74
Figura 6 – Dilatação anômala da água.....	75
Figura 7 – Fluxo de calor em sólidos.....	78
Figura 8 – Aquecimento e mudanças de fase de 1 g de água.	80
Figura 9 – Exemplo de produção textual discente.....	114
Figura 10 – Exemplo de produção textual discente.....	114
Figura 11 – Exemplo de produção textual discente.....	115
Figura 12 – Exemplo de produção textual discente.....	115
Figura 13 – Exemplo de produção textual discente.....	116
Figura 14 – Exemplo de produção textual discente.....	116
Figura 15 – Exemplo de produção textual discente.....	117
Figura 16 – Exemplo de produção textual discente.....	117
Figura 17 – Exemplo de produção textual discente.....	118
Figura 18 – Exemplo de produção textual discente.....	118
Figura 19 – Exemplo de produção textual discente.....	118
Figura 20 – Exemplo de produção textual discente.....	119
Figura 21 – Exemplo de produção textual discente.....	119
Figura 22 – Exemplo de produção textual discente.....	120
Figura 23 – Exemplo de produção textual discente.....	120
Figura 24 – Exemplo de produção textual discente.....	121

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Comparação entre metodologias.....	90
Quadro 2 – Sequência Didática: Unidade de Ensino sobre Termodinâmica....	98
Quadro 3 – Avaliação Conceitual (C), Prático (P) e Atitudinal (A).....	100

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Síntese dos resultados dos trabalhos apresentados.....	113
---	-----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BRI	Birigui;
EJA	Educação de Jovens e Adultos;
NDR	Nível de Desenvolvimento Real;
SD	Sequência Didática;
SEI	Sequência de Ensino Investigativa;
IFSP	Instituto Federal de Ciência, Educação e Tecnologia de São Paulo;
SI	Sistema Internacional de Unidades
UE	Unidade de Ensino;
USP	Universidade de São Paulo;
ZDP	Zona de Desenvolvimento Proximal.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	8
1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	11
1.1 Porquê do desinteresse pela Física	12
1.1.1 Física apresentada de forma matematizada	14
1.1.2 Falta de conexão com cotidiano	17
1.1.3 Uso de linguagem inadequada	20
1.1.4 Postura docente afetivamente distante	23
1.2 O uso de histórias e narrativas	25
1.3 Teorias e estratégias de ensino e aprendizagem	34
1.3.1 Teoria sócio construtivista de Vigotski.....	35
1.3.2 Teoria da instrução de Jerome Bruner	43
1.3.3 Histórias, narrativas e o ensino da Física.....	50
1.3.4 Leitura e produção textual	53
2 A FÍSICA DENTRO DAS HISTÓRIAS	62
2.1 Conceitos de Termodinâmica	63
2.1.1 Temperatura.....	64
2.1.2 Termometria	65
2.1.3 Dilatação térmica.....	69
2.1.4 Transmissão de calor	76
2.1.5 Calorimetria	79
2.1.6 Gases ideais e transformações gasosas.....	81
2.1.7 Leis da Termodinâmica	83
3 PRODUTO EDUCACIONAL	87
3.1 Sequência de Ensino Investigativa	93
3.2 Aplicação do produto - relato de experiência	102
4 RESULTADOS	111
4.1 Considerações finais	122
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	125
APÊNDICE A: PRODUTO EDUCACIONAL	130
APÊNDICE A.1 – ELABORAR UMA SEI COM TEXTOS NARRATIVOS	132

INTRODUÇÃO

Estudos recentes têm revelado que há, infelizmente, uma significativa parcela dos estudantes do Ensino Médio desmotivados e com severas dificuldades em aprender Física, e as causas desse revés são múltiplas e conectadas, passando pelas dificuldades com a linguagem matemática até a falta de contextualização e aplicação dos conteúdos abordados. Alguns trabalhos de pesquisas estão orientados em estudar este fardo na vida escolar dos estudantes, buscando transformar a aprendizagem da Física em sala de aula em algo mais estimulante e significativo (MENEGOTTO e ROCHA FILHO, 2008; CIMA, 2014; KRUMMENAUER e WANNMACHER, 2014; LOUREIRO e SANTOS, 2017; PEREIRA, COELHO, *et al.*, 2007).

Por outro lado, é possível observar que muitas pessoas gostam de ouvir uma boa história ou de acompanhar um enredo, seja este um seriado, novela ou um livro (DAHLSTROM, 2014; MODESTO, ROCHA e BITENCOURT, 2010; PIASSI e PIETROCOLA, 2007; ZANETIC, 2006). Neste sentido, uma possibilidade para levar desta perspectiva para a sala de aula, elevando essa motivação nos estudantes, propõe-se para a atuação do professor a utilização de narrativas, contos e histórias como recurso didático aplicado a sequências de ensino investigativas, por meio da leitura e produção textual, buscando provocar nos estudantes maior interesse sobre essa Ciência.

Sob este *modus* de atuação, os alunos podem vir a reconhecer melhor os contextos da Física apresentados por meio de narrativas, sejam estas de situações do dia a dia ou fantasiosas (ROWCLIFFE, 2014), e conseqüentemente, levando-os a interagir mais com as aulas, com a natureza e até mesmo com os conflitos cognitivos, éticos e sociais que circundam o desenvolvimento científico. Trata-se, entre outras coisas, de “contextualizar e humanizar a ciência escolar” (CACHAPUZ, PRAIA e JORGE, 2004, p. 368).

Em outras palavras, expondo que a escolha por narrativas não é ingênua ou distante da realidade, pode-se dizer que:

A conscientização ou discussão da realidade não se faz obrigatoriamente via realismo: a imaginação e a fantasia podem fazer o mesmo, por caminhos subterrâneos da trama e, talvez até por isso mesmo, com mais agudeza e profundidade (CUNHA, 2006 *apud* (REGATIERI, 2008, p. 32).

O uso de contos, lendas, fábulas e similares, dentro da sala de aulas, promove um cenário enriquecedor para a aprendizagem, envolvendo a imaginação e as concepções de realidade dos estudantes num único momento, posto que “o conto propicia à criança experienciar suas emoções e vivê-las em sua fantasia, sem que tenha que passar pelas mesmas situações na vida real” (NEDER, ALMEIDA, *et al.*, 2009, p. 63).

Por isso, este trabalho tem como desígnio contribuir com as atividades didáticas em sala de aula, promovendo uma modalidade ainda pouco explorada no que tange ao ensino de ciências no Brasil, inclusive nas aulas de Física: o uso de histórias e narrativas. Aspira-se, dessa maneira, a elaboração de um material orientativo com foco no professor, uma ferramenta didática, apresentando como exemplo de aplicação (produto educacional) com o tema de termodinâmica, para que os professores de Física possam compor seus planos de aula valendo-se deste recurso.

Assim, o presente trabalho se pauta no uso de textos narrativos aplicados sob Sequências de Ensino Investigativas - SEI, sempre com o intuito de enriquecer o ambiente de sala de aulas e promover ao alunado maiores oportunidades de interação com os saberes científicos físicos, sem esquecer que:

O desenvolvimento dos conceitos, ou dos significados das palavras, pressupõe o desenvolvimento de muitas funções intelectuais: atenção deliberada, memória lógica, abstração, capacidade de comparar e diferenciar. Esses processos psicológicos complexos não podem ser dominados apenas por meio da aprendizagem inicial (VIGOTSKI, 2008, p. 104).

De certo, uma atividade única ou pontual nunca será suficiente para mudar a “conceituação vivencial das crianças, contudo, acreditamos que a utilização de histórias, aliada à experimentação, pode ser um caminho interessante a ser seguido” (LIMA, ALVES e LEDO, 1996, p. 106).

Dessa maneira, este trabalho certamente não propõe uma metodologia magna pela qual toda aprendizagem deva ser unicamente abordada em seus balizadores. Antes, pretende oferecer aos docentes de Física mais uma ferramenta de ensino, dinamizando as relações educacionais em sala de aulas e estimulando a participação efetiva dos alunos no desenvolvimento de suas atividades. Dividiu-se esse trabalho na presente introdução e em outros quatro capítulos.

No capítulo 1 são explorados os fundamentos motivadores do trabalho bem como apresentando os referenciais teóricos que nos embasamos, buscando-se observar os principais motivos pelos quais os estudantes costumam apresentar aversão à Física. Também, trazemos as razões da opção pelo uso de textos narrativos para combater essa aversão, dando ênfase às teorias sócio construtivistas educacionais de Vigotski e instrucionais de Bruner como base à praxe proposta, expondo os estudos e pesquisas já desenvolvidos na área do ensino de ciências por meio de narrativas, analogias, leitura e produção textual.

O capítulo 2 contempla uma seção de Física teórica, explorando alguns dos conceitos trabalhados nas narrativas, i.e., os princípios de Termodinâmica.

O capítulo 3 apresenta o produto educacional desenvolvido, as atividades sob esta prerrogativa, requisito principal para este programa de mestrado profissional.

Finalizando, o último capítulo traz os principais resultados alcançados em sala de aulas, com algumas considerações e conclusões. Dentro dessa perspectiva pretende-se apresentar uma forma de inserir a leitura e produção textual dentro de uma metodologia ativa de aprendizagem, usando de narrativas contextualizadas no dia a dia visando maior engajamento discente quanto ao ensino de Física.

Ainda, consta uma seção de apêndice onde o **Produto Educacional**, fruto principal deste trabalho, está exclusivamente apresentado.

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este trabalho carrega consigo uma alternativa para a atuação docente, abrangendo os conteúdos pragmáticos da Física de uma forma contextualizada e trazendo aspectos lúdicos e literários. Por isso, cabe para a fundamentação teórica abordar cada uma dessas premissas, visando o usufruto e o desenvolvimento pleno dessa ferramenta, cobrindo os principais aspectos relacionados a esta praxe.

Assim, este capítulo será iniciado pela motivação original do trabalho, buscando entender porque muitos estudantes não se sentem interessados em aprender Física, e indicando a escolha de usar narrativas como alternativa para sanar este problema.

Seguindo, serão observadas as teorias de aprendizagem sócio construtivistas de Vigotski e instrucional de Bruner, tratando o uso da linguagem falada, não falada e escrita, bem como a concepção de organização sequencial de aprendizagem.

Por fim, serão apresentados alguns apontamentos referentes ao uso de leitura e produção textual em sala de aulas, buscando remeter este viés de trabalho às aplicações dentro do ensino da Física.

1.1 Porquê do desinteresse pela Física

Vários estudos nas últimas décadas revelam que há, infelizmente, uma significativa parcela dos estudantes do Ensino Médio desmotivados e com severas dificuldades em aprender Física, e as causas desse revés são múltiplas e conectadas (MENEGOTTO e ROCHA FILHO, 2008; CIMA, 2014; KRUMMENAUER e WANNMACHER, 2014; LOUREIRO e SANTOS, 2017; PEREIRA, COELHO, *et al.*, 2007). Tanto professores como alunos a tratam como um gigante a ser vencido. Aos professores, a disciplina é difícil de ser ensinada, enquanto para os estudantes, a tomam como complexa de ser entendida (ASSIS, 2014).

De fato, a Física deveria despertar nos estudantes, pela sua essência, uma grande curiosidade e fascínio, um interesse por buscar compreender os fenômenos da natureza. Mas, o que acaba se efetivando é uma aversão à Física por esta se apresentar como uma disciplina difícil de ser compreendida pelos alunos, e, por vezes, difícil de ser ensinada pelos professores. Ainda, muitos dos alunos que dizem não gostar dessa disciplina afirmam que a estudam apenas para passar de ano ou atribuem sua importância somente porque a disciplina é exigida nos exames vestibulares (MENEGOTTO e ROCHA FILHO, 2008).

Trazendo ao debate o papel desempenhado por seus professores no processo de ensino, esse não deveria apenas ser o de trazer temas ou conteúdos prontos e determinados, mas de “estimular o diálogo entre o espaço escolar e o mundo” (PEREIRA, COELHO, *et al.*, 2007, p. 5), facilitando as percepções e comparações, descobrindo semelhanças e diferenças para a construção de novos significados. Assim, competiria ao docente a percepção de que a aprendizagem só pode ser chamada de satisfatória se o estudante for capaz de “compreender cada conceito, o que implica no entendimento muito além da reprodução.” (SILVA e FREIRE, 2014, p. 3).

Contudo, segundo Krummenauer e Wannmacher (2014), o que se vê na prática do ensino da Física é uma insistência:

- no uso de aulas tradicionais expositivas, sem permitir interação do estudante com o conteúdo;

- em apresentar os conteúdos de forma matematizada, voltado à aplicação de fórmulas e equações, sem grandes análises dos fenômenos naturais e dos conceitos físicos envolvidos;
- na utilização de uma linguagem tecnicista e inadequada, não permitindo que o estudante encontre significado nas explicações;
- na falta de contextualização e de aplicação dos conceitos abordados no cotidiano.

Estes, entre outros fatores abordados a seguir, têm sido os principais vilões quanto ao despertar da motivação discente para o estudo de Física.

1.1.1 Física apresentada de forma matematizada

São vários os motivos que levam à construção desse cenário de aversão à Física e quase todos eles apontam a má atuação docente. Sim, boa parte da responsabilidade tocante à construção desse cenário antagônico recai na atuação docente e no formato das aulas ministradas: um ensino tradicionalista focado na simples aplicação de equações e resolução de exercícios, desconectando o conteúdo apresentado do cotidiano, e mostrando-se incapaz de despertar no estudante algum desejo por compreender a descrição Física dos fenômenos naturais. Ocorre assim, um ensino tratado de forma enciclopédica, “resumindo-se a um aparato matemático que, normalmente, não leva à compreensão dos fenômenos físicos e ainda, acaba por causar aversão pela disciplina” (MORAES, 2009, p. 2 *apud* CIMA 2014, p. 29).

Em outros termos, podemos dizer que:

A falta de empatia entre o professor e seus alunos, assim como a opção pela matematização em detrimento da conceitualização e contextualização, além da ausência de experimentos relacionados aos fenômenos estudados, são os principais fatores apontados pelos estudantes para justificar seu desgosto em relação à Física (KRUMMENAUER e WANNMACHER, 2014, p. 33).

Essas metodologias mais tradicionais deveriam ser evitadas, uma vez que não contribuem para uma educação de qualidade para todos e sequer despertam no aluno o interesse pela Física, trazendo somente memorização e aplicação de fórmulas, estabelecendo uma relação muito fraca entre o ensino e o aprendizado, quase sempre, vazia de significados.

Essas abordagens de ensino, tradicionais, vêm produzindo uma multidão de alunos com uma percepção puramente matemática da disciplina onde “alguns deles não associam o teor fenomenológico que a caracteriza” (LOUREIRO e SANTOS, 2017, p. 185), desacolhendo a Física devido à forma como é ministrada, intimamente relacionada a cálculos e pouco relacionada ao cotidiano, e não atentando que:

A compreensão da Física vai além de identificar as grandezas em uma fórmula e substituir pelos respectivos valores. A Física como ciência que estuda a natureza e seus fenômenos, está intimamente ligada à realidade do ser humano, portanto, é necessário que os alunos consigam fazer uma ponte entre os conteúdos estudados em sala de aula com o seu cotidiano. Para isso, o professor exerce o papel fundamental de motivar e relacionar os assuntos estudados em sala de aula com os fenômenos físicos observados diariamente (LOUREIRO e SANTOS, 2017, p. 185).

Legitimando essa argumentação, Silva e Freire (2014) apontam que um dos aspectos revelados por alunos é que as “dificuldades do aprendizado referem-se às fórmulas, em sua memorização, utilização e desenvolvimento” (ibidem, p. 3). Esses alunos, provavelmente, não conceberam a Física existente além das aplicações de fórmulas/equações, sucumbindo, em algum momento, em uma metodologia que despreza o cotidiano, relacionando-se com os conteúdos por aulas expositivas e descontextualizadas, não conseguindo acompanhar o ritmo imposto pelo professor em sua abordagem. O que se percebe é que no ensino de Física:

Ainda predomina a apresentação de leis, conceitos e fórmulas desarticuladas da vida cotidiana aluno. Este não consegue vislumbrar a possibilidade de a Física escolar oferecer-lhe uma compreensão da sua realidade vivida. Ao contrário, predominam situações de aprendizagem que só têm sentido no interior da escola (PEREIRA, COELHO, *et al.*, 2007, p. 2).

Ou seja:

A disciplina de Física se propõe a transmitir conteúdos, deixando em segundo plano a preparação do aluno para a vida, sem a necessidade de estabelecer relações com a realidade em que vive ou de fazer abstrações (CIMA, 2014, p. 28).

Inclusive, corroborando com o dito acima, Loureiro e Santos (2017) apresentam interessantes resultados de um estudo de caso por elas realizado, cerca de 34% dos alunos entrevistados apontam que gostam de estudar Física, enquanto, na mesma pesquisa, quase 81% julgam que estudar essa disciplina é importante. Essa discrepância dentre os que a consideram importante e os que tem afeição pela Física apontam um problema ao qual poderíamos levantar vários questionamentos, como: por que a Física é importante? Por que você gosta (ou não) da Física? Onde você percebe que a Física ajudará no seu dia a dia? Em que momentos você já utilizou conceitos físicos em seu dia?

Ainda nessa análise, elas apontam que aproximadamente 44% dos entrevistados relacionaram que Física e Matemática são disciplinas muito semelhantes. O que pode ser interpretado disso, de forma razoável, é que estes estudantes percebem a Física como uma disciplina de aplicação de fórmulas e equações a serem resolvidas. “Porque não sou boa em cálculos” e “porque eu odeio cálculos” (ibidem, p. 191) são exemplos das justificativas colhidas neste ponto de seu trabalho de campo.

Krummenauer e Wannmacher (2014) também desenvolveram uma pesquisa, com estudantes de um curso de Educação de Jovens e Adultos - EJA,

e, apesar da heterogeneidade da faixa etária, seus resultados podem ser mencionados como parâmetro aqui. Eles dividiram seus resultados em duas categorias, “não gosto de Física” e “gosto de Física”, e dentro destas puderam perceber que muito dos alunos que afirmam gostar de Física argumentam que gostam da forma que o professor explica o conteúdo e declaram “conseguir resolver os exercícios com facilidade” (ibidem, p. 40), ou seja, os alunos que se enquadram neste perfil, gostam da Física porque gostam de realizar operações matemáticas. Mais uma vez, fica identificado nesses discursos, a recorrência da matematização da Física no âmbito escolar.

O docente não tem preocupação em contextualizar e problematizar o conteúdo, apresentando apenas uma Física com fórmulas matemáticas prontas e com resolução algébrica de exercícios de livros didáticos, sem nenhuma preocupação com uma análise conceitual, sem aulas de laboratórios, tampouco com recursos de simulações computacionais (KRUMMENAUER e WANNMACHER, 2014, p. 40).

Não há dúvidas que a habilidade matemática é indispensável para o pleno desenvolvimento dos conhecimentos físicos, contudo não se pode reduzir esta àquela (PEREIRA, COELHO, *et al.*, 2007).

1.1.2 Falta de conexão com cotidiano

É possível também apontar que uma das frequentes causas relacionadas à falta afeição para com a Física está intimamente atrelada à “ausência de relações entre os conteúdos estudados e as situações cotidianas do jovem, o que dificulta a construção de significados” (MENEGOTTO e ROCHA FILHO, 2008, p. 308).

A praxe ideal deveria ser aquela na qual o aluno reconhece como os saberes escolares podem auxiliá-lo a compreender sua própria realidade, mas o que mais se nota é um ensino da Física realizado mediante a apresentação despida de conceitos, revelando leis e fórmulas de forma desarticulada à realidade.

São conceitos trabalhados apenas para serem aplicados em resolução de exercícios num universo idealizado, sem dissipações, não encontrando nenhuma validade e utilidade para além da sala de aula (LOUREIRO e SANTOS, 2017).

O professor também precisa buscar explicar os conteúdos com clareza e objetividade, utilizar exemplos do cotidiano dos alunos, para que estes identifiquem significados relacionado ao que está sendo ensinado (ibidem, p. 198).

Para entender o significado de uma equação Física, é essencial ao estudante fazer uma relação com uma situação real na qual a tal equação se descreve, ou seja, relacionar a teoria com a realidade, enxergando que essas equações foram elaboradas para descrever fenômenos observados na natureza.

Ao se deparar com os conceitos científico, os estudantes encontram um distanciamento grande com sua realidade, existem obstáculos para o pleno entendimento dos termos utilizados em Física. Cabe ao professor aproximar os conceitos científicos à linguagem dos alunos, minimizando esses obstáculos (LOUREIRO e SANTOS, 2017, p. 186).

Nesse contexto, o aluno deveria se deparar com assuntos presentes no dia-a-dia. Os diversos temas trabalhados na Física escolar deveriam permitir a contextualização com fenômenos observados diariamente, mas poucos professores têm acolhido essa percepção.

Os balizadores apontados pelo PCN e PCN+ (BRASIL, 1997; BRASIL, 1999; BRASIL, 2002a; BRASIL, 2002b) solicitam que os conteúdos de Física estudados no Ensino Médio sejam divididos em seis temas estruturadores, possibilitando formas para a organização das atividades escolares, inserindo o estudante no mundo em que vive, tornando-o um sujeito crítico e atuante

(LOUREIRO e SANTOS, 2017). Assim, o ensino da Física deve conduzir o estudante a:

Frente a uma situação ou problema concreto, reconhecer a natureza dos fenômenos envolvidos, situando-os dentro do conjunto de fenômenos da Física e identificar as grandezas relevantes, em cada caso. Assim, diante de um fenômeno envolvendo calor, identificar fontes, processos envolvidos e seus efeitos, reconhecendo variações de temperatura como indicadores relevantes (BRASIL, 2002a, p. 65).

Atentando que:

Trata-se de construir uma visão da Física voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar na realidade (BRASIL, 2002a, p. 59).

Ocorre que o caráter cumulativo do ensino por transmissão de conhecimentos transforma o conteúdo ensinado em algo que não tem significado para os estudantes, pois os mesmos não encontram a relação do que é ensinado em sala de aula, por meio de equações e cálculos matemáticos, com os fenômenos que ocorrem em seu dia a dia, sendo esse um dos maiores problemas para a aprendizagem dos conteúdos.

A falta de conexão entre a Física e a realidade fica evidente quando alunos afirmam que faltam exemplos aplicáveis no cotidiano que façam conexão entre o que é estudado e o mundo vivencial deles na explicação dos fenômenos naturais. Expondo o relato de uma aluna do terceiro ano do Ensino Médio, Silva e Freire (2014) revelam o anseio discente por contextualização: “Ah, mostrar exemplos de como o conteúdo pode atuar na nossa vida, como pode ajudar, sei lá! Vídeos também ajudam. Não só teoria no quadro” (ibidem, p. 4).

Com efeito, os alunos aprendem melhor se conseguirem estabelecer conexões que resgatem conceitos e conteúdos. A maior dificuldade é que o estabelecimento de uma relação entre a Física e o cotidiano não é uma prática usual, pois:

Para muitos professores a vida cotidiana tem apenas um caráter motivacional e o senso comum deve ser substituído pelo conhecimento mais elaborado. Todavia, para outros, a vida cotidiana é o cenário da aprendizagem e da aplicação do conhecimento escolar com vistas a auxiliar a resolver problemas sociais (CAJAS, 2001 *apud* PEREIRA et.al., 2007, p. 9).

Em seu estudo de caso, Loureiro e Santos (2017) destacam que os alunos compreendem melhor o que é ensinado quando o professor relaciona o tema com questões cotidianas. Dentre as respostas de seus entrevistados, destacamos “às vezes quando o professor explica usa o cotidiano”, “quando vou

calibrar o pneu da minha bicicleta” e “sim, em várias situações como a temperatura do nosso corpo” (ibidem, p. 195).

Então, pela observação das pesquisas apresentadas, percebe-se que grande parte das propostas para o ensino de Física são desarticuladas da realidade discente, sem vínculos com seu cotidiano, servindo apenas para aumentar as dificuldades de aprendizagem, culminando em repetência e evasão escolar.

Portanto, este é o momento em que urge a necessidade de uma intervenção, para tratar a educação de forma mais global e contextualizada (CACHAPUZ, PRAIA e JORGE, 2004), pois “observa-se a necessidade de uma reformulação da forma como a Física é abordada no Ensino Médio, precisa-se desmistificá-la dando a ela o seu caráter fenomenológico” (LOUREIRO e SANTOS, 2017, p. 198), e sem deixar de contextualizar cada fase da aprendizagem.

1.1.3 Uso de linguagem inadequada

Há ainda uma parcela de alunos que não deve ser ignorada quando se pretende um ensino de Física abrangente e inclusivo, que são aqueles que não pretendem prosseguir seus estudos nas áreas científicas, os que declaram “não sou de exatas”. Estes merecem receber uma formação ainda que geral, que garanta uma percepção do mundo contemporâneo por meio do uso de uma linguagem que os atinja (BRASIL, 2002a; BRASIL, 2002b). Para isso, o professor deve atuar ajudando-os em sua formação como cidadão e na construção de seus conhecimentos, competências e habilidades.

Muitos alunos acabam por não gostar de Física simplesmente por não compreenderem a linguagem utilizada pelos professores nas aulas. De fato, a Física, como toda ciência, apresenta uma linguagem própria com alguns termos empregados de significado restrito, diferindo muitas vezes dos significados amplos que a mesma palavra ou expressão venha carregar no dia a dia (LIMA, ALVES e LEDO, 1996).

É pela comunicação que aprendemos. Por meio dela também ensinamos. Quando ensinamos podemos nos expressar de várias formas: verbal, visual, emocional, corporal. Assim, proporcionamos também outras formas para o aluno aprender. Sempre que visamos melhorias na ação pedagógica, o aprimoramento das formas de linguagem utilizadas em sala de aula pode conduzir o aluno à compreensão, pois o estudante aprende de acordo com a linguagem utilizada pelo professor (ibidem, p. 306).

Por isso, é essencial que o professor perceba que não basta conhecer muito sobre sua matéria, pois a qualidade de seu ensino reside, entre outras coisas, na qualidade de sua comunicação. A forma de como informações, regras e princípios são transmitidos faz total diferença, pois a exposição de um texto não é apenas a apresentação de uma frase longa ou uma soma de frases, ele é uma totalidade com sua qualidade particular, com sua natureza específica (ORLANDI, 2009). Assim, ao aproximar a linguagem da Física à linguagem do aluno, facilitamos sua compreensão e o habilitamos a ampliar seu vocabulário, o que permitirá aprendizagens cada vez mais complexas.

O ato de ensinar é vastamente facilitado por meio da linguagem, que não é somente um meio de trocas, mas o instrumento que o aprendiz pode utilizar para trazer ordem ao ambiente. A natureza da linguagem e as funções a que ela serve têm, obrigatoriamente, que fazer parte de qualquer teoria do desenvolvimento cognitivo (BRUNER, 2006, p. 20).

Muitos dos problemas de aprendizagem ocorrem pela linguagem utilizada, pela falta de contextualização dos conteúdos trabalhados, pelo professor não

possibilitar uma comunicação interativa do aluno ou quando não acolhe o aluno segundo sua condição humana.

A necessidade de alfabetizar a “Língua da Física” para que os estudantes venham a se apoderar dos seus saberes é constante, e nada seria melhor neste processo de alfabetização do que o uso de histórias, narrativas contextualizadas, um contexto em que por meio da leitura autônoma o estudante desenvolve seu contato íntimo com a Física. Para além disso, Marquez et al. (2003 *apud* CARVALHO, 2013) sugere dois processos que auxiliam na integração dos diversos tipos de linguagem:

- a cooperação quando uma linguagem reforça o significado da outra. Podemos dar como exemplo um professor que ao discutir um gráfico ou um mapa vai também indicando com gesto e falando verbalmente o que quer mostrar. Assim ele está cooperando, isto é, mostrando o mesmo significado com as três linguagens: a verbal, a gestual e a gráfica
- a especialização quando uma das linguagens adiciona um novo significado à outra. Quando o professor fala que uma variável depende da outra, por exemplo, quanto mais tempo ficar uma panela no fogo maior será a temperatura da água e ao mesmo tempo mostra um gráfico do aumento dessa temperatura com o tempo. Esse gráfico dá o como é o aumento de temperatura especializando a informação (*ibidem*, p. 8).

Assim, o vocabulário do estudante ganha robustez uma vez que os termos próprios daquela área de conhecimento vão sendo introduzidos e apresentados de forma lógica a eles.

Para dentro do contexto da leitura, o indivíduo é captado por inteiro, abarcando nessa abordagem tanto o seu lado afetivo e psicológico quanto o cognitivo, social e cultural.

Com base nessas opiniões percebemos que os cálculos, comumente, são trabalhados antes que o estudante compreenda a situação ou conceito estudado. Tornam-se repetitivos, destituídos de sentido, e os alunos não sabem quando deverão aplicá-los. Entretanto, como os modelos matemáticos são necessários à Física, estes deverão ser trabalhados gradativamente, como instrumentos auxiliares à assimilação de conceitos novos. [...] É interessante que a linguagem utilizada em sala de aula seja adequada ao contexto do aluno quando se trata de construir novos conceitos. Podemos relacionar palavras desconhecidas com outras, vinculadas ao contexto dos alunos, ou podem ser propostas atividades em que os alunos exercitem expressões orais e escritas relacionadas ao tema, de modo que penetrem paulatinamente no universo do vocabulário da Física (MENEGOTTO e ROCHA FILHO, 2008, p. 305).

De fato, inserir os alunos no universo científico passa necessariamente pela sua introdução na linguagem científica. Para o caso da Física, isso significa muito mais do que apresentar os significados de termos próprios dessa ciência

como trabalho, calor, motor e atrito, entre outros termos que fogem aos seus significados mais cotidianos. Alfabetizar para a Física implica em reconhecer e interpretar variáveis, gráficos, diagramas, tabelas e outras expressões de dados concatenados à linguagem dessa ciência. Contudo, essa inserção não precisa ocorrer de forma penosa e desagradável, com linguagem puramente técnica, “fria e crua”, ou alheia aos conhecimentos prévios dos alunos e de suas vivências.

Para que os estudantes construam conhecimentos em Física na sala de aula é preciso que compreendam a linguagem com a qual a ciência é produzida e divulgada, e principalmente que consigam expressar esses conhecimentos (SETLIK e HIGA, 2014, p. 84).

1.1.4 Postura docente afetivamente distante

Por fim, outros dos fatores importantes que compõem as relações de ensino e aprendizagem são empatia, alteridade e afetuosidade, afinal, “as dificuldades no aprendizado não estão centradas apenas na apropriação dos conteúdos de Física, mas também na relação professor-aluno e nas escolhas didáticas do professor” (PEREIRA, COELHO, *et al.*, 2007, p. 6).

Quanto à atuação do professor, mais especificamente, a maioria dos [alunos] entrevistados empenhou-se em dar algum tipo de resposta. A maior parte delas fazia referência a aspectos afetivos ou habilidades pessoais, tais como: dinâmicos, pacientes, respeitadores. Dois exemplos ilustram o universo pesquisado: “Aquele que tem a aula dinâmica, prende a atenção do aluno e passa de forma diferente o conteúdo facilitando sua aprendizagem” (*ibidem*, p. 9).

É claro que sempre haverá problemas em toda relação qual há alguém que possui algo e outro que nada possui, especialmente, tratando-se da autoridade inerente à configuração existente na situação instrucional escolar. A estruturação desse contrato de autoridade afeta a essência de como o aprendizado se desenvolve, especialmente na autonomia do aprendiz no concernente de seu grau de confiança e sua capacidade de atuar sozinho (BRUNER, 2006). Por isso, recomenda-se que o docente atue de forma encorajadora, dando a autonomia e as ferramentas para que o aprendizado flua de forma natural e confortável, facilitando a regulação do comportamento investigativo e permitindo que a curiosidade seja o agente impulsionador da aprendizagem.

O uso de narrativas vem ao encontro desses pontos, promovendo intimidade e afetividade, desenvolvendo a imaginação, a autonomia, a alteridade e a empatia, trazendo o estudante ao papel de protagonista na construção de conhecimento, de forma contextualizada e inteligível, tudo isso utilizando uma linguagem simples e acessível. Surge assim, como facilitador no processo de ensino e aprendizagem em Física, a ludicidade, bem observado por meio do relato de um aluno, enfatizando como o professor brinca em suas aulas: “Como faz, ele brinca, faz piada, ele enche o quadro né? Ele responde tudo... Ele faz o povo participar” (SILVA e FREIRE, 2014, p. 4).

Por fim, com todo o aqui exposto, a conclusão sobre a recorrente aversão à Física pode ser atribuída, em grande parte, mas não exclusivamente, à prática docente de insistir na matematização da Física, às dificuldades de interpretação

dos enunciados devido à linguagem inadequada frequentemente utilizada, à recorrente falta de conexão entre os conteúdos ministrados com o cotidiano, bem como à falta de empatia dos professores para com os alunos devido à sua atuação monótona, distante e previsível.

As diversas dificuldades que o alunado encontra na sua jornada de aprendizagem de Física precisam ser combatidas, pois “de forma geral, é difícil sustentar o interesse em uma atividade, a menos que se alcance certo grau de competência” (BRUNER, 2006, p. 124). Dessa forma, as aulas de Física devem se tornar acessíveis e atraentes aos alunos, sendo ministradas de várias formas, preferencialmente por meio de metodologias ativas de ensino que promovam maior êxito escolar. O mais importante é que sejam aulas contextualizadas, críticas, interativas, dinâmicas, com participação efetiva dos estudantes, visando propiciar aos alunos uma atitude investigativa, reflexiva e questionadora.

O problema não está no aprendizado em si, mas no fato de que o que a escola impõe, frequentemente, falha na atração natural da energia que mantém o aprendizado espontâneo – a curiosidade, o desejo por competência, a aspiração de emular um modelo, um sentido profundo de compromisso com a rede social de reciprocidade (BRUNER, 2006, p. 132).

Dessa forma, não seriam mais admitidas as ideias de que o sujeito se constrói por meio do desenvolvimento isolado e autônomo de funções isoladas da sua percepção, mas tudo se decorre em um sistema psíquico complexo interfuncional de consciência (VIGOTSKI, 2008). Por isso, devem-se favorecer as abordagens holísticas que possam contribuir para a melhoria das metodologias do ensino e sustentando a promoção de um ensino contextualizado e significativo, de modo que o estudo da Física se torne relevante e interessante para os estudantes (MENEGOTTO e ROCHA FILHO, 2008).

É responsabilidade do professor sempre buscar melhorar a qualidade do ensino, alcançando seu modo próprio e criativo de teorizar e praticar a sua aula, renovando-a constantemente e mantendo-a como fonte principal de sua atividade educativa e inovadora.

1.2 O uso de histórias e narrativas

História é a narração dos fatos notáveis ocorridos na vida dos povos, em particular, e da humanidade, em geral. Um conjunto de conhecimentos, adquiridos por meio da tradição e/ou mediante documentos, acerca da evolução do passado da humanidade. Ciência e método que permitem adquiri-los e transmiti-los. Narração de acontecimentos, ações, fatos ou particularidades relativas a um determinado assunto. [...]. Estória é: narrativa de ficção; exposição romanceada de fatos puramente imaginários (distinta da história, que se baseia em documentos ou testemunhos); conto, novela, fábula: estórias em quadrinhos (FERREIRA, 2008, p. 454 *apud* SILVA, GARCIA e SILVA, 2013, p. 57).

A prática da contação de histórias vem ganhando intensidade nas últimas décadas, seja nas atividades educacionais formais ou informais. Muito além de relatar contos e fábulas às crianças com finalidades emotivas, emocionais e motivacionais, as histórias são usadas há muitos séculos como pivô de transmissão de valores, conceitos e saberes (SISTO, 2012; TAHAN, 1961) e não podem ser desprezadas nos dias atuais apesar das diversas novas tecnologias de informação surgidas (MODESTO, ROCHA e BITENCOURT, 2010).

O ato de contar histórias, desde os tempos mais remotos até os dias atuais, é utilizado como veículo de verdades eternas, sendo um meio de conservação de suas tradições, ou difusão de novas ideias, ou seja, ninguém ignora a poderosa influência que a história tem exercido nas reformas sociais por que têm passado os povos (TAHAN, 1961, p. 62).

Considerando que os tempos são outros, com pessoas imersas em uma rotina intensa de trabalho e cerceadas de tecnologia, a forma de se contar histórias também vem se modificando, recebendo as influências do mundo contemporâneo. Contudo, preservam-se a essência e o poder da palavra em encantar as pessoas (SILVA, GARCIA e SILVA, 2013). Houve muitas mudanças na prática de se contar história, especialmente desde o fim do século passado, transformando, inclusive, alguns contos de fadas em histórias mais próximas de situações da vida atual, buscando tornar as antigas histórias em algo ainda envolvente e interessante às pessoas.

Para que estas mesmas mudanças de atitude alcancem a prática educacional nas salas de aulas, cativando os estudantes contemporâneos para um olhar interessado à Física, é preciso, antes de qualquer coisa, oferecer as devidas fundamentações sobre essa temática, buscando evitar com que os professores de Física acabem por se tornar, desde seus estudos na graduação, especialistas direcionados unicamente a ministrar suas aulas de forma tradicional em suas áreas de atuação.

O limite mais sério para a prática do trabalho pedagógico, ocorre na medida em que, hoje, há uma formação fragmentada, dissociadora da teoria e prática, refletida no especialismo, no pragmatismo e no ativismo, que impera no trabalho pedagógico (FRIGOTTO, 1995 *apud* OLIVEIRA 1998, p. 18).

Muito da prática docente tem se pautado em exclusivamente selecionar conteúdos e apresentá-los aos alunos. Isso se dá, em muito, pela herança da praxe visualizada dentro dos próprios cursos de formação de professores, cuja a formação pedagógica fica quase toda fundamentada em conteúdos curriculares a serem aprendidos e ensinados, sob uma base teórica totalmente desvinculada de uma prática profissional inovadora e que conduz os docentes recém formados para situações embaraçosas dentro das práticas reais de atuação (OLIVEIRA, 2005).

Oliveira (2005) ainda afirma que “a problemática da formação de professores não é devida à sua formação específica que se reflete no domínio dos conteúdos disciplinares, e, sim, nos aspectos de sua formação que direcionam à prática” (ibidem, p. 12), i.e., há uma grande dificuldade no meio docente quanto a práxis educativa, ao que diz respeito às formas de atuação em sala de aula, no inventar e reinventar sua atuação, onde tudo é teorizado, mas nada é prático. A autora ainda cita, sobre depoimentos extraídos de alunas do (extinto) curso de preparação para o magistério, que:

Frequentemente, ouvimos depoimentos de nossos alunos, sejam estes da graduação ou da pós-graduação, com teores diferenciados, questionando, por exemplo, o conhecimento ministrado na Universidade, como nas seguintes afirmações, “professor X só ensina teoria...”, “... a Universidade não ensina coisas práticas...”, ou ainda, manifestando seu ponto de vista sobre as teorias, tais como “... ah, isto é muito teórico, tenho a maior dificuldade...”, “... gosto das coisas práticas...”, “... não tenho muito interesse para ficar estudando teorias...”. Proferimentos desta natureza, levou-nos a alguns questionamentos sobre os possíveis “sentidos” que a prática pode assumir, qual sua relação com o conhecimento específico na formação de docentes, e quais elementos seriam considerados relevantes a esta prática (OLIVEIRA, 2005, p. 13).

Assim, percebe-se que, em geral, os professores não apresentam problemas no conhecimento curricular disciplinar, mas quanto à forma de trabalhar estes saberes junto aos alunos (SILVA, GARCIA e SILVA, 2013; OLIVEIRA, 2005; BOZELLI e NARDI, 2005), fazendo-os incompreender as relações presentes entre o dito e o cotidiano (teoria e prática). O que falta é uma oportunidade para que os professores possam refletir, durante seu processo de formação, sobre a sua prática pedagógica discursiva e comunicativa, permitindo

redimensioná-la, a fim de exercitar seu papel de comunicador e de incitador da curiosidade e do saber formal.

Para atuar dentro desta proposta de uso de textos narrativos em sala de aula, é necessário que o professor, antes de tudo, receba uma formação específica, podendo reconhecer esta como uma atividade prazerosa e encantadora para todos que, além de propiciar momentos lúdicos e memoráveis, oportuniza a quem participa a expansão do seu mundo, oferecendo instrumentos que possibilitam ressignificá-lo (SILVA, GARCIA e SILVA, 2013). A efetivação dessa estruturação de paradigma educacional deve passar, entre outros aspectos, pela discussão da linguagem utilizada em sala de aula, posto que:

A linguagem, lugar de tensões, conflitos, concordâncias, silenciamentos e materialidade constitutiva dos fenômenos ideológicos, torna-se um objeto privilegiado para a observação das representações e da ideologia. Ao mesmo tempo que instaura o outro, a palavra, território comum dos interlocutores, é produto da interação entre indivíduos socialmente organizados (OLIVEIRA, 2005, p. 14).

Portanto, ensinar e aprender ciências em salas de aula deve passar pelos aspectos da linguagem, estabelecendo uma conexão entre locutor e ouvinte, contribuindo, à sua maneira, com a construção do imaginário, necessário para a produção dos significados. Pode-se concluir que “é neste contexto que se pode dizer que o sentido é construído no espaço discursivo entre os interlocutores” (ibidem, p. 14). Há muitas pesquisas tratando das relações na prática docente entre a linguagem e o ensino de ciências, e “muitos pesquisadores têm mostrado interesse no levantamento de fenômenos físicos que podem ser expressamente comparados por meio do uso das analogias e metáforas” (BOZELLI e NARDI, 2005, p. 1).

Percebe-se efetivamente estar surgindo um aumento gradual do interesse sobre o processo de significação em salas de aula de Física graças à influência da psicologia sociocultural na pesquisa em educação em ciências (MORTIMER e SCOTT, 2002), tornando crescente o número de investigações acadêmicas em torno do tema “linguagem em sala de aula”, muitas destas relacionando fatores linguísticos, atos de fala e “enunciados com fatores sociais, atribuindo uma dimensão sociocultural à interatividade verbal” (OLIVEIRA, 2005, p. 1).

Essa vertente vem promovendo um campo de pesquisa que investiga como, por meio do uso da linguagem e outras formas de comunicação, os

significados são criados e desenvolvidos, e deixando à disposição do professor uma gama bem diversificada de resultados sobre este tema.

Inclusive, como fruto dessas pesquisas vêm surgindo uma interatividade discursiva, dentro do espaço sociocultural escolar, que contribua para integrar o aluno num universo discursivo mais amplo que o da sua própria fala (BOZELLI e NARDI, 2005).

Assim, essas investigações da psicologia discursiva têm se firmado a partir de diferentes pontos de vista, do discurso e de outros mecanismos retóricos utilizados para construir significados na educação em ciências (MORTIMER e SCOTT, 2002)

Quanto ao uso das narrativas, elas dão voz aos alunos, se não de forma direta e explícita, o faz por voz de antecipação (ORLANDI, 2009) levando-o a prever os fatos porvir, oferecendo um incremento à sua argumentação. Ainda, promove enculturação científica abrangendo a construção do conhecimento, a participação da evolução do discurso, fazendo com que os alunos interajam pela construção do pensamento, ou seja, “estarão se constituindo em sujeitos discursivos e sociais” (OLIVEIRA, 2005, p. 4).

Com essa mudança na maneira de perceber o ensino de ciências pretende-se transferir os estudos sobre o entendimento dos estudantes sobre fenômenos específicos de forma individual para vislumbrar como os significados e entendimentos podem ser desenvolvidos passando por processos de significação sociocultural em oposição às práticas tradicionais, onde o aluno não recebe oportunidade de participar das falas durante as explicações.

As atividades escolares devem desafiar o aluno a raciocinar, imaginar, motivar, abstrair e confrontar, ao mesmo tempo que deveriam integrar, socializar, e despertar curiosidade. Nesse contexto, o uso de narrativas não apenas fomenta todas essas características como abre portas à criatividade e autonomia.

Contar história é dialogar em várias direções: na arte, na do outro, na nossa! Os objetivos podem mudar – é recrear, é informar, é transformar, é curar, é apaziguar, é integrar – podem se alternar, mas nunca acaba com o prazer de escutar! De participar! De criar junto! (SISTO, 2012, p. 95).

Não obstante, as áreas de arte e literatura também se apresentam como uma das alternativas a ser utilizada para motivar o aprendizado nas mais diferentes áreas, e “se revelam como material de aprendizagem potencialmente

significativo a serem utilizados pelos professores de ciências exatas” (ROSA, ROSA e LEONEL, 2015, p. 34). João Zanetic (2006) aponta que “todo professor, independente da disciplina que ensina, é professor de literatura” (ibidem, p. 47), assim como os próprios documentos legais apresentam o tema, sugerindo que:

Cabe ao ensino médio oferecer aos estudantes oportunidades de uma compreensão mais aguçada dos mecanismos que regulam nossa língua, tendo como ponto de apoio alguns dos produtos mais caros às culturas letradas: textos escritos, especialmente os literários (BRASIL, 2002b, p. 55).

Por isso, é muito importante dizer quão significativo é “que os pais leiam histórias para seus filhos, ou folheiem alguma literatura infantil, levando-os a dizerem o que imaginam que irá acontecer na página seguinte” (JOLIBERT 1994, p. 129 *apud* MODESTO, ROCHA e BITENCOURT, 2010, p. 5).

Modesto (2012) ainda insiste que a escola deve se apropriar do uso das histórias e não as tratar como fúteis. Antes, as histórias devem ser contadas e vir sempre carregadas de problemas e dificuldades (reais) para proporcionar aos alunos o desenvolvimento de coragem a fim de que dessa forma “enfrente suas dificuldades pessoais” (ibidem, p. 2).

De fato, os efeitos das histórias ultrapassam o simples entretenimento, trazendo estímulo e instrução, educando enquanto inserem um conteúdo, ampliando o vocabulário do aluno e, por que não, divertindo tanto quem ouve como quem narra (NEDER, ALMEIDA, *et al.*, 2009). “O intuito é o de promover momentos de prazer e de ludicidade, de imaginação, criação, levando a criança a questionar valores, princípios embutidos nas histórias a que têm acesso” (SILVA, GARCIA e SILVA, 2013, p. 55).

Em seus ensaios, Bruner (2008a) explora o mito (fantasia) como recurso poderoso para a criação de uma realidade interior que pode se manifestar exteriormente se bem planejado, providenciando, até onde lhe cabe, os meios de externalização por meio de fragmentos de histórias e personagens. Assim, por meio de dramas e tramas, promove, a seu modo, o caráter experimental em seu trânsito, sobre a linha tênue entre a fantasia e a realidade. Assim, o mito ao ser desenvolvido deve se apresentar como um modelo a ser imitado, um episódio a ser replicado e testado.

O mito é uma ferramenta estética que traz o imaginário, porém potente, mundo das forças sobrenaturais em uma colaboração gerenciável com os objetivos (experimentados) e fatos da vida de tal forma a excitar o sentido de realidade suportável tanto para a paixão inconsciente

quanto para a mente consciente (CHASE *apud* BRUNER, 2008a, p. 43).

De outra forma, “tudo o que se nos apresenta no mundo social-histórico está indissociavelmente entrelaçado com o simbólico” (CASTORIADIS, 1982 *apud* OLIVEIRA, 2005, p. 13), e nada há de mais simbólico que o uso de signos metafóricos trazendo significação por meio das falas, dos discursos, das narrativas e dos textos.

Ainda em defesa ao uso das histórias, textos e narrativas, pode-se expor que “o uso das metáforas tem chegado a ser um componente essencial na formulação das teorias e até de experimentos em campos centrais da Física” (GORDILLO, 2003 *apud* BOZELLI e NARDI, 2005, p. 2). Portanto, o uso das analogias, ou das narrativas e textos como é o caso deste trabalho, nada mais é do que uma maneira de estabelecer uma conexão entre o conhecido com aquilo que ainda não é familiar.

Outro fator importante durante os processos formais de ensino é a afetividade, algo que permite que o professor cativo no maior intervalo de tempo possível a atenção de seus alunos, uma vez que a partir dessa atenção podem-se ampliar as relações de entendimento, percepção, pensamento, memória e outras funções relacionadas à aprendizagem.

Quando se acompanha uma história, o leitor fica atento, curioso, cativado pelo enredo. Há uma busca de extrapolação, de querer prever o final da história, de compreender o contexto, a lição envolvida e, até mesmo, de experimentar se os mesmos resultados seriam alcançados caso os eventos dessa história fossem colocados em prática (ASSIS, 2005; GIROTTO e SOUZA, 2010; MARCHI e LEITE, 2012; SOLÉ, 1998).

Certamente, o uso dos recursos provenientes das histórias “potencializa o aprendizado e contribui para o desenvolvimento da personalidade dos alunos de maneira significativa” (NEDER, ALMEIDA, *et al.*, 2009, p. 61). Por meio das imagens e dos símbolos, a metáfora unifica experiências não similares, ultrapassando seu modo literal de conexão (BRUNER, 2008a). “Há, com certeza, mais na metáfora da arte do que mera conectividade emocional” (*ibidem*, p. 70).

Como foi, senão por metáforas e fábulas, que Galileu apresentou sua teoria para a (inacabada) Lei da Inércia? Ao propor um experimento imaginário, de uma mesa infinita, livre de atrito onde um disco pudesse ser disparado,

Galileu usou de fantasia para construir a realidade. A extrapolação para um sistema infinito e sem dissipações só era possível no âmbito metafísico, mas as implicações recaíram diretamente na visão do mundo físico (GALILEI, 2011).

“Eu acredito na intuição e na inspiração. A imaginação é mais importante que o conhecimento. O conhecimento é limitado, enquanto a imaginação abraça o mundo inteiro, estimulando o progresso, dando à luz à evolução. Ela é, rigorosamente falando, um fator real na pesquisa científica” (EINSTEIN, s/a).

Em seu livro *Pensamento e Linguagem*, Vigotski (2007) expõe que há uma concordância entre os psicólogos sobre sempre haver uma relação entre duas funções psicológicas, e.g., entre percepção e atenção, entre a memória e a percepção, ou entre o pensamento e a memória. Dessa forma, sobre a afetividade presente no ato de contar histórias, Silva, Garcia e Silva (2013) apontam que quando a criança recebe a oportunidade de ouvir histórias ela “se sente mais feliz, mais liberta, a criança passa a ter o prazer de parar o que está fazendo para ouvir a história e pedir ao contador que conte outra vez” (ibidem, p. 61).

A respeito dos processos de memorização, o uso de histórias pode ser utilizado como forma de colocar informações numa ordem especial, atribuindo signos para essa operação, criando e usando relações próprias. Com o tempo e adaptação, esses instrumentos de auxílio externo são substituídos por outros estímulos produzidos internamente, permitindo que a criança capte a verdadeira estrutura do processo, momento no qual ela passa a dispensar o uso desses recursos, assumindo as operações mentais e práticas de forma própria.

Falando-se por analogias, se “uma palavra evoca o seu conteúdo do mesmo modo que o casaco de um amigo nos faz lembrar desse amigo ou, uma casa, de seus habitantes” (VIGOTSKI, 2008, p. 151), então uma história bem elaborada pode permitir a evocação de conceitos científicos ou de sequências a serem memorizadas. A mesma associação entre palavra e significado pode ser alcançada por meio de uma história e um conceito formal.

De forma análoga, os conhecimentos de Física também compõem uma bagagem intelectual essencial para todos, da criança ao adulto, do engenheiro ao usuário, podendo quiçá se tornar “tema de inspiração para um poeta ou instrumento de percepção para aquele que lê a poesia” (CORDEIRO, 2003, p. 2 *apud* ROSA et. al. 2015, p. 34). Assim, é chegado o momento de destacar que “Física também é cultura” (ZANETIC, 2005, p. 24) e que esse acultramento

pode (e deve) ser conduzido para as aulas de Física, conquistando novos amantes dessa ciência tão vibrante.

Bussatto (2006 *apud* SILVA, GARCIA e SILVA, 2013) contempla essa ideia associando-a ao *storytelling*, expondo que se deve pensa-la como um passaporte para um universo imaginário que oferece um vasto campo de possibilidades, abrindo seres humanos para sistemas participativos, plurais, sensíveis e passíveis de outras lógicas.

Dessa maneira, as histórias proporcionam possibilidades de fazer diferentes leituras do mundo, podendo criar, imaginar e recriar situações que façam estabelecer relações consigo própria e com o mundo que a cerca (SILVA, GARCIA e SILVA, 2013). Viabiliza o entendimento do próprio sujeito e do outro, proporciona o desenvolvimento da criatividade, o desenvolvimento da autoestima e da confiança.

Deve-se lembrar, contudo, que, infelizmente, perante à realidade de muitas das comunidades escolares, tem surgido certa “necessidade de diminuir a quantidade de conteúdos que será ministrado aos alunos” (OLIVEIRA, 2005, p. 17), trazendo a necessidade de operacionalizar novas atividades no dia-a-dia escolar sem perder o espaço da imaginação e do lúdico, mantendo as outras atividades escolares e respeitando as ideias iniciais dos estudantes, fortemente embasadas no conhecimento cotidiano (MORTIMER e SCOTT, 2002). Porém, “uma prática divorciada de conteúdos disciplinares poderá levar a resultados tão nocivos quanto àquela que propõe conteúdos descolados de sua contrapartida nos elementos da realidade” (OLIVEIRA, 2005, p. 24).

Por isso, o uso das histórias não pode ultrapassar sua função de ferramenta didática, sendo um instrumento pelo qual um conceito torna-se contextualizado, introduzindo, formalizando ou exemplificando um assunto, tendo claro que esta não abrange a totalidade dos conteúdos, seja em forma ou em essência.

Resumidamente, essa maneira de abordar os conteúdos funciona como uma alternativa para a prática educacional, visto que, por diversas ocasiões, a atuação docente pauta-se em uma explicação técnica do professor, com uma linguagem desinteressante e cansativa, que não atinge o estudante. Em sequência a isso, o professor apresenta um exemplo cotidiano, acompanhado de uma contextualização, um enredo, uma história ou, de maneira mais técnica,

ilustra (ou não) por meio de situações corriqueiras as quais seriam as “condições de contorno” do problema apresentado para que, assim, o estudante reconheça o problema, reflita sobre os conceitos abrangidos e, por fim, interiorize os sentidos conforme a significação almejada.

Ora, se a prática observada em sala de aulas puder ser como a retratada acima, por que não inverter a ordem deste caminho e iniciar a aprendizagem pelas analogias e ilustrações, trazendo em forma de textos narrativos o conteúdo que se deseja apresentar, permitindo aos alunos a própria interpretação, apropriação contextual, enxergando o conteúdo escolar como se não fosse escolar, mas essencialmente cotidiano? Portanto:

Sugerimos questões contextualizadas, inerentes ao cotidiano dos alunos, envolvendo atividades semelhantes às que foram estudadas, mas que os induzam a comparar, lembrar de situações vivenciadas fazendo-os pensar antes de respondê-las, internalizando conceitos, pois quando os alunos refletem e escrevem, estão aprendendo. A intenção é possibilitar que o aluno elabore seus conceitos e atitudes, introduzindo termos científicos em seus conhecimentos prévios. Para tanto, é fundamental que haja sintonia entre educador e seus educandos. Se a linguagem não é adequada, a aprendizagem fica comprometida (MENEGOTTO e ROCHA FILHO, 2008, p. 310).

Conclui-se assim que a opção pelo uso de narrativas não é por acaso, atingindo de várias formas ao estudante, envolvendo o lado afetivo, o desenvolvimento da linguagem, a abstração, a construção e interiorização de conceitos, a organização lógica e cronológica de eventos, favorece a memorização, cativa, diverte, instrui, liberta, incentiva a leitura e a curiosidade, permite interação entre as partes, integra a todos e acima de tudo, constrói vínculos sócio educacionais onde não há coadjuvantes: todos são protagonistas!

1.3 Teorias e estratégias de ensino e aprendizagem

As fundamentações dessa proposta têm como ponto de partida alguns estudos referentes à linguagem como um instrumento educacional, buscando desenvolver um norteador para os docentes de Físicas, oferecendo como base metodológica a teoria sociocultural de Vigotski (2007, 2008 e 2010) que abrange tanto o que concerne a socialização e a interiorização da fala, quanto a afetividade, a percepção, o interesse e o nível de desenvolvimento antes e após a realização abordagem.

Também busca-se abordar as concepções de significar segundo as construções históricas de significado e as teorias de instrução de Jerome Bruner (2006, 2008a e 2008b), versando sobre arte, reforço, sequências de ensino, imaginação e aprendizagem.

Por fim, serão abordados alguns aspectos relacionados à prática de leitura e produção textual em sala de aulas quanto às suas metodologias, estratégias, perspectivas e incentivos, bem como buscando identificar a forma com que isto vêm sendo aplicado dentro do Ensino da Física.

1.3.1 Teoria sócio construtivista de Vigotski

Sempre é preciso haver um compromisso de continuar a busca de “uma teoria de aprendizagem e de ensino no contexto escolar como processo discursivo” (OLIVEIRA, 2005, p. 4), por isso, buscou-se desenvolver aqui um norteador tendo como base metodológica a teoria sociocultural de Vigotski, uma vez que compartilhamos do conceito de que a mente da criança não é uma mente de adulto em escala menor, como sendo um adulto em miniatura (VIGOTSKI, 2008). Há, certamente, uma evolução durante o crescimento da criança, mas a diferença entre o pensamento adulto e o infantil é muito mais qualitativa que quantitativa.

As ciências da natureza possuem uma linguagem própria de divulgação, uma linguagem técnica, e esta não pode ser negligenciada. Contudo, deve-se ter em mente que a assimilação de conceitos sempre estará atrelada à assimilação destes com os signos apresentados, por isso é recomendado que antes de introduzir conceitos a serem interiorizados, os respectivos signos sejam, previamente, apresentados.

“A função primordial da fala é a comunicação, o intercâmbio social” (VIGOTSKI, 2008, p. 6). Apesar de não ser a única forma humana de comunicação, a importância da palavra falada é inquestionável, por isso é imprescindível denotar que a escolha adequada das palavras durante um discurso é fundamental. Palavras sem significado adequado, tornam-se ineficazes na formação de um conceito.

A formação de conceitos é o resultado de uma atividade complexa, em que todas as funções básicas tomam parte. No entanto, o processo não pode ser reduzido à associação, à atenção, à formação de imagens, à inferência ou às tendências determinantes. Todas são indispensáveis, porém insuficientes sem o uso do signo, ou palavra, como o meio pelo qual conduzimos as nossas operações mentais, controlamos o seu curso e as canalizamos em direção à solução do problema que enfrentamos (VIGOTSKI, 2007, p. 72-73).

No trato das raízes genéticas do pensamento e da linguagem, Vigotski (2008) assume que para além da linguagem falada, temos a linguagem gestual. Esta, inclusive, é uma das mais primitivas e elementares que podem ser observadas até mesmo entre os animais. Entendendo que essa linguagem não depende de sons, fato denotado por meio da linguagem de surdos mudos ou da leitura labial, que nada mais são que interpretações de movimentos, conclui-se que toda comunicação se dá por meio do uso funcional de signos.

Koehler introduziu o termo insight (Einsicht) para as operações intelectuais acessíveis aos chimpanzés. A escolha do termo não é acidental. Kafka salientou que Koehler, ao empregá-lo, parece se referir ao ato de ver, no sentido literal, e, somente por extensão, ao ato de 'ver' as relações em geral, ou à compreensão em oposição à ação cega (VIGOTSKI, 2008, p. 48).

Vigotski (2008) também ressalta que um diálogo pressupõe que cada pessoa possa ver seus interlocutores, suas expressões faciais e seus gestos, e ouvir o tom de suas vozes.

O fato de que o entendimento entre as mentes é impossível sem alguma expressão mediadora, é um axioma da psicologia científica. Na ausência de um sistema de signos, linguísticos ou não, somente o tipo de comunicação mais primitivo e limitado torna-se possível. A comunicação por meio de movimentos expressivos, observada principalmente entre os animais, é mais uma efusão afetiva do que comunicação. [...] A transmissão racional e intencional de experiência e pensamento a outros requer um sistema mediador, cujo protótipo é a fala humana, oriunda da necessidade de intercâmbio durante o trabalho (ibidem, p. 50).

Em suas conclusões sobre a comunicação entre os macacos, Vigotski aponta três aspectos, dos quais destacaremos unicamente que as produções sonoras sempre vêm acompanhadas de gestos afetivos, em consonância com as prováveis origens da fala humana, vide que até mesmo o choro de um bebê irritado carrega uma gesticulação maior que um choro por desejar algo. Dessa forma, torna-se difícil refutar, inclusive em termos biológicos, que a comunicação visual (gestual) é a função da fala mais primitiva e antecede qualquer ideação ou atividade intelectual de comunicação. “Essas investigações também demonstraram que as risadas, os sons inarticulados, os movimentos etc., são meios de contato social a partir dos primeiros meses de vida da criança” (VIGOTSKI, 2008, p. 53).

Em concordância com o exposto, o desenvolvimento da fala passa pelas fases expressivas gestuais, prosseguindo pela comunicação verbal falada, caminhando para a interiorização da fala pela assimilação de signos, culminando na intelectualização da fala observada (com a palavra “observada” usada aqui no sentido literal, pois a raiz da comunicação está na visualização). Isso certamente esclarece o motivo de que em muitas aulas de ciências da natureza o professor sinta a necessidade de esboçar esquemas gráficos na lousa ou projetá-los, simbolizando os conteúdos apresentados. Visualizar o que está sendo comunicado é fundamental.

O desenvolvimento dos conceitos, ou do significado das palavras, pressupõe o desenvolvimento de muitas funções intelectuais: atenção

deliberada, memória lógica, abstração, capacidade de comparar e diferenciar. Esses processos psicológicos complexos não podem ser dominados apenas por meio da aprendizagem inicial (VIGOTSKI, 2008, p. 104).

Ainda sobre Vigotski (2007), ele que diz que o surgimento de formas puramente humanas de inteligência, práticas ou abstratas, ocorrem quando a fala e a atividade prática se encontram, quando essas duas linhas independentes de desenvolvimento convergem. O autor trata da relação de interiorização de signos por meio do uso de uma fala reflexiva chamada fala egocêntrica. Aqui, entendemos que mesmo uma fala socializada pode assumir o papel da fala egocêntrica no sentido em que, quando o estudante é colocado a retransmitir, seja recontando a história que acabara de ler ou elaborando um texto autoral, estes passam a realizar quase que simultaneamente a fala egocêntrica e a fala exteriorizada. Também assumimos aqui que não há grandes distinções no que tange a diferenciar a formação de conceitos de crianças e de adolescentes.

Por concordar que “as crianças resolvem suas tarefas práticas com a ajuda da fala, assim como dos olhos e das mãos” (VIGOTSKI, 2007, p. 13), assume-se que ao compartilharmos histórias de forma textual o adolescente precisa encontrar para a mesma um caminho lógico, uma sequência de fatos que lhe faça sentido. A raiz do desenvolvimento intelectual difere do da fala, sendo o pensamento inicialmente não verbal enquanto as falas iniciais são não intelectuais. “O material sensorial e a palavra são partes indispensáveis à formação de conceitos” (VIGOTSKI, 2008, p. 66). Esse exercício de replicação pode tanto ser compreendido como uma aprendizagem por imitação como também pode ser colocado como um ato reflexivo de construção por meio do outro, que precisa receber e entender a história e a moral da história.

Por meio de formulações verbais de situações e atividades passadas, a criança liberta-se das limitações da lembrança direta; ela sintetiza, com sucesso, o passado e o presente de modo conveniente a seus propósitos (VIGOTSKI, 2007, p. 28).

Vigotski (2007) defende que a fala egocêntrica antecede o processo de fala interiorizada, ou seja, o ato de verbalizar os próprios pensamentos é a forma mais primitiva que a de interiorizar a própria voz. Dessa forma, solicitar que alguém socialize uma história ou um evento, um fenômeno, seja verbalmente ou por escrito, favorece sua percepção a tal respeito e eleva a atividade do indivíduo ao nível de comportamento intencional. O autor ainda defende uma concepção de desenvolvimento de discurso indo da fala social, depois para a fala

egocêntrica e por fim, a fala interior. Segundo ele, o verdadeiro curso do desenvolvimento do pensamento não vai do indivíduo para o socializado, mas do social para o individual (VIGOTSKI, 2007).

De fato, a fala egocêntrica está ligada à fala social por diversas formas de transição. Por meio da ação de relatar uma situação problema e compartilhar os caminhos tomados para construir sua solução, a criança realiza uma internalização por meio da fala social. O simples fato de organizar sua própria atividade de acordo com uma forma social de comportamento gera no indivíduo uma interiorização dos eventos e dos objetos envolvidos na situação problema e na sua resolução, evocando os mesmos aspectos da fala egocêntrica por meio de uma função planejadora da fala socializada.

Assumindo que o pensamento e a fala são elementos independentes, ou seja, que o pensamento não se limita a “fala sem som”, abre-se aqui uma sequência de possibilidade para a qual a fala pode desencadear. Aqui, ainda precisaríamos debater a concepção de pensamento, pensamento verbal, fala e som, visto que todos estes elementos farão, individualmente e colaborativamente, parte do arcabouço a ser construído, contudo não é este o enfoque neste trabalho. Vale apenas evidenciar que a exposição de sua fala gera na criança a necessidade de checar e confirmar as bases dos seus próprios pensamentos, e isso ocorre porque tanto a fala externa como a egocêntrica interiorizam-se, tornando-se a base da fala interior (VIGOTSKI, 2007).

Assim, apesar de serem independentes, não separaremos fala e pensamento como elementos isolados, antes precisamos tentar identificar como estes se relacionam, com o cuidado de não simplificar demais essa relação, e promover as devidas intervenções que favoreçam os trabalhos que desenvolvemos em sala de aula. Vigotski (2008) sugere que a relação fundamental entre o pensamento e a fala está no significado das palavras, sendo este o ponto em cujo o pensamento verbal tem origem.

Em seu livro *Pensamento e Linguagem*, Vigotski (2008) expõe que há uma concordância entre os psicólogos sobre sempre haver uma relação entre duas funções psicológicas, por exemplo, entre percepção e atenção, entre a memória e a percepção, ou entre o pensamento e a memória. A vistas disso, é incisivo que o professor, durante os processos formais de ensino, cativo no maior intervalo possível a atenção de seus alunos, uma vez que a partir dessa atenção

podemos ampliar as relações de entendimento, percepção, pensamento, memória e outras funções relacionadas à aprendizagem.

Vigotski versa também sobre a conexão existente entre o pensamento, o intelecto e afeto, permeando o interesse e a volição do indivíduo, exercendo influência na sua vida pessoal por vias inexplicáveis. Blaise Pascal (1623 - 1662) já anunciava que “o coração tem razões que a própria razão desconhece”, bem como disse também que “a imaginação tem todos os poderes: ela faz a beleza, a justiça, e a felicidade, que são os maiores poderes do mundo”. Mesclando isto às ideias de Vigotski, assume-se que o afetivo e o intelectual devem sim se unir, de forma dinâmica, evidenciando a unidade presente entre estes com as ações, as falas e o pensamento.

Deve-se atentar que muitas das pesquisas voltadas ao Ensino de Ciências tem assumido uma abordagem mais sociológica, onde as metodologias abrangem contextos sociais, tirando um pouco do enfoque nos conflitos cognitivos para dar “uma maior atenção aos contextos em que tais conflitos são gerados e a forma como explicações são construídas e compartilhadas entre estudantes em sala de aula” (CAPECCHI, CARVALHO e SILVA, 2002, p. 153), possibilitando a elaboração de explicações contextualizadas.

Surge nesse momento, corroborando com as teorias já apresentadas, a necessidade de revelar a importância do outro, um parceiro que sirva de canal para que nasça uma fala socializada, precedida de uma rápida fala interiorizada organizacional. Trata-se de permitir que no processo de ensino e aprendizagem emergja um momento de relato, uma representação de uma atividade externa sendo reconstruída e passando a ocorrer internamente, i.e., um processo interpessoal tornando-se intrapessoal, despertando também o desenvolvimento da inteligência prática, da atenção, da memória e da formação de conceitos.

Os conceitos de Nível de Desenvolvimento Real (NDR) e Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) ficam evidentes nessa perspectiva, dentro deste contexto do uso de contar e recontar histórias, assumindo que por meio da atenção conquistada sobre uma história que foi ouvida, lida ou assistida, pontos do NDR são despertados em seus receptores, levando-o a introspecção com relação às experiências já vivenciadas ou imaginando como a experiência relatada se aproxima das suas próprias. Com o surgimento de um problema ao longo da história, um clímax do instrumento a respeito do objeto abordado, a

solução interior do problema pode surgir antes mesmo da conclusão da narrativa caso este NDR já tenha sido alcançado ou até mesmo se a ZDP permitir que esse desenrolar interior aconteça (neste caso, a própria história pode atuar como o parceiro mais habilidoso auxiliador).

Assim, pretende-se uma socialização, recontagem e até mesmo da recriação da história entre os participantes, tornando-os novos narradores e propagadores da história e do saber científico. Neste momento, algumas dúvidas podem surgir com relação aos fatos ou dos conceitos abrangidos pela história. Em outros termos, espera-se perceber a manifestação da ZDP quando as incertezas surgirem. Dado que o momento é de socialização e interatividade, caberá nos momentos de dúvida ou de equívoco a intervenção de um colega mais desenvolvido, de NDR mais avançado, colaborando com a evolução da narrativa e conseqüentemente com o crescimento conceitual de todos.

Dentro das bases teóricas estudadas, assumiu-se como aplicação conceitual para os seguintes termos abordados nesse trabalho, o instrumento, o brinquedo e o objeto, respectivamente, a leitura e produção textual, as histórias e o conceito científico.

O instrumento utilizado atua como mediador dos processos superiores para construção de signos com relação a um objeto que é explorado por meio do uso de um brinquedo, o que requer imaginação, atenção e um certo nível de percepção. O instrumento deve servir de condutor da influência humana sobre o objeto de aprendizagem, orientado externamente, enquanto o signo é orientado internamente, traduzindo significância ao objeto em questão (VIGOTSKI, 2008).

As histórias (textos para leitura) atuam como brinquedo, buscando satisfazer uma necessidade (compreender um objeto). Deve-se ter em mente que o ato de brincar não envolve simplesmente situações imaginárias, mas dentro do imaginário situações reais são replicadas, revelando exteriormente preceitos que estão arquivados internamente. Dentro do uso de um brinquedo sempre há de se introduzir regras de comportamento tais que concordem com a realidade, posto que “sempre que há uma situação imaginária no brinquedo, há regras” (VIGOTSKI, 2007, p. 63).

A ação numa situação imaginária ensina a criança a dirigir seu comportamento não só pela percepção imediata dos objetos ou pela situação que a afeta de imediato, mas também pelo significado dessa situação (VIGOTSKI, 2007, p. 114).

O brinquedo cria na criança uma nova forma de desejo, relacionando seu eu fictício ao seu papel nas regras envolvidas. Por meio do brinquedo surgem as mudanças da necessidade e da consciência, pois é atravessando situações imaginativas que se afloram as intenções voluntárias, as intenções da vida real e as motivações interiores. O processo se aproxima de um treinamento artificial, um simulador de realidade, para o qual a criança ou adolescente deve buscar significados para os objetos em estudo. Assim, por meio do conjunto do enredo de uma história, várias ações, objetos ou significados podem ter seu desenvolvimento desencadeados, dependendo da ZDP de seus participantes.

Tendo em vista que a tentativa de ensinar um conceito de forma direta é uma tarefa impossível, um verbalismo vazio e infrutífero (VIGOTSKI, 2008), pois a formação de conceitos é afetada tanto pelos fatores externos como os internos ao estudante, consideramos que o uso de histórias cotidianas, por parábolas, propondo analogias e sincretismos, pode vir a ser um caminho válido para sanar alguns dos problemas envoltos no ensino de Física. Nas palavras do autor:

Quando transmitimos à criança um conhecimento sistemático, ensinamos-lhe muitas coisas que ela não pode ver ou vivenciar diretamente. Uma vez que os conceitos científicos e espontâneos diferem quanto à sua relação com a experiência da criança, e quanto à atitude da criança para com os objetos, pode-se esperar que o seu desenvolvimento siga caminhos diferentes, desde o seu início até a sua forma final (ibidem, p. 108).

Ainda, “problemas que envolvem situações cotidianas são solucionados de forma mais rápida” (VIGOTSKI, 2008, p. 154), visto que “o desenvolvimento dos conceitos cotidianos é ascendente, enquanto o desenvolvimento dos seus conceitos científicos é descendente” (VIGOTSKI, 2008, p. 135). Por essas razões, compreendemos que tratar de conceitos científicos partindo de bases cotidianas pode acelerar o processo de encontro entre as duas formas de desenvolvimento conceituais.

O próprio Vigotski (2007), nas páginas 174 e 175 de seu livro “Pensamento e Linguagem” utiliza de uma ilustração, um trecho de uma história (parte IV, Capítulo 13 de um romance de Tolstoi intitulado Ana Karenina), para que seu leitor venha compreender com mais clareza o conceito de sintaxe da fala interior. Ele usa novamente este recurso ao citar um fragmento de “Diário de um escritor”, de Dostoievski (VIGOTSKI, 2008, p. 178), para revelar uma ideia

simples de que na escrita sempre há maior necessidade de detalhamentos que na fala vocalizada, cujo tom de voz e gestos complementam o contexto.

Portanto, a criança que domina o uso da fala, seja da palavra falada, gesticulada ou escrita, consegue desenvolver sua percepção temporal, podendo identificar relações de causa e consequência, identificando atitudes passadas que influenciam o presente e também, como pode agir no agora com perspectiva no futuro. Portanto, o uso de relatos de experiências, na forma de histórias, contos, canções ou outras formas de compartilhamento, também produzem no indivíduo percepções reflexivas sobre o convívio social (VIGOTSKI, 2007).

Por fim, percebemos que a formação de conceitos é o resultado de uma atividade complexa, em que todas as funções básicas tomam parte e nenhum processo não pode ser reduzido à simples associação de elementos, à demanda de atenção ou às evocações mnemônicas oferecidas. Todas as variáveis apresentadas são indispensáveis.

Entretanto, todo discurso torna-se insuficientes sem o uso do signo, palavra ou gesticulação adequados, sendo estes os meios pelos quais “conduzimos as nossas operações mentais, controlamos o seu curso e as canalizamos em direção à solução do problema que enfrentamos” (VIGOTSKI, 2008, p. 73).

Para isso, toma-se por base que o instrumento utilizado (texto e fala) atua como mediador dos processos superiores para construção de signos com relação a um objeto (conceitos físicos) que é explorado por meio do uso de um brinquedo (narrativas), o que requer imaginação, atenção e um certo nível de percepção. Uma vez que o instrumento deve servir de condutor da influência humana sobre o objeto da atividade, orientado externamente, enquanto, o signo é orientado internamente, traduzindo significância ao objeto em questão.

1.3.2 Teoria da instrução de Jerome Bruner

Dentre as diversas teorias de aprendizagem existentes, a teoria da instrução de Jerome Seymour Bruner (1915-2016) é a que dá maior atenção sobre como o formato da apresentação de um conteúdo que se deseja ensinar é relevante para que ele ser melhor aprendido. Suas principais características são a de especificar as experiências que melhor predispõem o indivíduo a aprender, definir que um corpo de conhecimento deve ser estruturado, qual melhor maneira de sequenciar a apresentação dos objetos de estudo, e explica a natureza e o ritmo das recompensas e punições no processo de ensinar e aprender.

De forma simples, Bruner (2006) orienta que a estruturação para a instrução de qualquer conhecimento, isto é, a condução do aprendiz por meio de uma sequência de explicações e re-explicações de um corpo de conhecimento, percorre três etapas: o modo de representação, sua economia e seu poder efetivo. Estas variam de acordo com a idade, temas abordados e estilo do aprendiz.

O modo de representação pode ocorrer de três formas, que são literais em seus significados: Série de ações; conjunto de imagens ou gráficos; ou, conjunto de proposições simbólicas ou lógicas, governadas por regras ou leis. Pode-se considerar que estas três apresentam grau crescente de desenvolvimento intelectual.

A economia está conectada à quantidade de informação necessária para uma instrução ser compreendida. Quanto mais etapas forem utilizadas no processo de construção mental, menor é a economia. Um bom exemplo é a economia presente no enunciado da Lei da Inércia dado como “Se $F_R = 0$, então $dp/dt = 0$ ”. Certamente que são vários os processos prévios para compreender este enunciado neste formato, como o que é Força Resultante, Momento Linear e grandezas vetoriais, mas a síntese apresentada é econômica (e poderosa). Geralmente, expressões matemáticas, gráficos, infográficos e diagramas são bons economizadores.

O poder efetivo é o valor do conjunto de proposições aprendidas pelo aluno. Conhecimentos banais tem baixo poder efetivo enquanto proposições práticas e pertinentes ao seu cotidiano tem alto poder efetivo.

Aprender é uma atividade inerente ao ser humano de forma que esta ocorre, por vezes, até mesmo de forma involuntária (BRUNER, 2006). Certamente, a questão sobre a “vontade de aprender” é um objeto de estudo relevante, uma vez que o aluno inserido no ambiente escolar se apresenta em um ambiente alheio à costumeira segurança doméstica, o que pode produzir de forma inconsciente e involuntária sentimentos de ansiedade, desafio ou alívio.

Por isso, o trabalho docente deve ir além da simples transmissão de conteúdo, mas percorrendo caminhos que direcionem o aluno para uma aprendizagem intencional por parte deles, despertando seus motivos intrínsecos por aprender (ibidem).

A qualidade mais característica a respeito do ser humano é sua capacidade de aprender. Aprender é algo tão profundamente inerente ao homem que é quase involuntário, e tem sido especulado por zelosos estudantes do comportamento humano que nossa especialização enquanto espécie é aprender (BRUNER, 2006, p. 119).

Entendemos que um motivo intrínseco de aprendizagem é aquele que independe de fatores externos ou de recompensas, mas toma a curiosidade como motor deste processo. Assim, alcançar a compreensão de um problema promove satisfação dessa curiosidade, atingindo o propósito do trabalho educacional.

Nessa perspectiva, a atuação docente deve estar pautada em despertar no grupo discente uma curiosidade direcionada, fornecendo uma quantidade suficiente, porém bem delimitada, de informações, impressões e ferramentas que alimentem essa vontade intrínseca de aprendizagem.

Com relação ao uso de narrativas, Bruner afirma que:

Tão pouco é conhecido sobre como auxiliar a criança a dominar sua própria atenção, mantê-la conectada em sequência por um período longo. Mas enquanto crianças mais novas são notórias por não fixar a atenção, elas podem ser mantidas em um estado de arrebatamento e prolongada atenção quando lhe são contadas histórias irresistíveis. Há algo a ser aprendido nesta observação. O que faz a sequência interna dessas histórias mais cativante do que as distrações que estão fora dela? Há propriedades inerentes comparáveis em outras atividades? Elas podem ser utilizadas para treinar a criança a manter a sua curiosidade além do momento de animação? (BRUNER, 2006, p. 122).

Bruner (2006) explica que há uma sedução presente na incerteza, durante o vivenciar da experiência da história, transitando das expressões passivas e receptivas para algo mais episódico, atrativo e ativo. Assim, os processos de assimilação ocorrem sob dupla estimulação, com a criança prospecta em sua imaginação a ambiência do problema narrado e suas possíveis conclusões,

fazendo com que a recepção (leitura do texto) decorra elevando a situação para uma atitude ativa, transportando o aluno de coadjuvante à protagonista.

Importa apenas, que este processo tenha início, desenvolvimento e fim bem evidenciados, permitindo sempre que o senso de realização seja alcançado a cada etapa, promovendo o estímulo e a recompensa no próprio exercício.

Dessa maneira, o uso de histórias pode ser utilizado como forma de colocar informações numa ordem especial, atribuindo signos para essa operação, criando e usando relações. Com tempo e adaptação, esses instrumentos de auxílio externo são substituídos por outros estímulos produzidos internamente, permitindo que o aprendiz capte a verdadeira estrutura do processo, momento no qual passa a dispensar o uso desses recursos, assumindo as operações mentais e práticas de forma própria (VIGOTSKI, 2010).

Essa concepção vem em acordo com o pensamento de Bruner (2006) que explicita que o crescimento intelectual está vinculado à capacidade de expressar a si e aos outros certas realizações decorrentes da interação com o objeto de aprendizado.

Produtos criativos têm o poder de reordenar as experiências e pensamentos em sua imagem. Em ciência, a reordenação é muito semelhante à de um observador de uma fórmula para a outra. Em arte, a imitação é em parte auto-imitação. Esse é o caso também da surpresa efetiva do homem criativo que fornece novos instrumentos de manipulação do mundo – fisicamente, como a criação da roda, ou simbolicamente, como na fórmula $E=mc^2$ (BRUNER, 2008a, p. 35).

De forma geral, pode-se admitir que os processos intelectuais prosperam no sentido de desenvolver a linguagem em sua significação, promovendo impacto na compreensão de eventos e na forma de pensar criticamente sobre algo, no sentido de utilizar corretamente os símbolos da linguagem ou de portar-se conscientemente em suas atividades cotidianas. Em outras palavras, “a utilização da mente pelo homem depende da habilidade desse se desenvolver e utilizar ‘ferramentas’ ou ‘instrumentos’ ou ainda ‘tecnologias’ que lhe tornem possível expressar ou amplificar seu poder” (BRUNER, 2006, p. 37).

A linguagem, no desenvolvimento humano, apresenta também os seus estágios de desenvolvimento, visando à codificação da realidade. Assim como na locomoção primeiro se engatinha, depois anda, pula e corre, na linguagem há evolução da recepção à locução de palavras, frases, sequências de frases e interiorização de eventos. Assim, o uso da escrita para expressar eventos

também configura um estágio de desenvolvimento da linguagem. Em outros termos, “podemos dizer que a vida imita a arte? Se a resposta for sim, então a arte é a que alcança o nível mais amplo de comunicação” (BRUNER, 2008a, p. 78). A arte liberta em nós formas instrumentais de conhecimento que abrangem o centro de nossa consciência, nutrindo a experiência vivida com um sentimento de conexão que desperta o interesse pela busca de um algo a mais.

Assim, esta proposta aborda o uso de textos narrativos como instrumento de fomento inicial dentro de uma metodologia de Sequência de Ensino Investigativa (SEI). Bruner (2006) aponta (grifos nossos) quatro características principais em sua teoria de instrução que complementam a justificativa dessa abordagem, corroborando com a implementação desta:

1. A teoria da instrução deve **especificar as experiências que mais efetivamente imbuem o indivíduo da predisposição do aprender** (entendido como aprendizado geral ou um tipo específico de aprendizado). Por exemplo, quais tipos de relacionamentos com pessoas e objetos na pré-escola farão a criança sentir vontade e apta a aprender quando ela entrar na escola?

2. A teoria da instrução tem que especificar **as formas nas quais um corpo de conhecimento deve ser estruturado**, para que ele possa ser entendido mais rapidamente pelo aprendiz. A “estrutura ótima” se refere ao conjunto de proposições a partir das quais um amplo corpo de conhecimento pode ser gerado, e é característico que a formulação de tal estrutura dependo do estado de avanço de uma determinada área de conhecimento. A natureza das diferentes estruturas ótimas será considerada com mais detalhes posteriormente. Nesse ponto, é suficiente dizer que o mérito da estrutura depende do seu poder para simplificar a informação, gerar novas proposições e aumentar a manipulabilidade do corpo de conhecimento. A estrutura precisa sempre estar relacionada à situação social e ao dom do aprendiz. Vista dessa forma, a estrutura ótima de um corpo de conhecimento não é absoluta, mas relativa.

3. A teoria da instrução deve **especificar as sequências mais efetivas para apresentar os materiais a serem aprendidos**. Quando, por exemplo, se quiser ensinar a estrutura da moderna teoria da Física, como se deve proceder? Apresentam-se materiais concretos primeiramente como forma de extrair questões sobre regularidades recorrentes? Ou se inicia com uma notação matemática formal que torna mais simples a tarefa de representar, posteriormente, as regularidades encontradas? Quais resultados são produzidos em cada método? Como descrever a associação ideal entre eles? A questão da sequência será tratada em detalhes posteriormente.

4. Finalmente, a teoria da instrução deve **explicar minuciosamente a natureza e o ritmo das recompensas e punições no processo de aprender e ensinar**. Intuitivamente, parece claro que, à medida que o aprendizado progride, há um ponto no qual é melhor substituir as recompensas extrínsecas, como o elogio do professor, por recompensas intrínsecas inerentes à resolução de problemas por parte do aluno. Então, também há um ponto em que a recompensa imediata pelo desempenho deve ser substituída pela recompensa tardia. Os momentos da troca da recompensa extrínseca pela intrínseca e da

imediate pela tardia são pobremente entendidos e, obviamente, muito importantes. Seria o caso, por exemplo, de sempre que o aprendizado envolver integração de uma longa sequência de atos, a substituição deve ser realizada tão cedo quanto possível da recompensa imediata para a tardia e de extrínseca para a intrínseca? (BRUNER, 2006, p. 52-53 – destaques nossos).

Posto isto, entendemos que o uso de textos narrativos são ideais para o que é colocado por Bruner (2006) como estrutura ótima, permeando o que, se aplicado como SEI, compõe outro conceito bruneriano: o aprendizado por descobertas. Segundo Bruner (2008a), muitos são os benefícios inerentes ao aprendizado por meio das descobertas:

- Elevação do potencial intelectual: relacionada com “as formas como as pessoas envolvidas no processo de resolução transformam as informações com as quais precisam lidar de modo mais ativo” (BRUNER, 2008a, p. 91). Trata-se de um processo cognitivo de organização e processamento de informações para torna-la útil no futuro, trazendo ao receptor uma postura ativa quanto ao conhecimento alcançado, convertendo informações em ideias, e em hipóteses, e em conhecimento descoberto;
- Passagem das recompensas extrínsecas para intrínsecas: “muitos dos problemas de ensinar uma criança uma atividade cognitiva efetiva está em libertá-la do controle ambiental imediato das recompensas e punições” (BRUNER, 2008a, p. 92). Contudo, essa busca da “forma correta de fazer” pode vir a minar “sua capacidade de transformar o que foi aprendido em estruturas viáveis de pensamento” (ibidem, p. 92). Em outras palavras, a busca pelo resultado correto, o qual proporciona alguma premiação ou recompensa extrínseca, inibe o pleno desenvolvimento intelectual e, por isso, deve-se buscar que o ambiente instrucional seja plenamente livre ao pensamento, imaginação e criação de hipóteses e soluções, proporcionando maior autonomia de aprendizagem ao aprendiz, colocando-o na “posição de vivenciar o sucesso e o fracasso não como recompensa e punição, mas como informação” (ibidem, p. 95);
- Aprendizado da heurística do descobrimento: relacionado às artes da investigação, enfatizando descobrir o desconhecido. Estudo,

investigação e pesquisa geralmente são os meios pelos quais as descobertas ocorrem, com estes podendo ocorrer de forma associada ou independente. Essas atitudes se relacionam com “o processo de tentar descobrir algo, embora sua presença não seja garantia de que o produto será uma grande descoberta; no entanto, sua ausência provavelmente levará ao caos, à aridez ou à confusão” (BRUNER, 2008a, p. 98). O autor ainda aponta que para se desenvolver a capacidade de investigação não há outro caminho que não a própria prática de investigar;

- Auxílio na conservação da memória: “o principal problema da memória humana não é armazenar, mas recuperar” (BRUNER, 2008a, p. 99). Sobre isso, o autor aponta que o melhor caminho para recordar é a organização mental, saber onde encontrar o que foi guardado na memória, podendo, por exemplo, usar frases, combinações, histórias etc. Com a devida organização mental, pode-se dizer que “o conteúdo será mais acessível à recuperação” (ibidem, p. 100).

Portanto, mais uma vez podemos afirmar que o uso de narrativas, histórias, versos e outras formas de organização de conhecimentos não é ingênua, mas intencional e, se bem executada, produz excelentes resultados quanto à aprendizagem significativa. O protagonismo do aprendiz vem à tona neste cenário de instrução do conhecimento quando o estudante se percebe apto ou inapto para concluir a tarefa a ele solicitada. A conclusão da tarefa indica ter alcançado a recompensa de realização do ato início-fim do problema, enquanto a inconclusão também pode indicar o reconhecimento do problema, a consciência de que precisará de ajuda para completar a tarefa.

Este é o momento em que o professor tutor atua fornecendo novas ferramentas ou re-explicações para que o aprendiz consiga retomar o caminho do desenvolvimento do problema e atingir seu sucesso em sua aprendizagem, deixando ao aprendiz o papel de autocorreção, sempre buscando se precaver a respeito de que:

Qualquer regime de correção carrega o perigo de que o aprendiz possa se tornar dependente das correções do tutor. O tutor deve corrigir o aprendiz numa forma que, eventualmente, torne possível ao aprendiz comandar a função corretiva por si próprio. De outra forma, o resultado da instrução é criar uma forma de domínio sobre o assunto, que é

contingente da presença perpétua de um professor (BRUNER, 2006, p. 64).

Ainda, vale ratificar a importância de que o problema inicial proposto aos alunos seja de relevância para os mesmos, isto é, tenha grande poder efetivo (BRUNER, 2008a) para despertar o interesse dos mesmos, e também, seja um problema que apresente um início, um plano de ação e uma conclusão.

Assim, a teoria da instrução de Jerome S. Bruner busca considerar que não é suficiente reconhecer a natureza do conhecimento, mas a natureza do conhecedor e do processo de aquisição desse conhecimento. Assim, a aprendizagem não se torna um fim em si, mas é o processo pelo qual o conhecimento percorre até que se concretize a aprendizagem.

1.3.3 Histórias, narrativas e o ensino da Física

Contar histórias é o modo mais antigo de ensinar e, estranhamente, pode ser o modo mais adequado para anunciar as mais recentes descobertas científicas (MARTIN e MILLER, 1990). A literatura acadêmica brasileira sobre contação de histórias é bastante abrangente no que diz respeito ao seu uso como elemento relacionado à área motivacional e emocional da criança, especialmente no que diz respeito ao incentivo à leitura, ao desenvolvimento sócio interativo por vivenciar situações reais num contexto fantasioso, que afirmam colaborar no desenvolvimento da oralidade da criança, incentivando maior contato com livros e reforçando o desenvolvimento cultural da criança (REGATIERI, 2008).

Ao estimular a leitura nas crianças, lhes revelando que ler também é uma brincadeira prazerosa e agradável, que nos permite sentir emoções, relaxar e conhecer de um mundo por meio da imaginação (RATTI, ORNELLAS e ASSIS, 2017), estamos também preparando as crianças para terem senso crítico, imaginação aguçada e raciocínio lógico, entre outras habilidades que a leitura desenvolve.

O espaço escolar deve permitir que a criança explore essas novas oportunidades de desenvolvimento, estimulando formas variadas de crescimento psicológico e intelectual. A prática docente por meio da contação de histórias é uma excelente opção para que isso ocorra satisfatoriamente.

A contação de histórias e a literatura infantil auxilia em diferentes aspectos o desenvolvimento cognitivo, social e humano dos alunos e a escola é o local privilegiado para esse contato com os livros infantis desde a primeira infância (RATTI, ORNELLAS e ASSIS, 2017, p. 970).

Há muitas referências de livros de contos voltados para divulgação científica dos quais podemos destacar Alice no país do quantum (GILMORE, 1998), O homem que calculava (TAHAN, 2013), As aventuras científicas de Sherlock Holmes (BRUCE, 2002), e ainda temos o inesquecível O diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo ptolomaico e copernicano, de Galileu Galilei (2011), entre muitos outros contos científicos para serem explorados como ferramenta didática em classe.

Ao que concerne ao uso da contação de histórias integrado ao Ensino de Ciências, o que vem sendo encontrado na literatura nacional são trabalhos mais recentes, enquanto que na literatura internacional já há alguns trabalhos datando

da década de 1960 (DAHLSTROM, 2014), com artigos e pesquisas que abordam o uso de histórias e contos aplicados ao Ensino de Ciências.

A verdade é que “quando se fala em cultura, raramente a Física comparece na argumentação. Cultura é quase sempre evocação de obra literária, sinfonia ou pintura; cultura erudita, enfim” (ZANETIC, 2005, p. 22). Frequentemente, o fato de que a ciência é uma história é esquecido. Uma história que se revela a todos que são curiosos e observadores (MARTIN e MILLER, 1990). Por isso, na escola muito se é ensinado por meio da exposição em vez da narração. A exposição traz consigo muita informação e explicações prontas acerca do entendimento das coisas, explorando unicamente a lógica dedutiva. Em essência, usar informações lógico-científicas aborda um raciocínio dedutivo, enquanto a informação narrada proporciona um raciocínio indutivo (DAHLSTROM, 2014).

Narração é a história completa sobre como um evento se desenrola, é a descrição do evento com sensibilidade a momentos significativos e astúcia de observação. Histórias não conectam apenas pessoas a pessoas, mas as conectam a coisas, sensações, momentos, conceitos, lembranças, e a outras histórias, onde tudo se repete.

Em relação aos anseios dos alunos em perceber alguma aproximação entre a Física Escolar e a sua vida cotidiana, o PCN+ da área das ciências da natureza, sugere um possível caminho, ao expor que “trata-se de construir uma visão da Física voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar na realidade” (BRASIL, 2002a, p. 59).

Ainda, segundo a concepção de que afeto e intelectualidade se comunicam (VIGOTSKI, 2007), diversas estratégias de ação para aumentar a empatia entre os estudantes e a Física já foram elaboradas na literatura acadêmica e comercial. No que trata ao Ensino de Ciências usando contos, muito se refere ao uso de livros paradidáticos ou às práticas de ensino de ciências nas séries escolares iniciais, com êxito suficiente para validar a utilização de histórias para falar sobre Física com crianças (LIMA, ALVES e LEDO, 1996).

Dentre os artigos nacionais encontrados que relacionam os temas intencionados, destacam-se os esforços de João Zanetic que, com seu poderoso

e conhecido refrão “Física também é cultura”, tem disseminado a interlocução da Física com Arte, Literatura, Poesia e tantas outras expressões culturais.

Já dentre os visionários internacionais, Dahlstrom (2014) enfatiza o uso de histórias e contos direcionados ao público leigo. Segundo este autor, a narração de histórias é muito poderosa e não deveria ser vista como simples anedota, uma vez que narrativas são melhores compreendidas que os discursos científicos-lógicos tradicionais.

Embora as narrativas tenham frequentemente conotações negativas dentro da ciência, os formatos narrativos de comunicação não devem ser ignorados quando se comunica a ciência com o público a quem esta não pertence. As narrativas oferecem maior compreensão, interesse e engajamento. Pessoas leigas obtêm a maior parte de suas informações científicas a partir do conteúdo de mídia de massa, que já é tendencioso para formatos narrativos. As narrativas também são intrinsecamente persuasivas, o que oferece táticas aos comunicadores científicos para persuadir audiências de certa forma resistentes (DAHLSTROM, 2014, p. 13614 - tradução nossa).

Em concordância com este, Rowcliffe (2004) propõe em seu artigo “*Storytelling in Science*” que “a narração de histórias é uma parte importante do ensino de ciências e não deve ser negligenciada por nenhum praticante” (ibidem, p. 121 - tradução nossa). Apesar de não ser uma habilidade previamente necessária, o autor relata que quanto mais os professores usam de histórias e ilustrações cotidianas, sejam elas reais ou fictícias, mais empolgados e envolvidos com os temas abordados os alunos se tornam, favorecendo a memorização de fenômenos e efeitos, relacionando as consequências com suas causas e fazendo com que o momento de aprendizagem seja agradável.

Certamente a inclusão do uso de histórias enriquece o processo pedagógico, propiciando a inserção discente numa realidade mais ampla de mundo. Trata-se de uma ferramenta de uma educação integral que abrange desde a vocação e o compromisso social que o ser docente abraça, até o próprio exercício de ensinar.

1.3.4 Leitura e produção textual

A relevância e importância da leitura como agente formador intelectual e social do indivíduo é indubitável. A leitura nos aproxima da cultura (SOLÉ, 1998). O ato de ler vai para além da decifração de signos gráficos combinados, trata de conduzir uma sequência lógica de raciocínios que constroem toda uma interpretação da mensagem abarcada pelo texto e pelos conhecimentos prévios do leitor.

A sociedade contemporânea exige o letramento. Vivemos imersos em imagens, fotografias, letreiros, manchetes de jornais, placas de rua, sinais de trânsito, cartões de crédito, cheques, notas fiscais, documentos, rótulos, revistas, livros, entre outros (VALLE, 2010, p. 3).

Nas palavras do escritor norte-americano George Raymond Richard Martin, autor da série de livros *As Crônicas de Gelo e Fogo*, “um leitor vive mil vidas antes de morrer. O homem que nunca lê vive apenas uma”. Portanto, ler é também uma oportunidade de experienciar sem a materialidade, ou seja:

O ato de ler é a forma de interpretar a realidade particular e problematizar a realidade do mundo. Com isso, as informações aqui apresentadas têm o objetivo de enfatizar a importância da leitura como fonte de aprendizagem e a pedagogia da leitura, que são fatores importantes para a formação educacional, pessoal e profissional do indivíduo (ZACARIAS e PASSOS, 2010, p. 1).

Dessa maneira, trabalhos recentes vêm apontando que usar da leitura e de produção escrita em aulas de Física como meios potenciais para a construção do conhecimento é uma estratégia promissora de aprendizagem significativa, considerando, inclusive, que “as habilidades de leitura e de escrita precisam ser pensadas em termos de estratégias de ensino capazes de dar conta da aprendizagem significativa e também da aprendizagem reflexiva” (DIESEL, 2016, p. 26). Contudo, algumas ressalvas podem ser levantadas:

De acordo com o que foi exposto anteriormente, as maiores dificuldades ao desenvolver atividades de leitura em sala nas aulas de Física podem ser sintetizadas da seguinte maneira:

- a) a expectativa de resultados imediatos por parte dos professores;
- b) os alunos estão acostumados com exercícios que privilegiam a memorização e sentem dificuldades para realizar exercícios que exigem crítica e raciocínio;
- c) os alunos sentem dificuldades para ler os textos presentes nos livros didáticos de Física, pois estes, geralmente, são presos a um só significado, diferentemente de outros que permitem múltiplas interpretações;
- d) após a leitura de um texto, é observado que, ao responderem as questões propostas, os alunos realizam um grande número de cópias

de trechos do texto motivados por palavras encontradas nos enunciados;

e) ao responderem as atividades os alunos abandonam ideias originais motivados por comentários prévios acerca do assunto tratado no texto a fim de satisfazer única e exclusivamente as expectativas do professor (LEITE e GARCIA, 2009, p. 8588).

Dessa forma, espera-se que a escola propicie aos estudantes, por meio da leitura, recursos para que os levem para além de uma leitura instrumental, com o objetivo exclusivo de encontrar determinada informação em textos ou de fornecer respostas prontas.

No contexto histórico das transformações que acompanham o processo educativo brasileiro, novas perspectivas sociais e culturais são fatores intrínsecos a atual exigência de um percurso escolar, consoante com a formação de cidadãos plenos, capazes de atuar com protagonismo no meio em que vivem. No entanto, estas novas perspectivas por si só não garantem que nossos alunos tenham sucesso no desenrolar das atividades com leitura desenvolvidas no ambiente escolar, considerando que estas atividades costumeiramente remetem ao tradicionalismo do ensino, condicionado à formalidade do papel. Sendo assim, acabam por se distanciar do atrativo tecnológico que atualmente arrebatava a atenção de crianças e adolescentes em fase escolar. Nesse cenário, a leitura ocupa um papel primordial que preconiza as ações pedagógicas e encontra espaço em todas as esferas sociais (SANTOS, 2019, p. 17).

É fundamental que eles possam, por meio da leitura de textos específicos das disciplinas, pesquisar, analisar, selecionar, organizar informações complexas, relacionar conhecimentos próprios com o do mundo contemporâneo, almejando seu pleno exercício de sua cidadania.

Dentre tantas referências presentes nos documentos oficiais, no que trata da leitura e produção textual, podemos destacar que:

- “Além da leitura, é preciso observação, análise, reflexão, planificação, tomada de decisão e, finalmente, ação” (BRASIL, 2002b, p. 56);
- “Espera-se que, durante a leitura, o aluno interaja com o texto de tal forma que possa produzir respostas a perguntas formuladas e, assim, consolidar progressivamente seu texto escrito” (BRASIL, 2002b, p. 65);
- “Pela leitura concretiza-se a principal razão do ato de linguagem, que é a produção de sentido. Aprender a ler de modo amplo e em vários níveis é aprender a comunicar-se” (BRASIL, 2002b, p. 107);

- “Elaborar comunicações orais ou escritas para relatar, analisar e sistematizar eventos, fenômenos, experimentos, questões, entrevistas, visitas, correspondências” (BRASIL, 2002a, p. 27);
- “Elaborar comunicações orais ou escritas para relatar, analisar e sistematizar eventos, fenômenos, experimentos, questões, entrevistas, visitas, correspondências” (BRASIL, 2002a, p. 63).

Ainda, estes documentos apontam que:

Num mundo como o atual, de tão rápidas transformações e de tão difíceis contradições, estar formado para a vida significa mais do que reproduzir dados, denominar classificações ou identificar símbolos. Significa:

- saber se informar, comunicar-se, argumentar, compreender e agir;
- enfrentar problemas de diferentes naturezas;
- participar socialmente, de forma prática e solidária;
- ser capaz de elaborar críticas ou propostas; e
- especialmente, adquirir uma atitude de permanente aprendizado.

Uma formação com tal ambição exige métodos de aprendizado compatíveis, ou seja, condições efetivas para que os alunos possam:

- comunicar-se e argumentar;
- defrontar-se com problemas, compreendê-los e enfrentá-los;
- participar de um convívio social que lhes dê oportunidades de se realizar como cidadãos;
- fazer escolhas e proposições;
- tomar gosto pelo conhecimento, aprender a aprender (BRASIL, 2002b, p. 9).

E que:

O ensino de Física tem enfatizado a expressão do conhecimento aprendido por meio da resolução de problemas e da linguagem matemática. No entanto, para o desenvolvimento das competências sinalizadas, esses instrumentos seriam insuficientes e limitados, devendo ser buscadas novas e diferentes formas de expressão do saber da Física, desde a escrita, com a elaboração de textos ou jornais, ao uso de esquemas, fotos, recortes ou vídeos, até a linguagem corporal e artística.

(...)

Todas essas estratégias permitem formas de representar e sistematizar o conhecimento que se confundem com a própria produção de um novo conhecimento, contribuindo também para explicitar e reforçar as relações do conhecimento científico com outras formas de expressão do saber (BRASIL, 2002a, p. 84).

E ainda, que:

Apesar das limitações que esse instrumento de avaliação possui, é possível se pensar a forma de utilizar a prova de modo a ampliar seu alcance, **transformando-a também em momento de aprendizagem, especialmente em relação ao desenvolvimento das competências**

de leitura, interpretação e produção de textos pelos alunos, ou ainda da argumentação e posicionamento crítico frente às produções de seus colegas (BRASIL, 2002a, p. 132 – destaque nosso).

Assim, os documentos oficiais apontam para a necessidade de organizar o ensino de Física de modo a contribuir para um acultramento científico que “permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da própria natureza em transformação” (BRASIL, 1999, p. 22).

Para tanto, faz-se necessário que o paradigma de que a leitura é assunto de professor de linguagens seja desconstruído, viabilizando a nova ideia de que todo professor, independentemente da disciplina, é professor de leitura (ZANETIC, 2005), posto que “todas as disciplinas escolares são suportadas na linguagem, portanto, o processo de ensino-aprendizagem é indissociável de textos escritos” (CORREIA, SCHIRMER e SAUERWEIN, 2016, p. 2).

Assim, na disciplina de Física é desejável que as leituras de materiais de divulgação científica tenham o objetivo de contextualizar o conteúdo científico, bem como, desenvolver as competências e habilidades do bom leitor. Ou seja, que o estudante aprenda e utilize estratégias de leitura para prever/levantar hipóteses/ler/interpretar/ compreender e sintetizar as ideias do texto (CORREIA, SCHIRMER e SAUERWEIN, 2016, p. 5).

Nesse escopo, os professores de Física, e das demais áreas do conhecimento, tornam-se corresponsáveis por oferecer condições para que os alunos exerçam a leitura em sala de aula.

Contudo, retomando uma dificuldade já apresentada, vale mencionar que os próprios cursos de formação inicial, em muitos casos, deixam a desejar em se tratando do ensino da leitura, não ofertando “a oportunidade de refletir ou até mesmo de adquirir conhecimentos básicos sobre como trabalhar com leitura em suas aulas” (FARIAS e SILVA, 2016, p. 2). O que geralmente se observa ao se trabalhar leitura com os estudantes é uma postura de “pesca” de dados no corpo do texto, enquanto o docente solicita itens específicos na leitura.

O trabalho pedagógico por vezes é reduzido a identificar nele informações objetivas e superficiais. Ao contrário disso, de acordo com o autor, o texto é um evento comunicativo aberto a algumas possibilidades de compreensão, que irão depender do leitor (seus conhecimentos prévios, seus objetivos de leitura) (DIESEL, 2016, p. 26).

O professor tem uma função imprescindível em qualquer metodologia de ensino, todavia, ao trabalhar com leitura e produção textual, ao invés de detentor e transmissor do conhecimento, o docente passa a ser um ativador dos saberes,

propiciando aos alunos, a partir do contato com as novidades da leitura, o acesso, ainda que com obstáculos, aos conceitos, leis, modelos e teorias que expliquem satisfatoriamente o mundo em que vivem. Porém, para isso é preciso formação direcionada a esse tipo de atividade e metodologia, posto que “a falta de práticas pedagógicas e/ou conhecimentos sobre conceitos e concepções de leitura nos aparentavam ser fatores que contribuem para o fracasso do ensino aprendizagem” (FARIAS e SILVA, 2016, p. 1).

O que se percebe na prática escolar é que, segundo Solé (1998), as atividades de leitura, infelizmente, focam mais nas habilidades de decodificação do que em ler para compreender e aprender. A leitura precisa ser, acima de tudo, significativa, caracterizando na leitura um objeto de aprendizagem interessante ao aluno leitor. Criar esse interesse é função do professor, o que nos remete a lembrar que é papel da escola ensinar a usar a leitura como instrumento de aprendizagem (ibidem).

O desenvolvimento da capacidade de ler do aluno depende da interação que ele estabelece com o texto, do compartilhamento de significados, da mobilização de ações cognitivas na atribuição de sentido. Ler é uma ação social diretamente relacionada à compreensão dos aspectos linguísticos que formam o texto, mas também dos contextos sociais, históricos e culturais que nele se relacionam (SOUZA, BARBOSA e HERNANDES, 2019, p. 63).

O ato de ler é um processo dialógico que requer um sujeito leitor ativo que interaja com o texto. Portanto, deve necessariamente promover uma interação entre o leitor e o texto, satisfazendo uma finalidade. Em sua jornada de concepção da compreensão do texto, o leitor utiliza seus conhecimentos de mundo e os conhecimentos do texto (SOLÉ, 1998).

Por isso, formar leitores competentes, para além de questões funcionais, que efetivamente gostem de ler e que saibam como ler para estudar e aprender novos conhecimentos nas mais diversas naturezas, é estabelecer os alicerces de constituição de cidadãos ativos e plenos, que continuam a aprender ao longo de vida toda.

Buscando estruturar uma base epistemológica consistente para a compreensão de fenômenos físicos, urge a necessidade de uma abordagem metodológica que priorize a compreensão da natureza do conhecimento científico. Para tal, a leitura não pode ser uma atividade secundária na sala de aula (ou na vida). Por isso, a escolha do texto deve ser adequada para alcançar

os objetivos propostos, garantindo que haja efetivamente um encontro do leitor com o texto. Nesse mesmo viés, convém trazer à tona, embora a autora refira-se ao contexto universitário, constatações podem ser perfeitamente empregadas à leitura em todas as etapas da educação.

[...] ler significativamente torna o estudante mais completo, mais capaz de lidar com a diversidade no complexo mundo contemporâneo. Ler significativamente leva o universitário a se descobrir como um ser sempre em busca de novas formas de compreensão de si mesmo e do mundo. Eis algumas razões para acreditar que trilhar o caminho da leitura significativa no mundo universitário possa ser uma ação propulsora do processo de construção de um ser autônomo e, como consequência, responsável pela sua formação integral (MARTINS, 2005, p. 121 *apud* DIESEL, 2016, p. 23).

Na literatura podemos encontrar diferentes concepções sobre leitura, contudo, a única que nos interessa é a do modelo de interação, que aponta que “a leitura seja um processo constante de emissão e verificação de hipóteses que levam à construção da compreensão do texto e do controle desta compreensão” (SOLÉ, 1998, p. 24).

As atividades de leitura precisam ser muito bem planejadas e ter objetivos muito bem definidos: se é uma leitura para seguir instruções ou obter uma informação; se é uma leitura direcionada para aprendizagem técnica ou conceitual; se é por puro prazer e entretenimento; se trata-se apenas de para revisão de um escrito próprio; se tem por finalidade comunicar um texto a uma plateia etc. Então, em distintas situações, diferentes modalidades de leitura podem ser utilizadas, frente a um mesmo tipo de texto.

Este leitor, ao ler, utiliza de estratégias, porém as faz inconscientemente. De acordo com Solé (1998), “o processo de leitura deve garantir que o leitor compreenda o texto e que possa ir construindo uma ideia sobre seu conteúdo, extraindo dele o que lhe interessa, em função dos seus objetivos” (ibidem, p. 31).

Revela-se, às vistas disso, a importância de um ensino de leitura com estratégias competentes e motivadoras, abordando ao menos uma forma de trabalhar com o ensino de leitura. Para alcançar sucesso nesse empreendimento, é recomendado promover a utilização de estratégias que permitam que os alunos leiam e compreendam de forma autônoma os textos lidos (FARIAS e SILVA, 2016).

Expondo de outra forma, “a leitura é uma prática que reflete e determina uma forma de adquirir e de se relacionar com a experiência dos outros, que, na

realidade, é o que nos torna verdadeiramente humanos. Somos o que lemos e como lemos” (SACRISTÁN, 2008, p. 95 *apud* DIESEL, 2016, p. 24). Um leitor capaz de compreender os significados do texto realiza um complexo exercício cognitivo quando lê. Aprender a compreender, interagindo com os textos, é um processo complexo que requer:

desenvolvimento de “intimidade” entre o leitor e o texto. Essa pode ser conquistada pela ativação de conhecimentos que o leitor já possui e que é capaz de reconhecer no texto lido, articulando o já sabido ao elemento novo e (re)construindo sentidos (SOUZA, BARBOSA e HERNANDES, 2019, p. 64).

Correia, Schirmer e Sauerwein (2016) indicam que, para que um processo de leitura seja significativo, este deve percorrer três etapas: pré leitura; durante a leitura, e; pós leitura. Os autores sugerem que no momento de pré-leitura algumas questões sejam propostas, para instigar a curiosidade e suscitar as concepções espontâneas dos estudantes. Na etapa do durante a leitura deve ocorrer a solicitação para que os alunos respondam a um questionário, elaborem uma síntese das ideias principais do texto, destaquem dúvidas sobre o texto, elaborem um seminário, ou ainda produzam um texto sintetizando o conteúdo com o texto lido. Por fim, no período de pós-leitura, propõem-se atividades como a apresentação de um seminário, a exposição de questionário e questionamentos, ou a própria discussão do texto, sendo um momento de socialização de resultados.

As atividades realizadas durante a leitura devem favorecer a retomada das previsões iniciais e a verificação do que foi compreendido a partir da leitura do texto. Já as atividades de pós-leitura devem permitir que o aluno reavalie seus conhecimentos iniciais, estabeleça diferenciação entre o que sabia antes e o que passou a compreender após a leitura do texto, faça vinculação entre as informações do texto e o conteúdo estudado, além de sintetizar as principais ideias/informações do texto. Com isso, sugere-se que a leitura de TDC seja articulada ao uso dessas atividades estratégicas (pré/durante/pós-leitura) para garantir o envolvimento dos alunos durante todo o processo de leitura e discussão do texto (CORREIA, SCHIRMER e SAUERWEIN, 2016, p. 1019).

Seguindo essa linha, Solé (1998) também divide as atividades de leitura organizadas nessas três etapas: pré-leitura, leitura e pós-leitura. Para ela, as atividades de pré-leitura devem ativar o conhecimento prévio dos alunos sobre o texto que será lido, buscando estabelecer previsões sobre o texto que será

lido, fomentando um processo contínuo de formulação, previsão e verificação de hipóteses sobre o que sucede o texto.

Na etapa de leitura, os alunos precisam ser conduzidos a.

[...] expor sucintamente o que foi lido (resumo da leitura). Esclarecer dúvidas para comprovar se o texto foi compreendido, fazendo perguntas para si mesmo. Com o autoquestionamento pretende-se que os alunos aprendam a formular perguntas pertinentes para o texto em questão. Ou seja, comprovar as hipóteses formuladas na atividade de pré-leitura (SOLE, 1998, p. 119).

Já no trabalho de pós-leitura, deve-se possibilitar a compreensão da ideia central do texto, podendo ser solicitado dos alunos a produção autoral de algo que provoque nos mesmos uma busca pela compreensão e a interpretação do que foi lido, culminando na aprendizagem significativa da proposta central do texto.

Em síntese, o trabalho em sala de aula deve formar leitores autônomos, capazes de compreenderem diversos textos, sejam eles difíceis, criativos, ou mal escritos (SOLE, 1998).

Dada a complexidade que permeia o ato de ler, defende-se que o trabalho do professor em sala de aula deve priorizar o ensino dessas estratégias de modo que o leitor tenha consciência de seu processo de leitura, identificando problemas de compreensão e sendo capaz de encontrar soluções para os problemas de leitura, assim que eles ocorrerem.

Vale ressaltar que essa concepção de leitura, pautada dentro deste processo interativo, carece de prática, demandando do leitor a análise de seus componentes e relações com outros textos e novas leituras, suscitando vivências pessoais, possibilitando ao leitor “o acesso a uma maior diversidade de informações, o desenvolvimento de habilidades de leitura, apropriação de conceitos, formas de argumentação e elementos de terminologia científica” (CORREIA, SCHIRMER e SAUERWEIN, 2016, p. 4).

Nesse sentido, algumas metodologias ativas de ensino muito têm a contribuir, já que implicam em um envolvimento ativo dos alunos no aprendizado, demandando para a ampla compreensão leitora, a produção efetiva de um produto intelectual (seja de forma oral, escrita, desenhada, usando mídias, cantando ou outra). O uso dessas metodologias culmina em um leitor proficiente, ativo, que reflete sobre seu processo de leitura. À vistas disso, o trabalho a se

realizar é mostrar que ler é divertido, que escrever é apaixonante e que todos podem fazê-lo.

Ainda nesse sentido, a escrita nasce por processos que passam pela leitura. É importante esclarecer que um indivíduo que possui o hábito da leitura apresenta uma melhor habilidade de escrita.

Partindo da análise dessa breve experiência, ressalta-se que as atividades de leitura e produção escrita permitem que os alunos usem de sua criatividade e busquem dar sentidos aos conteúdos trabalhados em sala de aula. É um meio dos estudantes aprenderem, e ao expressar seus conhecimentos, sintetizar, esquematizar e associar com situações significativas para eles, estas atividades representam um caminho para a construção do conhecimento (SETLIK e HIGA, 2014, p. 91).

Ao que tange o ensino de ciências, a leitura e o uso de textos têm sido foco de muitos trabalhos que sugerem que por meio da correta articulação entre os saberes do texto com o do aluno, se pode propiciar a compreensão dos conceitos científicos de forma contextualizada, munindo o estudante para interagir com a sua realidade e com os fenômenos físicos apresentados por meio desses textos (ZIMMERMANN e SILVA, 2007).

A utilização de textos de divulgação científica em aulas de Física pode propiciar discussões entre professor e alunos que envolvam não só a vinculação entre o conteúdo científico ensinado e seus aspectos sociais, políticos, ambientais, históricos e tecnológicos, mas também promover o desenvolvimento de habilidades relacionadas às expressões oral e escrita necessárias à formação do cidadão crítico capaz de se posicionar e argumentar sobre o que lê. Aspectos esses necessários à formação do bom leitor e que, no entanto, nem sempre são trabalhados nas aulas de Física (CORREIA, DECIAN e SAUERWEIN, 2017, p. 1018).

Portanto, pudemos perceber que a leitura desenvolve no estudante diversas capacidades, como senso crítico, criatividade e interação social e com o mundo real. Durante uma leitura ativa, a pessoa está adquirindo mais do que informações, está desenvolvendo seu senso crítico, expandindo sua aptidão em discernir e superar situações cotidianas diversas, revelando-se, assim, quão importante é que se desenvolva uma cultura de leitores em qualquer sociedade. A linguagem é transdisciplinar (BRASIL, 2002b) e cabe também ao docente de Física trabalhar suas competências em suas aulas. Verdadeiramente, “é necessário transformar a leitura em um objeto de ensino” (SOUZA, BARBOSA e HERNANDES, 2019).

2 A FÍSICA DENTRO DAS HISTÓRIAS

Buscando a superação de um ensino de Física pautado em resoluções automáticas de equações desprovidas de significado conceitual, este capítulo preza pela abordagem conceitual dos fenômenos físicos pertinentes aos contextos trabalhados no produto educacional presente no capítulo 3. Dessa forma, os referenciais para esta seção permearão a construção do arcabouço conceitual dos fenômenos físicos presentes na seção citada.

Mediante essa perspectiva, considera-se fundamental que sejam privilegiados espaços em sala de aula, que possibilitem a discussão dos conceitos físicos, de modo a viabilizar ao alunado o desenvolvimento de competências que promovam o sentido crítico, bem como abstrações essenciais ao pensamento científico e à vida, conforme preveem os balizadores oficiais:

A Física deve apresentar-se, portanto, como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos. Isso implica, também, a introdução à linguagem própria da Física, que faz uso de conceitos e terminologia bem definidos, além de suas formas de expressão que envolvem, muitas vezes, tabelas, gráficos ou relações matemáticas (BRASIL, 2002a, p. 59).

Assim, o ensino de Física deve conduzir os alunos ao pleno acesso de conceitos e leis Físicas que proporcionem a compreensão de seus conteúdos de forma contextualizada, o que resulta na formação de um indivíduo crítico e reflexivo. Para tal, se faz necessário que o professor propicie o entendimento dos conceitos físicos, por meio de discussões acerca dos conteúdos em questão, de modo a instrumentalizar os alunos para que os mesmos possam atuar criticamente em seu meio social.

Vários conceitos e fenômenos físicos podem ser contemplados neste tipo de atividade, abordando o ensino de Física por meio de textos e narrativas. Dentre estes, aqui daremos destaque a área da Termodinâmica, tema principal do nosso produto educacional.

2.1 Conceitos de Termodinâmica

Ao estudarmos termodinâmica é fundamental compreender que é completamente inviável estudar um sistema gasoso considerando individualmente cada uma das partículas que compõe um sistema gasoso, pois sua quantidade de partículas é da ordem de 10^{24} e “não somente é inconcebível que conseguíssemos todas as equações, mas também não teríamos nenhum interesse em fazê-lo: se conhecêssemos a solução, não saberíamos o que fazer com ela, nem como interpretá-la” (NUSSENZVEIG, 2010, p. 156). Por isso, a descrição desse sistema é dada por quatro variáveis macroscópicas, denominadas variáveis de estados, que são a Pressão P, o Volume V, o número de mols de partículas n, e a Temperatura (absoluta) T. Essas variáveis de estado não são independentes entre si (KNIGHT, 2009).

Historicamente, as Leis da Termodinâmica foram obtidas como leis empíricas, de natureza fenomenológica. Somente mais tarde, com a formulação da teoria cinética dos gases, precursora da teoria atômica da matéria, é que se procurou a explicação microscópica das leis da termodinâmica (NUSSENZVEIG, 2010, p. 157).

A Termodinâmica se configura como um dos principais ramos da Física, estudando a energia térmica (também conhecida como energia interna) dos sistemas, tendo assim, como um de seus conceitos centrais, os de temperatura e de calor. “Os termos ‘temperatura’ e ‘calor’ costumam ser usados como sinônimos na linguagem cotidiana. Em Física, contudo, esses dois termos têm significados bastante diferentes” (YOUNG e FREEDMAN, 2016, p. 198). Assim, importa evidenciar que:

Embora as Leis de Newton tivessem sucesso na explicação de muitos dos fenômenos naturais, elas não puderam, de início, explicar o calor. Foi necessário um tempo longo na história da ciência para que os conceitos de temperatura e calor fossem distinguidos (PIRES, 2011, p. 235).

Portanto, estudar Termodinâmica é uma tarefa que envolve um longo percurso cujo ponto de partida se dará pelo conceito de temperatura, calor e se consoma com as Leis da Termodinâmica.

2.1.1 Temperatura

“A temperatura é uma das sete grandezas fundamentais do SI” (HALLIDAY, RESNICK e WALKER, 2016, p. 414), por isso, antes de tudo, faz-se necessário entender o conceito de temperatura, relacionado com a propriedade térmica de equilíbrio térmico entre sistemas, ou seja, não é apenas uma função da energia cinética molecular média de um sistema, postulada com seu valor nulo na situação de zero Kelvin (zero absoluto). É preciso compreender que o conceito de temperatura passa pela Lei zero da termodinâmica, estabelecendo o que definimos por equilíbrio térmico.

A temperatura está relacionada ao movimento aleatório dos átomos ou moléculas de uma substância (por brevidade, daqui em diante, falaremos simplesmente em moléculas para nos referirmos a átomos e moléculas). Mais especificamente, a temperatura é proporcional à energia cinética média “translacional” do movimento molecular (pelo qual as moléculas se movimentam de um lugar a outro). As moléculas podem também rodar e vibrar, com energia cinética rotacional e vibracional correspondentemente associadas – mas esses movimentos não são de translação, e não definem temperatura (HEWITT, 2015, p. 286).

A temperatura é, em uma definição de seu comportamento macroscópico, uma variável de um sistema termodinâmico determinada a partir da ausência do fluxo espontâneo de calor por meio das fronteiras que separam dois sistemas em contato (NUSSENZVEIG, 2010). Em outras palavras, podemos dizer que temperatura está relacionada à energia cinética média de translação das moléculas de um sistema.

Porém, para podermos determinar se um corpo está quente ou frio, é preciso construir uma escala de temperatura. Para isso, podemos usar qualquer propriedade do sistema que dependa do fato de o corpo estar mais quente ou mais frio (Volume, Pressão, Resistência elétrica, etc.) para desenvolvermos uma escala termométrica e os dispositivos (termômetros) apropriados para verificarmos a temperatura do sistema.

2.1.2 Termometria

O equilíbrio térmico é uma situação na qual todas as variáveis de estado que caracterizam o sistema se estabilizam, isto é, não variam com o tempo (NUSSENZVEIG, 2010). Contudo, antes da plena definição de temperatura e calor, como as temos hoje, Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794), sobre sensação ainda afirmou:

O calor, considerado como uma sensação, é apenas o efeito produzido sobre nossos sentidos pelo movimento ou passagem do calórico, independente dos corpos à nossa volta. Quando tocamos um objeto frio, o calórico passa de nossa mão para o objeto que tocamos, o que nos dá a sensação de frio. O contrário acontece quando tocamos um corpo quente (PIRES, 2011, p. 239).

Admitindo que “a sensação subjetiva não fornece um método confiável de aferição” (NUSSENZVEIG, 2010, p. 158), ou seja, não é adequado fazer uso do tato como sentido avaliador da temperatura de um sistema, é de nosso interesse que um instrumento mais adequado seja utilizado para a aferição da temperatura de um sistema. Este instrumento é um termômetro.

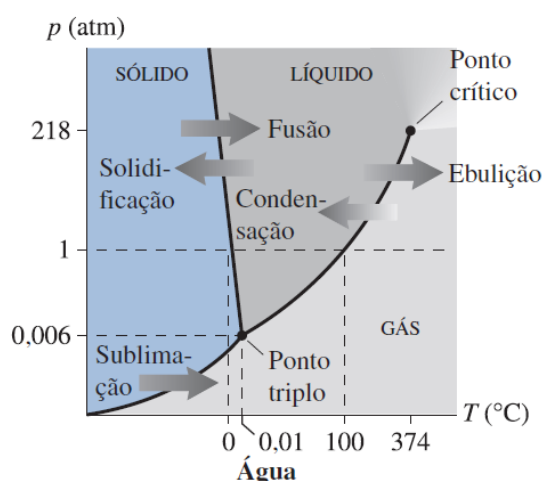
Toda matéria – sólida, líquida ou gasosa – é composta por átomos ou moléculas em constante agitação. Em virtude desse movimento aleatório, os átomos ou moléculas da matéria possuem energia cinética. A energia cinética média dessas partículas individuais produz um efeito que podemos sentir – a sensação de quente. A quantidade que informa quão quente ou frio é um objeto em relação a algum padrão é chamada de temperatura. O primeiro “medidor térmico”, o termômetro, foi inventado por Galileu, em 1602 (a palavra térmico é o termo grego para “calor”) (HEWITT, 2015, p. 285).

É graças à Lei Zero da Termodinâmica que podemos usar termômetros convencionais (de contato) para medir a temperatura de um sistema, pois o que o termômetro de fato revela é sua própria temperatura. Quando colocado em contato térmico com algo cuja temperatura desejamos conhecer, ocorrerá após um tempo, o equilíbrio térmico, i.e., o termômetro e o objeto alcançarão a mesma temperatura. Assim, ao conhecermos a temperatura do termômetro, também conheceremos a temperatura do sistema com que este está em contato.

Dois sistemas em equilíbrio térmico com um terceiro estão em equilíbrio térmico entre si. Para mostrar que este fato não decorre de nenhuma necessidade lógica, basta notar que um eletrodo de cobre em equilíbrio elétrico com uma solução diluída de ácido sulfúrico e um eletrodo de zinco em equilíbrio elétrico com a mesma solução não estão em equilíbrio elétrico entre si. Se os colocarmos em contato elétrico por meio de um fio de cobre, passará uma corrente elétrica de um eletrodo para o outro (pilha voltaica) (NUSSENZVEIG, 2010, p. 158).

Na figura 1 podemos observar o diagrama de fases (não em escala) para água. Diagramas de fase são usados para mostrar como as fases e as mudanças de fase de uma substância variam com a temperatura e a pressão. Pode-se ver que cada diagrama está dividido em três regiões correspondentes aos estados sólido, líquido e gasoso. As linhas limítrofes que separam as regiões indicam as transições de fase. O sistema está em equilíbrio de fases em um ponto de pressão-temperatura que pertence a uma dessas linhas.

Figura 1 – Diagramas de fases para água.



Fonte: (KNIGHT, 2009, p. 488)

Assim, os termômetros convencionais operam por meio do equilíbrio térmico com o sistema ao qual se deseja encontrar a temperatura. Para isso, escalas termométricas foram desenvolvidas das quais destacamos as escalas Celsius, Fahrenheit e Kelvin. Para criar uma escala de temperatura, deve-se escolher um fenômeno térmico reproduzível e, arbitrariamente, lhe atribuir uma temperatura, como, por exemplo, a escala Celsius que escolheu os pontos de fusão e de ebulição da água à 1 atm de pressão (10^5 Pa) como marcos de 0°C e 100°C , respectivamente.

A escala Celsius, inventada pelo astrônomo sueco Anders Celsius (1701-1744), é uma escala baseada em 0° para o ponto de congelamento da água e 100° para o ponto de ebulição da água, sendo por muito tempo chamada também de escala de temperatura centígrada por causa deste intervalo de 100 graus entre os pontos definidos (hoje, não é mais chamada assim) (PIRES, 2011). A escala Celsius é geralmente usada sempre que unidades métricas são aceitas e é usada em trabalhos científicos em diversos os lugares.

A escala Fahrenheit, desenvolvida pelo físico alemão do século XVIII Daniel Gabriel Fahrenheit (1686-1736), originalmente considerou como o zero de sua escala a temperatura de uma mistura igual de gelo e sal, e selecionou os valores de 30° e 90° para o ponto de congelamento da água e temperatura corporal normal, respectivamente. Estes posteriormente foram revisados para 32° e 96°, mas a escala final exigiu um ajuste para 98,6° para o último valor (PIRES, 2011; NUSSENZVEIG, 2010).

A escala de temperaturas Kelvin, uma escala de temperatura absoluta nomeada em homenagem ao físico britânico William Thomson (1824-1907), o 1º Barão Kelvin, é a unidade básica de medição de temperatura termodinâmica no Sistema Internacional de medição – SI (símbolo K, sem o sinal de grau). É definido como 1/273,16 do ponto triplo da água pura, sendo que este ponto triplo “corresponde aos únicos valores de temperatura e pressão para os quais todos os estados podem coexistir em equilíbrio de fases” (KNIGHT, 2009, p. 489). Essa escala tem como ponto de origem o zero absoluto, a temperatura teórica na qual as moléculas de uma substância têm a menor energia (NUSSENZVEIG, 2010). A escala Kelvin está relacionada à escala Celsius. A diferença entre os pontos de congelamento e ebulição da água é de 100 unidades em cada um, de modo que o Kelvin tem a mesma magnitude que o grau Celsius.

Assim, podemos observar as três principais escalas termométricas científicas que são as escalas Celsius, Fahrenheit e Kelvin:

Na escala mais utilizada mundo afora, a escala internacional, o número 0 é assinalado à temperatura na qual a água congela, e o número 100, à temperatura na qual a água entra em ebulição (numa pressão atmosférica normal). O espaço entre esses dois números é dividido em 100 partes iguais, chamadas de graus; daí um termômetro calibrado dessa maneira ter sido chamado de termômetro centígrado (de centi, que significa “centésimo”, e gradus, que significa “grau”). Entretanto, ele é atualmente chamado de termômetro Celsius, em homenagem ao homem que primeiro sugeriu tal escala, o astrônomo sueco Anders Celsius (1701-1744).

Outra escala de temperatura é popular nos Estados Unidos. Nessa escala, o número 32 é assinalado como a temperatura na qual a água congela, e o número 212 como a temperatura na qual a água ferve. Essa é a escala que forma um termômetro Fahrenheit, assim denominado em homenagem a seu ilustre criador, o físico alemão Gabriel Daniel Fahrenheit (1686-1736). Essa escala tornar-se-á obsoleta nos Estados Unidos se e quando o país adotar o sistema métrico.

A escala de temperatura escolhida pelos cientistas é a escala Kelvin, uma homenagem ao físico escocês William Thomson, Primeiro Barão Kelvin (1824-1907). Essa escala é calibrada não em termos dos pontos de congelamento e de ebulição da água, mas em termos de energia

mesmo. O número zero é assinalado como a mais baixa temperatura possível – o zero absoluto, na qual qualquer substância não tem absolutamente qualquer energia cinética para fornecer. O zero absoluto corresponde a -273°C na escala Celsius. As divisões da escala Kelvin possuem o mesmo tamanho que os graus da escala Celsius, de modo que a temperatura de fusão do gelo é 273 K. Não existem números negativos na escala Kelvin (HEWITT, 2015, p. 286).

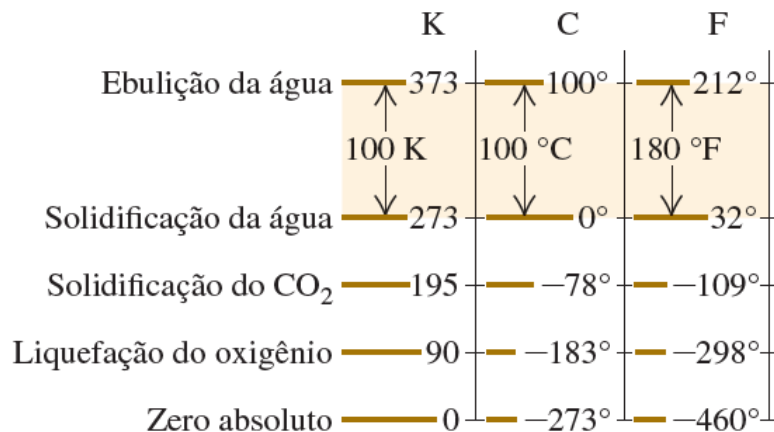
Matematicamente, a equivalência entre valores pontuais entre essas escalas pode ser dada pela equação a seguir:

$$\frac{\theta_C}{5} = \frac{\theta_K - 273}{5} = \frac{\theta_F - 32}{9} \quad (1)$$

Para o caso de equivalências entre intervalos de valores entre essas escalas, a equação é:

$$\frac{\Delta\theta_C}{5} = \frac{\Delta\theta_K}{5} = \frac{\Delta\theta_F}{9} \quad (2)$$

Figura 2 – Relações entre as principais escalas termométricas.



Fonte: (YOUNG e FREEDMAN, 2016, p. 204)

2.1.3 Dilatação térmica

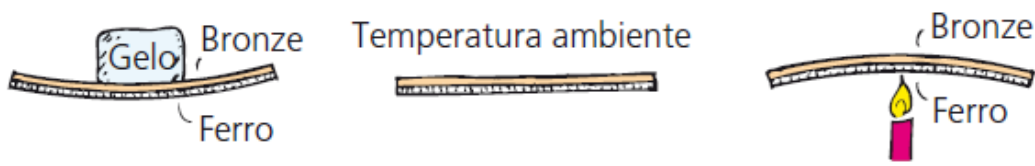
Dilatação térmica é um efeito de magnitude molecular que ocorre pelo aumento do espaçamento interatômico médio de um sistema devido ao aumento de sua temperatura (NUSSENZVEIG, 2010). Por isso, ela pode ser observada em muitas situações da vida prática, seja no afrouxamento de uma tampa metálica “presa” em um pote de vidro (bastando colocar o pote debaixo de uma torneira de água quente), ou para compreender que uma ponte é dividida em vários trechos, separados pelas juntas de dilatação, permitindo que a mesma possa se expandir nos dias quentes sem que a ponte se rompa. Assim, podemos afirmar que “com poucas exceções, todas as formas de matéria – sólidas, líquidas, gasosas ou plasmas – normalmente se dilatam quando são aquecidas, e contraem-se quando resfriadas” (HEWITT, 2015, p. 292).

Assim, há muitos exemplos do cotidiano nos quais a dilatação térmica surge, como atentar que o material usado nas obturações dentárias deve ter as mesmas propriedades de dilatação térmica que o dente para que o paciente possa beber um café quente ou tomar um sorvete sem sofrer consequências desagradáveis (HALLIDAY, RESNICK e WALKER, 2016).

A dilatação das substâncias deve ser permitida em estruturas e dispositivos de todos os tipos. Um dentista usa materiais de obturações que possuem a mesma taxa de dilatação que os dentes. Os pistões de alumínio de alguns motores de automóveis possuem um diâmetro um pouco menor do que os cilindros feitos de aço, dentro dos quais se movem, para permitir que o pistão dilate mais devido à sua maior taxa de dilatação. Um engenheiro civil usa barras de aço de reforço que possuem a mesma taxa de dilatação que o concreto (HEWITT, 2015, p. 292).

Há ainda alguns termômetros e termostatos que se utilizam da diferença na dilatação dos componentes de uma tira bimetálica da figura 3 para construção de sensores, disjuntores ou outros equipamentos. Uma barra fina composta desse tipo é chamada de lâmina bimetálica. Quando ela é aquecida, um dos lados da tira dupla torna-se mais longo do que o outro, fazendo com que ela se vergue, formando uma curva. Por outro lado, ao ser resfriada, ela tende a vergar-se no sentido oposto, pois o metal que mais se expande também é o que mais se contrai. A vergadura da lâmina pode ser utilizada para girar um ponteiro, regular uma válvula ou fechar uma chave. Lâminas bimetálicas são usadas na maioria dos termômetros de fornos, torradeiras elétricas e uma variedade de aparelhos.

Figura 3 – Lâminas bimetálicas.

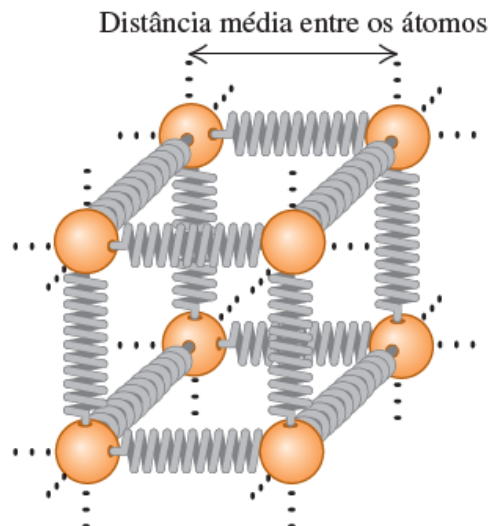


Fonte: (HEWITT, 2015, p. 293)

Termômetros clínicos e meteorológicos também se baseiam no fato de que líquidos como o mercúrio se dilatam mais do que os tubos de vidro que os contêm, podendo oferecer medições confiáveis de temperatura.

Dessa forma, a dilatação térmica é, portanto, a variação que ocorre nas dimensões de um corpo quando submetido a uma variação de temperatura. De uma maneira geral, os corpos, sejam eles sólidos, líquidos ou gasosos, aumentam suas dimensões quando aumentam sua temperatura. Se supormos que as forças interatômicas de um sólido atuam como molas (figura 4), cada átomo deveria vibrar em torno de sua posição de equilíbrio. Com um aumento de temperatura, também aumentaria a energia e a amplitude dessas vibrações, fazendo com que o distanciamento médio entre os átomos que constituem o corpo sólido aumentasse. Em consequência disso, ocorre um aumento nas suas dimensões.

Figura 4 – Forças interatômicas de um sólido como molas.



(YOUNG e FREEDMAN, 2016, p. 205).

Dessa forma, podemos modelar os átomos em um sólido imaginando-os interligados por “molas” que se dilatam com mais facilidade do que se comprimem. À medida que a energia aumenta e os átomos oscilam com maior amplitude, a distância média aumenta.

Um experimento simples que pode ser usado para mostrar a dilatação de forma mais evidente, chamado Anel de Gravesande, consiste de uma esfera, um anel, uma haste e uma vela. A esfera, quando em temperatura ambiente, passa facilmente pelo orifício, quando aquecemos a mesma, ela sofre expansão térmica, não passando mais pelo anel. Podemos chegar ao mesmo resultado, mantendo a temperatura da esfera e resfriando o anel, que por sua vez comprime, impossibilitando a passagem da esfera.

Dependendo da natureza do material essa dilatação pode ser mais ou menos significativa. Também, dependendo do interesse do observador, a dilatação em determinada dimensão (comprimento, largura e profundidade) pode ser priorizada em detrimento às demais. Assim, os sólidos que melhor se dilatam são os metais, principalmente o alumínio e o cobre, e a dilatação térmica dos sólidos fica classificada em dilatação linear, dilatação superficial e dilatação volumétrica. Todos os corpos existentes na natureza, sólidos, líquidos ou gasosos, quando expostos a processos de aquecimento ou resfriamento, ficam sujeitos à dilatação ou contração térmica. Contudo pode-se afirmar que a dilatação é maior nos gases, que é maior do que nos líquidos, que, por sua vez, é maior do que nos sólidos.

Assim, a dilatação térmica pode ser analisada de forma linear (em uma dimensão), superficial (em duas dimensões) ou volumétrica (em três dimensões). Na dilatação linear considera-se apenas uma das dimensões do sólido: o comprimento. Isso não significa que a barra aumenta unicamente linearmente, mas que ao observador importa apenas analisar o comportamento do sólido nessa dimensão, ou que o comprimento do corpo é muito maior que suas outras dimensões. Como exemplo pode-se citar que as barras dos trilhos ferroviários são feitas com um espaçamento para a dilatação não envergarem com ganho de calor, ou retraírem com a queda da temperatura.

O coeficiente de dilatação linear α é constante em apenas alguns intervalos de temperaturas, por isso seus valores tabelados são obtidos por médias de temperaturas. Ainda, diga-se que para corpos anisotrópicos, i.e., corpos cujas propriedades mudam ao longo de sua extensão, o valor do coeficiente de dilatação linear α assume valores diferentes em regiões diferentes do corpo, promovendo uma dilatação irregular. Para corpos isotrópicos, o coeficiente de dilatação linear α independe da direção da dilatação.

Os valores típicos para o coeficiente de dilatação linear α dos materiais figura na ordem de 10^{-5} , por isso seus efeitos são dificilmente identificados a olho nu. Exemplos de valores de α : Chumbo $2,9 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, Alumínio $2,3 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, Latão $1,9 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, Cobre $1,7 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, Concreto $1,2 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, Aço $1,1 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, Vidro (comum) $9,0 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, Vidro (Pyrex) $3,2 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, Diamante $1,2 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$.

Nos materiais isotrópicos pode-se calcular para além da variação de comprimento, sua variação de área e de volume, em função da variação de temperatura.

Já na dilatação térmica superficial (superfície: área, portanto apresenta duas dimensões) de uma chapa delgada de material isotrópico de área inicial A_0 e lados inicialmente de L_1 e L_2 , em uma temperatura inicial T_0 ocorrerá da mesma maneira vista para a dilatação de uma barra. Contudo, sendo a dilatação observada para uma chapa que possui duas medidas preponderantes: comprimento e largura, a dilatação de sua superfície será dada em ambas as direções.

Para os casos de dilatação volumétrica, em que todas as três dimensões possuem dilatações, como é o caso de esferas, caixas, cilindros e líquidos. Para facilitar a compreensão do caso, imagine um cubo sólido e maciço, constituído de material isotrópico e volume inicial V_0 com arestas de comprimentos iniciais L_0 , a temperatura inicial T_0 , onde ocorrerá dilatação térmica para o cubo da mesma maneira vista para a dilatação de uma barra.

Matematicamente, as dilatações lineares, superficiais e volumétricas podem ser calculadas, respectivamente, pelas seguintes equações:

$$\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta \theta \quad (3)$$

$$\Delta A = A_0 \cdot \beta \cdot \Delta \theta \quad (4)$$

$$\Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta \theta \quad (5)$$

Sendo que:

ΔL é a variação do comprimento do sólido;

ΔA é a variação da área superficial do sólido;

ΔV é a variação do volume do sólido;

L_0 é o comprimento inicial do sólido;

A_0 é a área superficial inicial do sólido;

V_0 é o volume inicial do sólido;
 α é o coeficiente de dilatação linear do material do que o sólido é feito;
 β é o coeficiente de dilatação superficial do material do que o sólido é feito,
dado por 2α ;

γ é o coeficiente de dilatação volumétrica do material do que o sólido é feito, dado por 3α ;

$\Delta\theta$ é a variação de temperatura à que o sólido é submetido (sempre positiva, um aumento de temperatura, pois trata-se de dilatação térmica e não de contração).

Essas equações ainda podem ser escritas como:

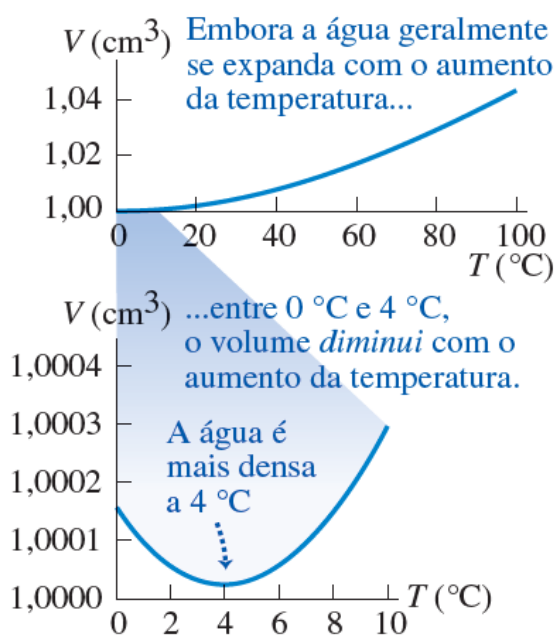
$$L = L_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) \quad (6)$$

$$A = A_0 \cdot (1 + 2\alpha \cdot \Delta\theta) \quad (7)$$

$$V = V_0 \cdot (1 + 3\alpha \cdot \Delta\theta) \quad (8)$$

Finalizando, um fato importante de sinalizar é a respeito da dilatação da água que apresenta uma anomalia em relação as outras substâncias, tendo seu volume diminuído quando resfriado a temperaturas entre 4° C e 0° C (à 1 atm de pressão). Na figura 5 pode-se ver que o volume de um grama de água no intervalo de 0 °C até 100 °C. A 100 °C, o volume aumentou para 1,043 cm³. Se o coeficiente de dilatação volumétrica fosse constante, a curva seria uma linha reta.

Figura 5 – Dilatação térmica da água.

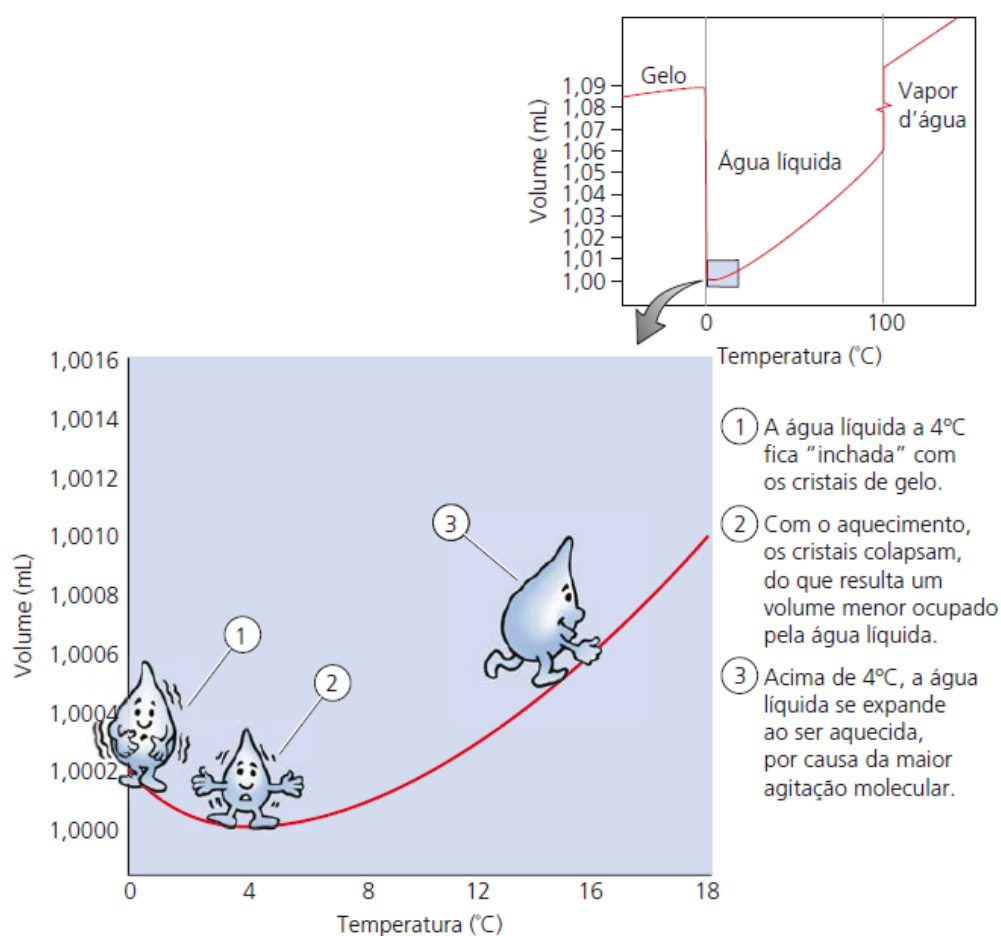


Fonte: (YOUNG e FREEDMAN, 2016, p. 209).

Pois bem, justamente o líquido mais comum e abundante do planeta, a água, não se comporta como os outros líquidos. Acima de 4°C, a água se comporta normalmente sofrendo dilatação quando a temperatura aumenta. Porém, entre 0 e 4°C a água se expande quando a temperatura diminui. Assim, por volta de 4°C, a massa específica da água passa por um máximo.

Esse comportamento da água é a razão pela qual os lagos congelam de cima para baixo e não o contrário. Quando a água da superfície é resfriada a partir de, digamos, 10°C, ela fica mais densa (mais “pesada”) que a água mais abaixo e afunda. Para temperaturas menores que 4°C, porém, um resfriamento adicional faz com que a água que está na superfície fique menos densa (mais “leve”) que a água mais abaixo e, portanto, essa água permanece na superfície até congelar. Assim, a água da superfície congela enquanto a água mais abaixo permanece líquida. Se os lagos congelassem de baixo para cima, o gelo assim formado não derreteria totalmente no verão, pois estaria isolado pela água mais acima. Após alguns anos, muitos mares e lagos nas zonas temperadas da Terra permaneceriam congelados o ano inteiro, o que tornaria impossível a vida aquática. (HALLIDAY, RESNICK e WALTERS, 2010, p. 426)

Figura 6 – Dilatação anômala da água.



Fonte: (HEWITT, 2015, p. 295).

Essa anomalia explica porque o gelo flutua em um copo com água, ou o porquê de o gelo se formar inicialmente na superfície de lagos congelados e até mesmo porque garrafas de vidro estouram quando congeladas.

2.1.4 Transmissão de calor

O calor pode ser transferido de forma eficiente por meio de três processos: em materiais sólidos por condução; em fluidos (líquidos e gases) por convecção; e, por meio de ondas eletromagnéticas por radiação. Geralmente, o calor é transferido em uma combinação desses três tipos, raramente ocorrem isoladamente.

Os líquidos e os gases transmitem calor principalmente por convecção, que é a transferência de calor devido ao próprio movimento do fluido, ou seja, a convecção envolve o movimento de “blocos” da matéria. Trata-se do movimento para cima das porções mais quentes de um fluido devido à diminuição de sua densidade, tendendo a subir sob o efeito da gravidade, sendo seu espaço preenchido por uma porção mais fria (e mais densa) do próprio fluido, gerando o que chamamos de correntes de convecção (NUSSENZVEIG, 2010). Os ventos, correntes marinhas, posicionamento de aquecedores ou ar condicionados são exemplos de situações onde a convecção e as correntes de convecção se fazem presentes.

A radiação é um processo de transferência de calor por meio de ondas eletromagnéticas, como a luz visível, sendo essa a única maneira de transferir calor por meio do vácuo. A energia transmitida dessa maneira é denominada energia radiante (HEWITT, 2015). A energia radiante está na forma de ondas eletromagnéticas. Isso inclui as ondas de rádio, as micro-ondas, a radiação infravermelha a luz visível, a radiação ultravioleta, os raios X e os raios gama. Todas as substâncias a qualquer temperatura acima do zero absoluto emitem energia radiante e a frequência dessa energia radiante é diretamente proporcional à temperatura absoluta T do emissor.

Dessa forma, podemos inferir que a lava vulcânica quando fria é preta, mas se aquecida se torna vermelha e quando atinge temperaturas muito altas, esta tende emitir luminosidade amarela, assim como um fio de tungstênio, à temperatura ambiente, é cinza escuro, mas emite uma luz branca e brilhante quando aquecido pela passagem de uma corrente (efeito Joule).

Todos os objetos – você, eu e tudo o mais que nos rodeia – emitem continuamente energia radiante em determinada faixa de frequências. Objetos a temperaturas cotidianas emitem principalmente ondas infravermelhas de baixas frequências. Quando as ondas infravermelhas de frequências mais altas são absorvidas por sua pele, como quando se está ao lado de um forno quente, você sente a

sensação de calor. Assim, a radiação infravermelha é frequentemente chamada de radiação térmica. Fontes comuns que nos dão essa sensação de calor são o Sol, as lâmpadas incandescentes ou as brasas rubras de uma fogueira (HEWITT, 2015, p. 308).

Ocorre que a emissão de ondas eletromagnéticas depende de temperatura, cuja energia térmica Q irradiada por um objeto de área A , à temperatura absoluta T , durante um intervalo de tempo Δt , é dada por:

$$\frac{Q}{\Delta t} = e\sigma AT^4 \quad (9)$$

Sendo que $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$ é conhecida por constante de Stefan-Boltzmann, enquanto o parâmetro e é a emissividade da superfície, uma medida de sua efetividade em irradiar e que pode variar de 0 até 1 (KNIGHT, 2009).

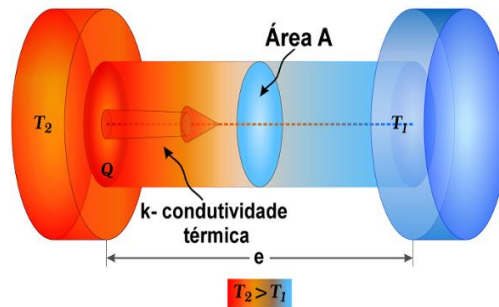
A condução térmica só pode ocorrer de forma eficaz nos sólidos, considerando que existem materiais que são bons condutores de calor, como os metais, e outros que são maus condutores, ou isolantes, como vidro, borracha, gases e líquidos exceto o mercúrio, que é metálico. Os metais, que “conduzem bem a eletricidade, também são bons condutores de calor, o que não é coincidência: segundo a Lei de Wiedemann e Franz, a condutividade térmica de um metal é proporcional a sua condutividade elétrica” (NUSSENZVEIG, 2010, p. 172). A maior parte dos líquidos e dos gases são maus condutores de calor, sendo o ar um péssimo condutor.

O fogo faz os átomos da extremidade aquecida moverem-se cada vez mais rapidamente. Por consequência, esses átomos e elétrons livres colidem com seus vizinhos e assim por diante. O que é mais importante, os elétrons livres, capazes de se mover dentro do metal, são chacoalhados e transferem energia para o material por meio de colisões com os átomos e outros elétrons livres do mesmo (HEWITT, 2015, p. 303).

O trabalho isolamento térmico, i.e., interpor materiais que sejam maus condutores entre um sistema e o ambiente, apenas torna mais lenta a transferência do calor. Na condução, o calor sempre flui de um ponto de maior temperatura para outro de temperatura menor, onde a quantidade de calor ao longo do tempo $\Phi = Q/\Delta t$, é diretamente proporcional à área da secção transversal A e à diferença de temperatura $\Delta\theta$ entre as extremidades, e inversamente proporcional à distância e entre essas extremidades, como ilustra a figura 7.

$$\Phi = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{k \cdot A \cdot \Delta\theta}{e} \quad (10)$$

Figura 7 – Fluxo de calor em sólidos.



Fonte: (HELERBROCK, 2022).

Em nível microscópico, os átomos de uma região quente possuem em média uma energia cinética maior que a energia cinética dos átomos de uma região vizinha. As colisões desses átomos com os átomos vizinhos e estes com seus átomos vizinhos, e assim por diante ao longo do material, fazem com que eles lhes transmitam parte da energia. Assim, os átomos, em si, não se deslocam de uma região a outra do material, mas sua energia se desloca (YOUNG e FREEDMAN, 2016).

2.1.5 Calorimetria

A interação térmica entre corpos em busca do equilíbrio térmico sempre se dará por meio de fluxo de energia térmica, i.e., calor (YOUNG e FREEDMAN, 2016). Essa interação pode resultar em variações de temperatura ou em alteração do estado Física da matéria (nunca ambos simultaneamente). A essa transferência de energia produzida exclusivamente por uma diferença de temperatura denomina-se transferência de calor ou fluxo de calor, definida como “a energia transferida de uma coisa para outra por causa de uma diferença de temperatura entre elas é chamada de calor” (HEWITT, 2015, p. 287).

Essa variação de temperatura se deve a uma mudança da energia térmica do sistema por causa da troca de energia entre o sistema e o ambiente. (Lembre-se de que a energia térmica é uma energia interna que consiste na energia cinética e na energia potencial associadas aos movimentos aleatórios dos átomos, moléculas e outros corpos microscópicos que existem no interior de um objeto.) (HALLIDAY, RESNICK e WALKER, 2016, p. 249).

Hoje sabemos que a temperatura é uma medida da energia cinética média das moléculas de um objeto. Por isso, “é incorreto falar em calor em um corpo, porque o termo calor é restrito à energia que é transferida” (PIRES, 2011, p. 235).

Quanto flui de calor depende não apenas da diferença entre as temperaturas das substâncias, mas também da quantidade de material que existe. Por exemplo, um barril cheio de água quente transferirá mais calor para uma substância mais fria do que uma xícara cheia com água à mesma temperatura. Existe mais energia interna na porção de água maior (HEWITT, 2015, p. 288).

Chegamos, portanto, à definição de que Calor é a energia trocada entre um sistema e o ambiente devido a uma diferença de temperatura.

Falando sobre a situação em que o Calor provoca alteração na temperatura de um sistema, é sabido que substâncias diferentes reagem de formas diferentes às mesmas quantidades de Calor recebido ou perdido, por possuírem diferentes capacidades de armazenamento de energia interna. À essa capacidade dá-se o nome de calor específico.

O calor específico de qualquer substância é definido como a quantidade de calor requerida para alterar a temperatura de uma unidade de massa da substância em um grau. Se conhecemos o calor específico c da substância, a fórmula para calcular a quantidade de calor Q envolvida quando uma substância de massa m sofre uma variação $\Delta\theta$ de temperatura é $Q = m.c.\Delta\theta$. Ou seja, calor transferido = massa x calor específico x variação de temperatura (HEWITT, 2015, p. 290).

Sendo assim, podemos determinar a quantidade de calor Q envolvida em um processo de alteração da temperatura de um sistema por:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta \quad (11)$$

No SI, calor como forma de energia é medido em Joule (J), porém é muito comum ser medido em calorias (cal), devido aos fatores históricos ao longo do desenvolvimento das teorias termodinâmicas.

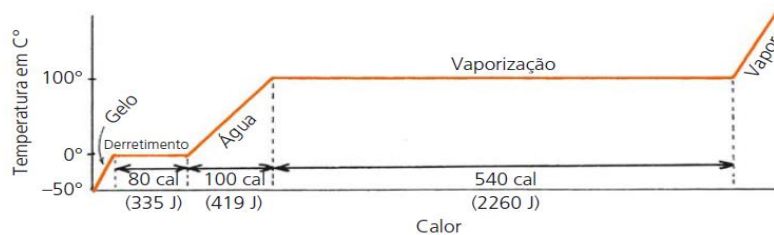
Para diferenciar essa unidade da caloria de menor valor, a unidade de calor empregada em alimentos é chamada de uma Caloria (escrita com a letra maiúscula C). É importante lembrar que a caloria e a Caloria são unidades de energia. Esses nomes são reflexos da antiga ideia de que o calor fosse um fluido invisível chamado de calórico. Essa visão persistiu, mesmo depois dos experimentos de Rumford em contrário, até o século XIX (HEWITT, 2015, p. 289).

A palavra fase é utilizada para caracterizar qualquer estado específico da matéria (sólido, líquido ou gasoso). A transição de fase ou mudança de fase, de uma substância pura e de forma isobárica, ocorrerá sempre de maneira isotérmica, contudo acompanhada por uma emissão ou absorção de calor e por uma variação de volume e de densidade (YOUNG e FREEDMAN, 2016). Assim, dado que durante esse processo não ocorre alteração de temperaturas, o fluxo de calor deve ser calculado por:

$$Q = m \cdot L \quad (12)$$

Na figura a seguir vemos um exemplo de processo de aquecimento de uma porção de 1 grama de água, de -50°C até vapor de água acima de 100°C , as quantidades de calor envolvidas em cada etapa, seja de aquecimento ou de mudança de fase.

Figura 8 – Aquecimento e mudanças de fase de 1 g de água.



Fonte: (HEWITT, 2015, p. 330).

Para realizar cálculos envolvendo um fluxo de calor entre dois corpos isolados, o calor perdido por um dos corpos deve ser igual ao calor recebido pelo outro corpo. O princípio básico é uma consequência do princípio da conservação da energia.

$$\sum q_{\text{trocados}} = 0 \quad (13)$$

2.1.6 Gases ideais e transformações gasosas

Um gás ideal é um modelo de gás com comportamento perfeito (ideal/idealizado). Assim, é uma simplificação para um sistema complexo onde assume-se que esse gás: consiste em um grande número de moléculas idênticas (isonomia); o volume ocupado pelas próprias moléculas é insignificante em comparação com o volume ocupado pelo gás (partículas pontuais); as moléculas gasosas experimentam forças exclusivamente durante as colisões que são completamente elásticas e levam um tempo insignificante; e, as moléculas obedecem às leis de movimento de Newton e se movem aleatoriamente (NUSSENZVEIG, 2010).

Gases reais quase sempre seguem esse comportamento ideal se sua densidade for baixa o suficiente para que as moléculas do gás não interajam muito e, quando o fazem, sofram colisões elásticas, sem perda de energia cinética, exibindo, portanto, um comportamento muito próximo do ideal.

Para estudarmos o comportamento de um gás ideal, faz-se necessário tratar de algumas grandezas Físicas como a pressão, o volume, a temperatura e o número de partículas do gás inserida no sistema (sempre na ordem de mols). Essas grandezas são chamadas de variáveis de estado e não podemos variar uma dessas grandezas sem produzir variações nas outras (HEWITT, 2015). A relação de pressão (P), volume (V), número de mols (n) e temperatura (T), pode ser resumido na lei dos gases ideais:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T \quad (14)$$

Sendo R é uma constante que vale, no SI: 8,31 J/mol.K.

Essa lei é o resultado da extrapolação de três leis. A Lei de Boyle que explana sobre a constância do valor do produto da pressão com o volume de um gás que passa por uma transformação isotérmica, i.e., $P \cdot V = \text{constante}$. Acontece que, para um caso de transformação isovolumétrica, a temperatura absoluta de uma amostra gasosa, medida em Kelvin, é diretamente proporcional à sua pressão (Lei de Charles: $P/T = \text{constante}$), enquanto que em transformações isobáricas, o que se verifica é uma dependência diretamente

proporcional entre o volume da amostra gasosa e sua temperatura absoluta (Lei de Gay-Lussac: $V/T = \text{constante}$).

Dessa forma, pode-se dizer que $P.V = C.T$, onde C é uma constante que se percebeu, empiricamente, ser proporcional a n , ou seja, $C = n.k$. Essa constante k é chamada de constante de Boltzmann, que se multiplicada pela constante de Avogadro resulta na equação 14 acima.

Assim, de forma geral, pode-se dizer que:

$$\frac{P.V}{n.T} = R = \textit{constante} \quad (15)$$

Ou seja, para a i ésima transformação gasosa teremos que:

$$\frac{P_1.V_1}{n_1.T_1} = \frac{P_2.V_2}{n_2.T_2} = \dots = \frac{P_i.V_i}{n_i.T_i} \quad (16)$$

A equação 16 pode ainda ser simplificada para casos especiais onde alguma das variáveis permaneça constante, seja transformação fechada (n constante), isobárica (P constante), isovolumétrica (V constante) ou isotérmica (T constante).

2.1.7 Leis da Termodinâmica

A grande revolução ocorreu com o advento da máquina a vapor e com a associação a esta do movimento circular. Com essa invenção aconteceu talvez a mais decisiva interferência da ciência na indústria, e pode-se afirmar que o conceito de energia passou, então, a ser o elemento unificador nos relacionamentos entre ciência e indústria (CHASSOT, 2004, p. 185).

Foi Kelvin quem cunhou o termo termodinâmica (derivado de palavras gregas que significam “movimento do calor”). A ciência da termodinâmica foi desenvolvida no início do século XIX, antes que a teoria atômica e molecular da matéria fosse compreendida (HEWITT, 2015). A termodinâmica é uma ponte entre os mundos microscópico e macroscópico (ibidem, p. 340).

A primeira lei da termodinâmica é uma versão térmica da lei da conservação da energia, pois trata de adicionar calor a um sistema de modo que ele possa realizar trabalho mecânico, sendo ambas expressões de energia. Segundo Daniel Bernoulli (1700-1782), a Lei de Boyle (que diz que à temperatura constante, a pressão de um gás é inversamente proporcional ao seu volume) tratava os gases como constituídos de bolas rígidas, semelhantes ao átomo de Demócrito (460 a.C.-370 a.C.), que se moviam de forma rápida e raramente colidiam, em que o calor atuava puramente no aumento e redução da velocidade dessas partículas. Assim, “usando a conservação de energia mecânica mostrou que, à medida que varia a temperatura de um gás, a pressão varia de acordo com o quadrado da velocidade das bolas que o compõem” (PIRES, 2011, p. 236).

A energia em nível de partícula dentro de uma substância encontra-se nessas e em outras formas, as quais, quando consideradas conjuntamente, formam o que chamamos de energia interna. Embora a energia interna possa ser muito complicada mesmo para uma substância simples, em nosso estudo das transformações térmicas e do fluxo de calor, estaremos interessados apenas nas variações que ocorrem na energia interna de uma substância. Variações na temperatura indicam tais mudanças na energia interna (HEWITT, 2015, p. 339).

Um sistema termodinâmico constitui-se de uma quantidade de matéria em um recipiente, onde a natureza das paredes desse recipiente compõe um fator importante do sistema, podem ser móveis ou fixas, adiabáticas ou diatérmicas, finas ou espessas, permeáveis ou impermeáveis etc. Pode-se dizer que tanto calor quanto trabalho são formas de energia que atravessam a fronteira de um sistema onde, no caso do calor, esse fluxo de energia se dá exclusivamente pela

diferença de temperatura entre o sistema e o ambiente, enquanto o trabalho é qualquer outra forma que não por diferença de temperatura. Assim, “a primeira lei da termodinâmica não passa da extensão do princípio de conservação da energia, levando em conta o calor como forma de energia” (NUSSENZVEIG, 2010, p. 157). O saldo dessa transação de energias por meio da fronteira do sistema resulta na variação de sua energia interna.

Quando a lei da conservação da energia é estendida para incluir o calor, passamos a chamá-la de primeira lei da termodinâmica. Vamos enunciá-la de uma forma geral como: Quando flui calor para um sistema ou para fora dele, o sistema ganha ou perde uma quantidade de energia igual à quantidade de calor transferido. [...]. Mais especificamente, a primeira lei estabelece que: Calor adicionado ao sistema = aumento da energia interna + trabalho externo realizado pelo sistema (HEWITT, 2015, p. 339-340).

“A noção de calor que se tinha naquela época, concebido como um fluido hipotético chamado calórico, não se ajustava às evidências” (HEWITT, 2015, p. 285). Somente em 1824 que Nicolas Léonard Sadi Carnot (1796-1832) publicou em um pequeno livro chamado “Reflexões sobre a força motriz do calor” onde estudou teorias do calórico para explicar a geração de movimento por meio de calor, explicando como funcionavam as máquinas térmicas (PIRES, 2011).

Carnot fez a analogia dessa máquina com uma roda hidráulica, cujo trabalho é produzido pela queda de água de um nível elevado. As diferentes temperaturas na máquina foram consideradas como análogas às elevações entre os níveis superior e inferior da água corrente. Ele sugeriu a máquina podia realizar mais trabalho, com a mesma quantidade de fluido calórico, se o calor fluísse entre uma maior diferença de temperaturas. Analisando o problema do fluxo de calor, concluiu que a perda de calor de uma máquina para o ambiente era um subproduto natural do uso do calor como fonte de trabalho (ibidem, p. 239).

Foi a partir disso que Carnot concluiu ser impossível extrair trabalho do calor sem ao mesmo tempo descartar parte desse calor. Contudo, ele ainda acreditava que havia uma contradição entre conservação de energia e essa perda de calor, pois não se havia dado conta “do conceito de energia, do qual o calor era apenas uma das formas” (PIRES, 2011, p. 240). Por isso, a teoria do calórico não perdurou, culminando em 1840 no conceito de equivalente mecânico pelo físico francês James Prescott Joule (1818-1889).

Em meados do século XIX, James Joule, medindo a temperatura de um líquido antes e depois de realizar trabalho por meio de uma pá misturadora, descobriu o que ele denominou equivalente mecânico do calor, uma descoberta que levou ao princípio geral de conservação da energia (HEWITT, 2015, p. 742).

Por fim, em 1850 Rudolf Clausius (1822-1888), prosseguindo os estudos de Carnot, concluiu que “o calor flui naturalmente de um reservatório quente para um reservatório frio, mas nunca o contrário” (PIRES, 2011, p. 245), com a expressão “naturalmente” significava “sem intervenção de trabalho”.

Assim, hoje concebemos a Segunda Lei da Termodinâmica por dois enunciados diferentes que se completam. O enunciado de Clausius diz que “o calor não pode fluir, de forma espontânea, de um corpo de temperatura menor, para um outro corpo de temperatura mais alta”, enquanto o enunciado de Kelvin-Planck afirma que “é impossível a construção de uma máquina que, operando em um ciclo termodinâmico, converta toda a quantidade de calor recebido em trabalho.”

Antes mesmo dos cientistas compreenderem plenamente o que trata e quais consequências a segunda lei carrega, muitas pessoas achavam que uma máquina térmica que envolvesse em sua operação pouquíssimo atrito poderia converter quase toda a energia térmica fornecida em trabalho útil. Mas isso não é verdade. Em 1824, o engenheiro francês Nicolas Léonard Sadi Carnot (1796-1832) analisou o funcionamento de uma máquina térmica e fez uma descoberta fundamental.

Ele mostrou que a máxima fração da energia (η) fornecida que pode ser convertida em trabalho útil, mesmo sob condições ideais, depende da diferença de temperatura entre o reservatório quente e o escoadouro frio (HEWITT, 2015). Sua equação é

$$\eta = 1 - \frac{T_{frio}}{T_{quente}} \quad (17)$$

A segunda lei nos garante que nenhuma máquina térmica pode converter todo o calor que lhe é fornecido em energia mecânica. Apenas parte do calor pode ser transformado em trabalho, com o restante sendo expelido durante o processo. Aplicada às máquinas térmicas, a segunda lei pode ser enunciada como: Quando trabalho é realizado por uma máquina térmica que opera entre duas temperaturas, T_{quente} e T_{frio} , somente uma parte do calor que ingressa na máquina a T_{quente} pode ser convertida em trabalho, e o restante é rejeitado a T_{frio} (HEWITT, 2015, p. 345).

Essa difusão de energia que ocorre a cada transformação tende a degradar-se em formas desorganizadas. Com essa perspectiva mais ampla, a segunda lei pode ser enunciada de uma outra maneira, expondo que “em processos naturais, a energia de alta qualidade tende a transformar-se em

energia de qualidade mais baixa – a ordem tende para a desordem” (HEWITT, 2015, p. 348).

Entropia é o termo que usamos para descrever essa dispersão ou degradação da energia. A entropia pode ser medida como a quantidade de desordem de um sistema. Mais entropia significa maior dispersão ou degradação de energia. Uma vez que a energia tende a dispersar-se ou degradar-se com o tempo, a quantidade total de entropia de qualquer sistema tende a aumentar com o tempo. Sempre que um sistema físico for livre para distribuir sua energia, ele sempre o fará de tal maneira que a entropia aumente enquanto aquela energia do sistema que se mantém disponível para realizar trabalho diminui (HEWITT, 2015, p. 349).

A entropia pode ser expressa matematicamente. O aumento infinitesimal da entropia de um sistema termodinâmico, dS , é igual à quantidade infinitesimal de calor adicionado ao sistema, dQ , dividido pela temperatura absoluta T na qual o calor foi adicionado:

$$dS = \frac{dQ}{T} \quad (18)$$

A terceira lei da termodinâmica estabelece que nenhum sistema pode ter sua temperatura absoluta reduzida a zero. De tempos em tempos, pesquisadores tem tentado atingir esta ilusória temperatura, chegando cada vez mais perto dela – mas apenas mais próximo.

Existe também a lei zero da termodinâmica, que estabelece que dois sistemas, cada qual em equilíbrio com um terceiro sistema, estão em equilíbrio um com o outro. A importância desta lei só foi reconhecida após a primeira, a segunda e a terceira leis terem sido enunciadas – daí o chamoso termo “zero” parecer apropriado (HEWITT, 2015, p. 350).

3 PRODUTO EDUCACIONAL

A educação vem passando, especialmente nas últimas décadas, por significativas transformações, visto que nossa própria sociedade vem se transformando cultural, social e tecnologicamente. De fato, a educação sofreu e vem sofrendo inúmeras mudanças, saindo dos moldes em que o professor transmite seus conhecimentos para um cenário de maior protagonismo dos alunos e alunas.

Ocorre, entre outras coisas, que “ninguém hoje tem a capacidade de saber tudo, assim passou-se a privilegiar mais o processo de obtenção do conhecimento” (CARVALHO, 2013, p. 1). Assim, a opção atual é de privilegiar a qualidade do que é ensinado em vez da quantidade, procurando estabelecer o marco de aprender a aprender, ou seja, proporcionar condições nas quais “o aluno possa raciocinar e construir o seu conhecimento” (ibidem, p. 2). Contudo, é importante ressaltar que:

Um dos pontos mais importantes da epistemologia das Ciências, e que coincide com os referenciais teóricos já descritos é a posição de Bachelard (1938) quando propõe que todo o conhecimento é a resposta de uma questão. Entretanto não deve ser uma questão ou um problema qualquer. Essa questão ou este problema, para ser uma questão para os alunos, deve estar dentro de sua cultura, sendo interessante para eles de tal modo que eles se envolvam na procura de buscarem uma solução e na busca desta solução deve permitir que os mesmos exponham os seus conhecimentos espontâneos sobre o assunto (ibidem, p. 5).

Nessa perspectiva, o professor, em vez de expor conteúdo, convida o aluno a raciocinar, guiando os estudantes nas reflexões inerentes à construção dos novos conhecimentos que lhes interessam. Portanto, em uma atividade de aprendizagem dessa natureza, que dê preferência ao protagonismo do estudante, deve iniciar suscitando os conhecimentos prévios do alunado e permitir que os novos conhecimentos passem pelas etapas de manipulação para avançar à interiorização, promovendo a conscientização das próprias ações, na intenção de que os estudantes aprendam a aprender, permitindo-os a aquisição autônoma de futuros novos conhecimentos (CARVALHO, 2013).

Um dos pontos que podemos salientar, e que fica claro nas entrevistas piagetianas, é a *importância de um problema para o início da construção do conhecimento*. Trazendo esse conhecimento para o ensino em sala de aula, esse fato – fazer um problema para que os alunos possam resolvê-lo – vai ser o divisor de águas entre o ensino expositivo feito pelo professor e o ensino em que cria condições para que o aluno possa raciocinar e construir o seu conhecimento. No ensino expositivo toda a linha de raciocínio está com o professor, o

aluno só a segue e procura entendê-la, mas não é o agente do pensamento. Ao fazer uma questão, ao propor um problema, o professor passa a tarefa de raciocinar para o aluno e sua ação não é mais o de expor, mas de orientar e encaminhar as reflexões dos estudantes na construção do novo conhecimento (CARVALHO, 2013, p. 2).

Assim, novas metodologias de trabalho docente, baseadas em trabalhos de grandes psicólogos e epistemólogos, cite-se Piaget e Vigotski, vêm merecidamente ganhando cada vez maior relevância no cenário educacional. Afinal, a sala de aula precisa ser um espaço democrático que englobe toda uma variedade de conhecimentos e atitudes. Por isso, deve-se dar atenção para além relação tríade pedagógica professor-aluno-conhecimentos, observando também outros elementos que compõem o ambiente educacional. Somente com a diversificação de metodologias de ensino e aprendizagem pode-se alcançar maior sucesso na educação de nossos alunos.

Expressada de forma muito sintética [...] a aprendizagem é uma construção pessoal que cada menino e cada menina realizam graças à ajuda que recebem de outras pessoas. Esta construção, por meio da qual podem atribuir significado a um determinado objeto de ensino, implica a contribuição por parte da pessoa que aprende, de seu interesse e disponibilidade, de seus conhecimentos prévios e de sua experiência. Em tudo isto desempenha um papel essencial a pessoa especializada, que ajuda a detectar um conflito inicial entre o que já se conhece e o que se deve saber, que contribui para que o aluno se sinta capaz e com vontade de resolvê-lo, que propõe o novo conteúdo como um desafio interessante, cuja resolução terá alguma utilidade, que intervém de forma adequada nos progressos e nas dificuldades que o aluno manifesta, apoiando-o e prevendo, ao mesmo tempo, a atuação autônoma do aluno. É um processo que não só contribui para que o aluno aprenda certos conteúdos, mas também faz com que aprenda a aprender e que aprenda que pode aprender. Sua repercussão não se limita ao que o aluno sabe, igualmente influi no que sabe fazer e na imagem que tem de si mesmo (ZABALA, 2014, p. 84).

Contudo, o que se percebe em grande parte das ações docentes, infelizmente, é um ensino de Física pautado em aulas tradicionais, discursivas, com o professor protagonizando seu monólogo enquanto os alunos o assistem de forma passiva, como meros receptores do conhecimento a ser transmitido. Assumindo que as tecnologias de comunicação atuais, adicionadas (ou multiplicadas) a todo o poder que as redes sociais apresentam, permitem o acesso ao conhecimento de forma generalizada, um dos papéis mais importantes da figura do professor contemporâneo deveria ser o de estimular os estudantes a pesquisar, refletir, ponderar, ser curioso e criativo, desenvolvendo habilidades cognitivas e de trabalho. Assim, a opção por utilizar histórias não é ingênua, e nem o fato de ceder à fantasia torna os fatos menos reais.

O *storytelling*, portanto, segue a premissa que toda e qualquer história, sendo boa e narrada no momento adequado, dentro de um contexto propício a ela, conduz à certeza de sucesso do sujeito narrador. Desse modo, *storytelling* não é um texto narrado de modo simplório, como se narram histórias para entreter crianças, que acreditamos, também não ser ingênuo. É uma maneira subliminar de impor ideias (DOMINGOS, 2008, p. 108).

Uma narração bem construída faz com que o leitor sinta o cheiro das flores, o frio do ambiente, visualize a grama, o céu e o mar (SISTO, 2012). Em se tratando do contexto escolar do ensino de ciências, uma boa narrativa pode ser tão eficaz quanto uma experimentação, com a vantagem de despertar a imaginação de quem ouve e permitir extrapolações que só uma mente criativa e aberta podem vislumbrar. Risos, assombro, curiosidade, apreensão, alegria. As reações que uma história pode causar são inúmeras. Usar de fábulas, contos, parábolas e analogias é um jeito seguro e sutil de se falar grandes verdades, esclarecendo causas e efeitos, evidenciando valores e abrindo portas a novas soluções.

Ao contar histórias dois problemas de comunicação são sanados: o entendimento do conteúdo transmitido, introduzindo os elementos desejados de forma abstrata, mas com sentido real; e, ocorre um aumento da capacidade e do tempo de concentração, mantendo o aprendiz atento por um período mais longo (DOHME, 2013).

Em comparação com o chamado ensino tradicional, o que se propõe aqui é um trabalho com textos direcionados sob a metodologia de Sequência de Ensino Investigativa – SEI, em uma prática mais atraente para os alunos, com ênfase na compreensão dos conceitos físicos e na relação destes com coisas e fatos do dia a dia. O quadro 1 a seguir apresenta uma comparação entre principais características presentes nas metodologias tradicionais de ensino (aulas expositivas) e as aulas pautadas no uso de uma SEI com narrativas.

Quadro 1 – Comparação entre metodologias.

Ensino tradicional	SEI usando narrativas
As falas são centradas no professor, protagonista único do processo	As falas são compartilhadas entre o professor e os alunos, uma vez que nessa forma de ação todos são protagonistas
A aula é expositiva, tecnicista e oferece uma sequência dedutiva da ciência	A aula surge de forma interativa, conceitual e respeita uma lógica indutiva e investigativa
Resulta no desinteresse do ouvinte (passividade)	Conquista atenção e desperta a curiosidade intrínseca do estudante (ativamente)
Constrói posturas que conduzem a uma certa aversão à Ciência e à Física escolar	Constrói uma relação positiva de afetividade com a Física
Aulas tecnicistas e desconectadas do cotidiano	Os assuntos abordados estão sempre de forma contextualizada e significativa
Professor é protagonista	Todos são protagonistas
Linguagem difícil de ser entendida	Linguagem acessível a todos
Apresenta a ciência como distante da realidade do alunado	Revela temas científicos presentes no cotidiano e abre espaço a debates e investigações
A Física é apresentada de forma matematizada, focando a aplicação de equações e funções objetivando a resolução de exercícios	A Física é vista sob temas específicos, de maneira natural e contextualizada, contemplando essa ciência com o caráter fenomenológico que lhe compete

Fonte: próprio autor.

Dado que crianças menores ainda não apresentam a consciência plena da causalidade (causa e efeito), tendo seu entendimento mais pautado na emoção do que na razão, foi escolhido trabalhar o uso dessas histórias em uma faixa etária maior, envolvendo os adolescentes no universo científico por meio da leitura de narrativas. Assim, apesar de termos abordado várias concepções de contação de história, o que se trará aqui será o uso da leitura de textos visando o vivenciar da Física por meio do lúdico e da promoção da leitura e da produção textual. Dessa forma, esperamos explorar o uso de textos como elemento fomentador de problemas.

Certamente que o lado lúdico foi minimizado, mas não ignorado, deixando de usar de fábulas para ocupar os enredos dos contos com um misto de ficção e realidade. Em termos práticos, troca-se o cordial convite do “era uma vez...” e do “num lugar muito distante...”, pelo “o vizinho do meu amigo, uma vez...” e “um dia, lá na casa do meu primo...” ou “Eduardo era um cidadão comum que vivia sua monótona rotina de morador de uma cidade do interior...”, oferecendo um caráter mais realístico ao público direcionado.

Esta forma de abordagem permite que o aluno produza por si mesmo o seu próprio caminho para alcançar o conhecimento desejado por meio dos mecanismos propostos por Jean W. F. Piaget de equilibração, desequilibração e reequilibração (PIAGET, 1976 *apud* CARVALHO, 2013). Não é do interesse deste trabalho detalhar os processos de construção cognitiva das teorias de Piaget, contudo é pertinente mencionar três pontos de sua teoria: assim como em diversas outras teorias de aprendizagem construtivistas, as ideias de Piaget se pautam sobre o entendimento de que qualquer novo conhecimento tem origem em um conhecimento anterior; o processo de aprendizagem percorre, necessariamente, pela transição da ação manipulativa para a ação intelectual; e, deve-se ressaltar a importância da conscientização da tomada de decisões nestas ações (PIAGET, 1978 *apud* CARVALHO, 2013).

Essa passagem da ação manipulativa para ação intelectual por meio da tomada de consciência de suas ações, não é fácil nem para os alunos nem para o professor, pois não é fácil conduzir intelectualmente o aluno por meio de questões, de sistematizações de suas ideias e de pequenas exposições. É muito mais fácil expor logo o conteúdo a ser ensinado! (CARVALHO, 2013, p. 3).

Uma vez que a realidade escolar brasileira é a de salas de aulas lotadas, com cerca de quarenta alunos por sala, o trabalho docente de trabalhar as individualidades discentes se torna inviável e por isso deve-se dar valor às teorias de construção social de conhecimento de Lev Semionovitch Vigotski (1896-1934), principalmente sobre sua apresentação de que “as mais elevadas funções mentais do indivíduo emergem de processos sociais”, ou seja, todo conhecimento passa a ter significação quando o objeto de estudo tem função social (VIGOTSKI, 2007).

Outro tema importante abordado por Vigotski foi “demonstrar que os processos sociais e psicológicos humanos se firmam por meio de ferramentas, ou artefatos culturais, que medeiam a interação entre os indivíduos e entre esses

e o mundo físico” (CARVALHO, 2013, p. 4), expondo o conceito de interação social mediada pela utilização de artefatos que são sociais e culturalmente construídos. Para maiores detalhes sobre as teorias de Vigotski envolvendo linguagem, ZDP, NDR e NDP, observar a seção 1.3.1 deste trabalho.

Ocorre que, os trabalhos destes psicólogos e epistemólogos permitiram a elaboração desta SEI para o ensino de alguns princípios da termodinâmica, que podem ser extrapolados para qualquer conteúdo da Física. A proposta transcorre sob a perspectiva sociointeracionista de Vigotski, também apoiada nas teorias de instrução de Bruner, promovendo a discussão e a pesquisa em grupo utilizando textos narrativos como ferramenta propulsora do conhecimento assumindo que “todo o conhecimento é a resposta de uma questão” (BACHELARD, 1938 *apud* CARVALHO, 2013, p. 6).

Ainda, sobre os fundamentos de elaboração de Unidades de Ensino (UE), Sequências Didáticas (SD) e Sequências de Ensino Investigativas (SEI), observaremos os direcionamentos apresentados por Antoni Zabala (2014) e por Anna Maria Pessoa de Carvalho (2013).

3.1 Sequência de Ensino Investigativa

Antes de tudo, atestamos que não há intuito aqui de propor uma sequência de conteúdos, acreditamos que cabe ao próprio docente realizar esta sequência da forma que melhor lhe cabe dentro da liberdade e autonomia que a própria legislação lhe oferece (BRASIL, 1997). Apropriando-se das palavras de Zabala (2014), nosso objetivo:

não consiste em avaliar determinados métodos, nem propor nenhum em conclusão, mas em pôr sobre a mesa os instrumentos que nos permitam introduzir nas diferentes formas de intervenção aquelas atividades que possibilitem uma melhora de nossa atuação nas aulas, como resultado de um conhecimento mais profundo das variáveis que intervêm e do papel que cada uma delas tem no processo de aprendizagem dos meninos e meninas. Portanto, a identificação das fases de uma sequência didática, as atividades que a conformam e as relações que se estabelecem devem nos servir para compreender o valor educacional que têm, as razões que as justificam e a necessidade de introduzir mudanças ou atividades novas que a melhorem (ibidem, p. 73).

O que nos cabe é apenas oferecer uma opção de organização de unidades de ensino no formato de uma sequência investigativa, revelando o papel que cada atividade desempenha, se articula e se estrutura nesta sequência, permitindo ao docente prever quais são as atividades que deverão ser modificadas, acrescentadas ou removidas de acordo com sua realidade escolar (ZABALA, 2014).

Estas sequências serão mais ou menos complexas conforme o número de atividades envolvidas na aprendizagem de um conteúdo determinado, duração da sequência e o número de unidades didáticas das quais fazem parte as diferentes atividades (ibidem, p. 103).

Também, pontuamos que pelo caráter lúdico desta proposta, não é esperado que os alunos se comportem como cientistas em processo investigativo (CARVALHO, 2013). Almejamos nestas atividades:

- Que o processo de ensino e aprendizagem da Física se torne um momento agradável, prazeroso e envolvente para a maior parte do alunado, construindo uma relação positiva de afetividade com a Física;
- Que o conhecimento seja construído dentro de uma linguagem acessível e o mais cotidiana possível aos alunos;
- Que os temas venham ser trabalhados de forma coletiva, sob uma ótica socioconstrutivista, interativa, conceitual e que respeite uma lógica indutiva e investigativa;

- Que o processo conquiste atenção e desperte a curiosidade intrínseca do estudante, tornando a o processo de aprendizagem algo natural;
- Que os assuntos sejam sempre abordados de forma contextualizada e significativa;
- Que os temas científicos se mostrem de forma presente no cotidiano, abrindo espaço a debates e investigações;
- Que a Física seja vista sob um contexto específico, de maneira natural e contextualizada, contemplando essa ciência com o caráter fenomenológico que lhe compete.

Portanto, o que se espera com esse tipo de abordagem é que os conceitos sejam desenvolvidos por meio da interpolação, da extrapolação e da predição de eventos a partir de um estímulo inicial específico, que é um texto introdutório em formato narrativo, construindo metafisicamente os cenários físicos a serem trabalhados, desenvolvendo percepção, conscientização, socialização e conceitualização.

Contudo, a questão problema apresentada aos alunos deve ser bem elaborada, não banal. Deve estar presente em sua cultura, em sua realidade, sua linguagem e seu interesse imediato.

Assim as questões do professor devem fazê-los buscar evidências nos seus dados, justificativas para suas respostas, fazê-los sistematizar raciocínios como se/então/portanto ou o raciocínio proporcional, isto é, se uma das variáveis cresce a outra também cresce ou se uma delas cresce a outra decresce. Nestes casos a linguagem científica, isto é, a linguagem argumentativa vai se formando (CARVALHO, 2013, p. 7).

Assim, um problema é proposto em forma de texto, atuando como um objeto colocado ao aluno que irá incorporar esse objeto na solução do problema (aquisição de conhecimento). Dessa maneira, este objeto atua como um evocador, um agente que fornece significado à solução dos problemas, estabelecendo ligações temporárias entre o estímulo e o objeto real. A história apresentada constrói no interior do leitor os evocadores mnemônicos necessários para suscitar os conhecimentos almejados.

Podemos extrair do conhecimento da forma de produção das aprendizagens duas perguntas: a primeira, relacionada com a potencialidade das sequências para favorecer o maior grau de significância das aprendizagens, e a segunda, sua capacidade para favorecer que os professores prestem atenção à diversidade (ZABALA, 2014, p. 84).

Uma outra estratégia interessante neste processo, utilizada neste trabalho, é fazer uso do Efeito Zeigarnik, que atua como um gerador de incômodo em um contexto onde “o episódio termina, mas a história não”. Resumidamente, este efeito propõe que “tarefas que foram interrompidas têm probabilidade maior de serem continuadas e completadas, e provavelmente serão mais lembradas do que tarefas comparáveis que foram realizadas sem interrupção” (BRUNER, 2006, p. 125). Dessa forma, uma das estratégias de ação para essa atividade é interromper a atividade em um momento clímax da participação discente, provocando nos mesmos um anseio pela continuidade.

O efeito Zeigarnik leva este nome em homenagem à psicóloga e psiquiatra russa Bluma Zeigarnik (1901-1988), que na década de 1920 conduziu um estudo sobre memória, comparando a memória em relação a tarefas incompletas e completas seguindo os conceitos de Gestalt (WIKI, 2021). De forma simples, este efeito é o incômodo psicológico de quando temos algo inacabado, como um sentimento de culpa.

No universo dos alunos, é como aquela discussão que fica sendo revivida na mente do indivíduo pensando “por que naquele momento eu não respondi isso e aquilo para ele/ela?”, ou no meio acadêmico aquela sensação de não conseguir dormir ou descansar quando há muito trabalho a ser desenvolvido e “você não devia estar deitado, devia estar concluindo aquele trabalho”.

Portanto, pode-se considerar que, para termos de produtividade, apesar da tensão e desconforto que esse efeito carrega, ele pode ser desejável, até certo ponto, afinal ninguém quer deixar algo importante pela metade. A ideia é que o problema permaneça na “agenda mental” dos estudantes, assumindo que o simples fato de planejar sobre o assunto já seria suficiente para eliminar ou minimizar os efeitos cognitivos dos objetivos não cumpridos, enviando ao cérebro a impressão de que a tarefa não está inacabada, mas estamos trabalhando nela (SALES, 2018).

Logo, o que se pretende aqui é uma proposta caracterizada por sequências didáticas formadas a partir de uma série ordenada e articulada de atividades, chamadas de Sequências de Ensino Aprendizagem ou de Sequências Didáticas (ZABALA, 2014), que garantam a autonomia de aprendizagem do aluno, permitindo configurar as atividades propostas também

como Sequências de Ensino Investigativas (CARVALHO, 2013). Trata-se de um arranjo que permeia ambas as teorizações.

Entendemos aqui que, o principal diferencial presente nas diferentes metodologias passa pelo tipo de ordem na qual as atividades são realizadas, determinando uma sequência.

Deve-se especificar as experiências que mais efetivamente imbuem o indivíduo da predisposição do aprender, ou seja, quais pessoas, situações ou objetos trazer maior vontade e sentimento de aptidão em aprender; deve-se elaborar bem como o corpo de conhecimento será estruturado para que este possa vir a ser rapidamente compreendido pelo aprendiz, ou seja, estruturar o conjunto de proposições a partir das quais um amplo corpo de conhecimento pode ser gerado; determinar em que sequência a apresentação dos materiais é mais efetiva, isto é, qual a ordem deve ser respeitada para a apresentação dos subsídios e ferramentas para construção do conhecimento; e, por fim, explicar a natureza e o ritmo das recompensas e punições presentes no processo de ensino e aprendizagem (BRUNER, 2006, p. 52).

Dessa maneira, acreditamos que uma sequência adequada para unidades de ensino pautadas neste tipo de proposta, utilizando textos narrativos como instrumentos estimuladores do processo investigativo, deve passar pelas etapas:

a) Apresentar um problema, em formato de texto narrativo, como atividade motivadora relacionada com uma situação presente na realidade dos alunos, podendo, inclusive, suscitar suas concepções espontâneas por meio de um processo de leitura ativa;

b) Agrupar os alunos, em equipes com três a quatro membros, para que o texto seja debatido e sejam fomentadas e discutidas as respostas intuitivas, permitindo o confronto de ideias e de hipóteses, buscando coletivamente uma explicação às perguntas ou problemas propostos;

c) Conduzir os alunos a selecionar fontes adequadas de informação e planejar como se dará a investigação acerca do problema proposto;

d) Dependendo do caso, se for possível experimentar as hipóteses de alguma maneira, planejar e executar estes testes. Sendo real essa possibilidade, auxiliar os alunos a coletar, classificar e analisar os dados experimentados;

e) Na impossibilidade de experimentação, provocar os alunos a debater, classificar e analisar as ideias aventadas dentro dos pequenos grupos;

f) Consolidar as conclusões alcançadas em forma textual, explorando a realidade por meio do lúdico;

g) Promover um momento de socialização das produções finais.

É certo que propor uma sequência didática ou sequência de ensino investigativa não é algo simples e trivial. Torna-se necessário refletir muito sobre o quanto cada etapa vem contribuir na aprendizagem dos alunos, se esta quantidade de atividades é adequada, e como avaliar apropriadamente (ZABALA, 2014).

Dentro deste contexto teórico é que propomos as sequências de ensino investigativas (SEI), isto é, sequências de atividades (aulas) abrangendo um tópico do programa escolar em que cada uma das atividades é planejada, sob o ponto de vista do material e das interações didáticas, visando proporcionar aos alunos: condições de trazer seus conhecimentos prévios para iniciarem os novos, terem ideias próprias e poder discuti-las com seus colegas e com o professor passando do conhecimento espontâneo ao científico e tendo condições de entenderem conhecimentos já estruturados por gerações anteriores. Assim, uma sequência de ensino investigativa deve ter algumas atividades chaves: na maioria das vezes a SEI inicia-se por um problema, experimental ou teórico, contextualizado, que introduz os alunos no tópico desejado e dê condições para que pensem e trabalhem com as variáveis relevantes do fenômeno científico central do conteúdo programático. (CARVALHO, 2013, p. 7).

Buscando trabalhar dentro deste campo de referências, permitindo ao aprendiz um papel ativo em sua construção de conhecimento, visando que estes sejam alfabetizados cientificamente. Assim, buscou-se organizar sequências de ensino investigativas compatíveis com os referenciais teóricos aqui apresentados, proporcionando aos estudantes um ambiente investigativo, conduzindo-os dentro de um pensar científico para além do olhar cotidiano das coisas.

Assim, nos moldes demarcados por Zabala (2014) e por Carvalho (2013), compreendemos que uma sequência que se adaptaria bem às nossas necessidades educacionais, percorrendo as etapas que oportunizariam aos alunos o levantamento e teste de hipóteses, passando da “ação manipulativa à intelectual estruturando seu pensamento e apresentando argumentações discutidas com seus colegas e com o professor” (CARVALHO, 2013, p. 8), seria viável para as nossas unidades de ensino que as sequências investigativas se realizadas dentro da seguinte ordem:

Quadro 2 – Sequência Didática: Unidade de Ensino sobre Termodinâmica.

<p>1) Apresentação de um texto contendo uma situação cotidiana</p> <p>O docente oferece um texto (carta, recortes de notícias, narrativas contextualizadoras, etc) com uma situação que desperte interesse aos alunos, seja por se tratar de uma situação conflitante, curiosa ou pela familiaridade com o contexto apresentado. Esse texto deve conter a totalidade da contextualização do tema, sem que haja, de início, a necessidade da intervenção ou complementação do docente na leitura do mesmo, destacando em si os aspectos problemáticos e os que são desconhecidos para os alunos, despertando a comparação entre um conhecimento cotidiano de certos fenômenos e possíveis explicações científicas.</p>
<p>2) Debate para buscar soluções</p> <p>O docente promove a separação dos alunos em pequenos grupos, de três a cinco integrantes, e pede para que dentro dos grupos exponham diferentes formas de resolver o problema ou a situação, estabelecendo um debate entre as partes, permitindo o surgimento de dúvidas, questões e problemas relacionados com o tema. Nesta etapa, o docente atua facilitando o trânsito entre os diferentes pontos de vista e promove a discussão em grupo, extraíndo as vivências e experiências prévias dos participantes.</p>
<p>3) Comparação entre diferentes pontos de vista</p> <p>O docente aproveita as propostas dos alunos para provocar conflitos cognitivos e confrontar diferentes formas de analisar a situação problema dentro do grupo durante seu debate de ideias.</p>
<p>4) Busca por fontes de informação</p> <p>Os grupos são dirigidos, ajudados e desafiados a buscarem pelas fontes de informação mais apropriadas para solucionar as questões presentes no problema: o próprio professor, uma pesquisa bibliográfica, uma experiência, uma observação, uma entrevista, um trabalho de campo.</p>
<p>5) Quebra do processo</p> <p>Após gerar um clímax de tensão de debates e ideias, fazer uso do Efeito Zeigarnik como um gerador de incômodo na participação discente, provocando nos mesmos o anseio pela continuidade. Para isso, o docente dá a atividade</p>

por interrompida, preferencialmente, controlando o tempo para que o horário do fim da aula coincida com este momento.

6) Retomada do processo

O professor, evitando se tornar protagonista do processo, solicita que os discentes tragam uma síntese do problema desenvolvido e das etapas já realizadas. O contexto também pode ser retomado pelo professor por meio de perguntas direcionadas ao problema já existente, deixando que as soluções sejam encaminhadas pelos estudantes em uma grande roda de conversa.

7) Conclusões

A partir da discussão dos grupos, o docente solicita que cada equipe ofereça em forma de texto (carta, narrativa, e-mail, crônica ou outra expressão escrita) as conclusões com relação às questões e aos problemas debatidos em todas as etapas antecedentes. É importante que essa produção textual não invalide o estilo enviado da atividade proposta, sendo indicado uma carta para responder uma carta, uma narrativa para responder a uma narrativa e assim semelhantemente.

8) Socialização

Os grupos compartilham com os demais as suas produções. Esse momento pode ocorrer em forma de seminário, festival, sarau ou outras formas que combinem com as circunstâncias da atividade.

9) Encerramento e avaliação

O docente finaliza o conteúdo relacionado, podendo fazê-lo sob metodologia tradicional enquanto os alunos tomam notas, permitindo a participação discente a qualquer momento. Nesta etapa final ocorre a formalização dos conceitos pretendidos, bem como seus equacionamentos e correlações fenomenológicas e outras possíveis aplicações no cotidiano ou em exercícios, buscando abranger todas as propostas apresentadas pelos estudantes.

Para cada uma dessas etapas, avaliar-se-á o caráter Conceitual (C), Prático (P) e Atitudinal (A) dos conteúdos, competências e habilidades trabalhados, foi-se elaborado quadro 3 a seguir:

Quadro 3 – Avaliação Conceitual (C), Prático (P) e Atitudinal (A).

Etapa da Sequência de Ensino Investigativa	C	P	A
1 Apresentação de uma situação cotidiana	X	X	X
2 Debate para buscar soluções	X	X	X
3 Comparação entre diferentes pontos de vista	X	X	X
4 Busca por fontes de informação	X	X	X
5 Quebra do processo			X
6 Retomada do processo	X	X	X
7 Conclusões	X	X	X
8 Socialização	X	X	X
9 Encerramento	X	X	X

Fonte: próprio autor.

Importante destacar que as questões avaliativas nesta unidade de ensino vão além da produção final dos alunos. Em cada uma das etapas o docente deve avaliar a evolução conceitual de cada grupo, bem como suas questões práticas e atitudinais. Na maioria das vezes, nos momentos de avaliações, os professores costumam observar apenas o caráter conceitual ou o prático, enquanto aqui pretende-se que os alunos cheguem para além do “saber” ou “saber fazer”, mas as questões atitudinais também pertencem ao escopo do campo educacional, devendo se observar quão cooperativos, interativos, tolerantes etc., os alunos se apresentam ao longo das etapas (ZABALA, 2014). Também, torna-se importante para a avaliação que haja coerência entre a estrutura da aula e a estrutura da avaliação.

Como já mostramos anteriormente uma SEI pode ser formada por um ciclo, ou por vários ciclos, destas atividades principais, mas no final das atividades ou pelo menos no final de cada ciclo é importante planejar uma avaliação. Entretanto esta não deve ter o espírito de uma avaliação somativa, que visa a classificação dos alunos, mas sim, uma avaliação formativa que seja um instrumento para que alunos e professor confirmem se estão ou não aprendendo. E estes instrumentos de avaliação precisam ter as mesmas características que o ensino proposto. E a proposta das SEI está pautada na ideia de um ensino cujos objetivos concentram-se tanto no aprendizado dos conceitos, termos e noções científicas quanto no aprendizado de ações, atitudes e valores próprios da cultura científica (CARVALHO, 2013, p. 13).

Ratifique-se, porém, que o principal intuito é o de ensinar os conceitos da Física, primando a ela como uma ciência fenomenológica, caráter seu que não pode ser negligenciado. Assim, a unidade de ensino elaborada sob essa

proposta de ação buscou privilegiar “uma compreensão do significado e, portanto, um processo de elaboração pessoal” (ZABALA, 2014, p. 106).

3.2 Aplicação do produto - relato de experiência

De acordo com a fundamentação teórica apresentada, a atividade aqui relatada foi aplicada junto a duas turmas de 2º ano de Ensino Médio Integrado a um curso Técnico. Devido às limitações impostas pela pandemia de COVID19, as atividades foram realizadas de maneira remota, com os encontros (aulas) virtuais de 60 (sessenta) minutos cada, via plataforma Google Meet, semanalmente e com as duas turmas juntas.

Dessa forma, participaram dessa atividade, desenvolvida ao longo de três encontros, entre os dias 17 de agosto de 2021 e 14 de setembro de 2021, 77 (setenta e sete) alunos do segundo ano do Ensino Médio Integrado ao Técnico, sendo 37 (trinta e sete) deles pertencentes ao curso técnico de informática, e outros 40 (quarenta), ao curso técnico de administração. As atividades ocorreram sob o consentimento e acompanhamento do professor atual da turma, professor doutor Fabrício Trombini Russo, que estava ministrando a disciplina de Física àquelas turmas no referido semestre. Nesses encontros também estavam presentes alguns alunos de licenciatura em Física que participavam do programa da Capes de Residência Pedagógica.

Os encontros se deram sempre às terças-feiras, das 9h15 às 10h15 da manhã, tendo duração de 60 (sessenta) minutos, e foram desenvolvidos de maneira remota, *online*, da seguinte forma:

1º Encontro: Ocorrido no dia 17 de agosto de 2021

O encontro inicial começou com a apresentação da atividade como um momento especial, em que os alunos teriam a oportunidade de experimentar a aprendizagem de uma forma diferente e interativa. Realizadas essas apresentações iniciais, foi solicitado que os alunos lessem o texto “O diário de Carla”, de autoria nossa, dentro de um intervalo de 20 minutos. Diferente do que ocorre na metodologia de *flipped classroom* (sala de aula invertida), a leitura dos textos motivadores não é realizada em casa, mas durante o período de aulas, pois assume-se que o texto é integrante ativo da estrutura da aula. Finalizada a leitura, os alunos seriam separados em grupos de quatro ou cinco participantes para debater os principais pontos do texto nas seguintes temáticas: ética, emocional e científica, presentes no texto. Como o momento era de ensino remoto, esse debate não pôde ser realizado em pequenos

grupos, dado que não seria possível o acompanhamento das discussões pelos docentes sob o regime virtual de ensino, apesar de ser uma atividade síncrona. Assim, foi realizada uma discussão geral com todos os 77 participantes da sala. Após esse debate de aproximadamente 20 minutos, foi proposto que os alunos, em grupos, providenciassem respostas ao seguinte problema: *“Em seus registros, nossa protagonista falou sobre alguns brinquedos e algumas máquinas térmicas e refrigeradores, como o barquinho pop pop, ar condicionado, motores à combustão, geladeira. Faça uma pesquisa com seu grupo e escolha uma dessas máquinas (térmicas, refrigeradores ou brinquedos) para explicar seu funcionamento usando conceitos físicos”*. Após esta solicitação, instaurou-se um debate em uma grande roda de conversa sobre a proposta e finalizamos essa aula, deixando a conclusão deste tópico como tarefa para o próximo encontro, buscando deixar no ar uma expectativa para esta conclusão, intencionando que ocorresse o Efeito Zeigarnik.

2º Encontro: Ocorrido no dia 24 de agosto de 2021

Para o início deste reencontro, houve uma breve recapitulação da atividade, sendo requisitado dos próprios alunos que o assunto fosse reconstruído. Esse momento tomou cerca de 20 minutos do encontro. Em sequência, pedimos que os alunos apresentassem oralmente os resultados de suas pesquisas. Após cerca de 20 minutos de apresentações de alguns dos alunos/alunas, concluímos essa etapa do trabalho solicitando que estes resultados nos fosse entregue por escrito, em grupo. Após isso, concluímos esse dia de encontro com a seguinte nova proposta: *“Imagine que, como que num passe de mágica, semelhante àqueles que sempre assistimos em filmes de Natal, o sr. Diário ganhe vida e possa responder à Carla quanto aos seus dilemas cotidianos. Com você assumindo o papel do sr. Diário, escreva para Carla em resposta aos seus registros, dando devolutivas baseadas em seus conhecimentos sobre Temperatura e Calor, nas três temáticas discutidas no item 2. Você pode escrever com seu grupo um texto único, um texto separado por datas ou conforme sua criatividade autorizar”*.

3º Encontro: Ocorrido no dia 14 de setembro de 2021

Finalizando a atividade, com um ar de celebração e fechamento de ciclo, os alunos recapitularam a atividade e manifestaram suas devolutivas

globais e conceituais, avaliando positivamente a atividade, mencionando o quanto se identificaram com o texto, com os problemas do dia a dia mencionados e como a Física estava em situações que eles não imaginavam. Foram recolhidos digitalmente todas as produções textuais dos grupos de alunos e repassadas algumas devolutivas nossas com relação às participações e comentários realizados.

A seguir, o texto exatamente como apresentado aos alunos para leitura:

ATIVIDADE DE TERMODINÂMICA (FÍSICA) – 2º ENSINO MÉDIO INTEGRADO AO TÉCNICO

Esta é uma atividade literária, investigativa e interacionista. Assim, leia com atenção a narrativa, pesquise informações sobre o assunto e converse com seus colegas de grupo:

1. Leia as narrativas seguir:

Quinta-feira, 18 de Março de 2021

Oi, meu nome é Carla e essa é a primeira vez que eu escrevo aqui. Não sei bem como que faz isso certinho, você é meu primeiro diário. Admito que ao longo destes meus poucos 15 anos eu nunca fiz nada assim, mas sempre é tempo de fazer algo novo, não é mesmo? Bom, então vamos nos apresentar direito, sr. Diário: sou Carla Cristina de Oliveira Alves, acabei de fazer 15 anos, moro em São Paulo, gosto de futebol, de música, de livros e de matemática, e hoje eu quero começar nossos registros assim, só me apresentando mesmo e ver se eu consigo falar com você com alguma frequência, mas acho que não consigo todo dia porque eu sempre tenho muita coisa pra fazer (e disseram que é legal ter um diário e guardá-lo para ler alguns anos à frente, como aquela brincadeira de “cápsula do tempo”, sabe?).

Espero que nos tornemos grandes amigos, melhores amigos quem sabe.

Beijo, beijo.

Tchauzinhooo.

Sexta-feira, 02 de Abril de 2021

Olá sr. Diário, tudo bem com você? Senti saudades? Claro que sim, né? Kahaha. Hoje eu voltei aqui meio que para desabafar, coisas sobre o Felipe e eu...

Hoje eu o vi mais uma vez: José Felipe de Oliveira Alves. Pois é! Temos o mesmo sobrenome, mas não, não somos parentes. Enfim, eu mal pude acreditar em como ele fica lindo sem boné, na escola ele nunca o tira, mas que cabelo lindo ele tem! Sem dizer naquele jeito todo divertido dele. Shhhh! A gente é apenas amigos, pelo menos eu acho...

Bom, foi assim: quando nos encontramos ele vinha cantarolando uma música diferente, algo com um funkezinho “tum tá, turutum tum tá” e repetindo:

“Se aqueceu ou esfriou: Que macete usou!

Se aqueceu ou esfriou: Que macete usou!

Na mudança de estado, mudança de estado, mudança de estado: Que mole!

Na mudança de estado, mudança de estado, mudança de estado: Que mole!”

Eu achei engraçado e estranho, quando eu perguntei o que era aquilo, e ele me disse que era uma coisa das aulas de Física, do segundo ano. Achei chato ele não querer me explicar do que se tratava, só me disse que era coisa do segundo ano, que eu ainda estava no primeiro e não iria entender! Me subestimou, não gostei. Mas como a gente não estava ali no shopping para aulas de Física ou conversar sobre as coisas da escola, deixei para lá e fui com ele encontrar nossos amigos e assistir um filme no cinema.

A sala do cinema estava muito fria e quando eu disse ainda bem que havia trazido uma blusa para ela me esquentar ele riu tão alto que o pessoal do cinema até reclamou! Eu não havia entendido o motivo do riso, e ele apenas disse “você vai ter aulas de Física ano que vem e então vai

entender”. Mais uma vez morri de raiva, o que custava explicar em vez de ficar dando spoiler sobre minhas aulas do ano que vem e ainda rindo da minha cara. Coisa chata!

Enfim, foi isso. Beijo, beijo, até a próxima sr. Diário!

Quarta-feira, 12 de Maio de 2021

Oi sr. Diário! Há quanto tempo, hein! Desculpe, eu praticamente venho aqui uma vez por mês, né? Kahaha. Desculpe, vou tentar ser mais presente aqui!

Sr. Diário, esta noite foi muito difícil de dormir. Várias coisas pra te dizer, já tem um mês sem registrar nada, né? Então, Felipe e eu continuamos muito amigos, apesar de algumas chatices dele. Ontem à noite ficamos conversando sobre coisas de terror e nos desafiamos a assistir algum filme assim, tipo O Exorcista, Invocação do mal ou algo desse nível. Pois bem... ou melhor: pois mal! Assisti aquele filme da boneca e de resultado tive que trancar no banheiro tudo quanto é boneca, pelúcia, robozinho, brinquedo e qualquer coisa que existisse no meu quarto (meus pais ficaram bem bravos com a bagunça que fiz, já já você vai ver).

Ainda, não bastasse a péssima sensação de que ainda havia alguma coisa me observando no quarto e aquele frio que estava fazendo (acho que perto de cinco graus), durante a madrugada eu acordei o tempo todo com alguns barulhinhos: barulho nas telhas aqui de casa, barulhinhos pelas paredes da casa, barulhos como estalos dentro do meu guarda roupas e, para meu desespero... **UM BARULHÃO NO BANHEIRO, BEM AONDE EU TRANQUEI MINHAS COISAS!!!**

É óbvio que meu primeiro pensamento foi “**meus brinquedos ganharam vida e o mal está se manifestando no banheiro**”, mas quando todos acordaram com o som e fomos verificar, havia sido apenas alguns revestimentos da parede que se soltaram e caíram ao chão. É óbvio que já tomei a bronca ali mesmo pela bagunça no banheiro. Minha mãe nem

quis ouvir meus motivos, e meu pai tentou me explicar que aquilo era um problema de Física aplicada, algo envolvendo o frio daquela noite que fez o revestimento, que estava meio frouxo, se soltar. Não entendi muito bem nada daquilo, mas como o José Felipe está estudando essa coisa de Calor, Temperatura etc., talvez ele me explique (duvido muito!). Observação: ele odeia que chame ele de José Felipe. Chame ele apenas de Felipe!

Quinta-feira, 20 de Maio de 2021

Sr. Diário, hoje eu descobri que é verdade o que os meus avós falam que dentro de um dia, na cidade de São Paulo, cabem as quatro estações do ano! Chuva, sol, frio, calor, chuva de novo, frio de novo. Eu acho que vou acabar ficando resfriada!

De manhã estava um frio que dava pra fazer picolé com copo d'água da torneira, parecia que eu estava no Alasca. Meu pai me levou pro colégio de carro, mas cheguei atrasada porque o carro dele é movido à etanol e nesse frio ele demorou para ligar. Essa é mais uma coisa que não entendo, por que é tão difícil ligar o carro no inverno?

Enfim, cheguei na escola quase 7h15 (as aulas começam as 7h00) e mal eram 8h30 já estava um sol que agora parecia que eu estava no Texas! Ainda bem que hoje o professor de História passou um documentário sobre os grandes desenvolvimentos tecnológicos da humanidade, e na salinha de vídeos tem ar condicionado e assim não sofremos tanto com o calor! Aliás, que bom que esse tal Willis Carrier inventou o ar condicionado. Deus abençoe sua família, viu sr. Carrier! Ah, mas calma que a loucura climática do dia não acabou nisso...

Hoje a tarde era dia de educação Física e o tempo fechou de uma forma que não tive chances de correr: uma mega chuva! Fiquei ensopada, minhas meias nadavam dentro do meu tênis que, obviamente, eu não tinha outro (a gente leva troca de roupa em dia de educação Física, mas não

costumo levar troca de meias e de tênis). A verdade, sr. Diário, é que eu sofri muito hoje com esse clima maluco dessa cidade.

Quando acabaram as aulas, peguei o ônibus pra voltar pra casa e aquele vento gelado de final de dia estava marcando presença, e eu com os pés e os cabelos molhados. Cheguei em casa pálida, parecendo a noiva cadáver. E pra ajudar, meu irmão estava no banheiro e tive que esperar pra tomar um banho quente e “renascer para a vida” (lá, eu admito que estou sendo dramática demais). Enquanto eu esperava, minha mãe me perguntou se na escola não tinha alguma geladeira pra eu colocar minhas meias pra secar e eu fiquei doida, tipo “como colocar as meias na geladeira faria com que elas secassem?!”, mas preferi só dizer que não sabia se tinha geladeira lá e fui pro banho, e vim pro quarto aqui com você pra deixar registrado para futuramente o dia em que vivi intensamente as quatro estações em pleno horário comercial. Beijo, beijo. Espero realmente não pegar um resfriado...

Terça-feira, 22 de Junho de 2021

Sr. Diário! Eu estou indignada!

Ontem o Felipe veio super empolgado falando sobre máquinas térmicas e eu, querendo participar daquela empolgação, disse que eu estava estudando isso também, nas aulas de história, revolução industrial e coisas assim. Sabe do que ele me chamou?! De gracinha! Ele disse “que gracinha ela estudando” e eu detesto quando falam comigo no diminutivo! Lindinha, gracinha, carlinha, gatinha, queridinha, ... **ARGH! EU ODEIO!** Mas não é este o ponto.

Felipe foi me falando sobre essa coisa de máquinas térmicas, que os engenheiros faziam os motores movidos à carvão e resfriados à água, e faziam tudo isso meio que no palpite porque as teorias científicas de termo-
alguma-coisa-lá foram firmadas décadas depois, e que essas leis são usadas pelos engenheiros até hoje, tipo, nos motores de carros e tudo mais que usa

combustível. Ele disse que estava pesquisando com um grupo da sala dele de construir tipo um mini barquinho à vapor (acho que chama barquinho pop-pop) e que também iria construir um carrinho de sopro, com bexiga. Eu só não entendi o que o carrinho movido à vento tem a ver com o barquinho movido à chama de vela, mas acabei nem perguntando porque ele **COM CERTEZA** iria dizer “ah, ano que vem você vai ter aulas disso e vai aprender”. Ele e essa coisa de ano que vem...

PS: Sabe aquele dia que tomei chuva? Pois é, peguei resfriado. Minha só disse que foi porque eu experimentei muitos choques térmicos pra um dia só...

Sexta-feira, 02 de Julho de 2021

Oie, bom falar com você mais uma vez, sr. Diário! Hoje foi meu último dia de aulas, entraremos em férias. Então, hoje eu vim trazendo perguntas, muitas delas.

Hoje Felipe e eu conversamos muito sobre algumas coisas meio filosóficas e científicas. Pois é, a gente é meio geek, meio nerd, meio bitolados. Fazer o quê? A gente é assim e eu gosto do jeito que nós somos. Enfim, a gente estava falando sobre a Energia no universo, que não se cria, mas se transforma e se conserva, mas também se dissipa. Ah! Ficamos algumas horas pensando em coisas como:

“Se o Sol é tão quente e tão enorme e gigantesco, como é que a sombra de uma árvore, uma pequena árvore comparada ao Sol, nos protege do seu calor?”

“Se as estrelas que vemos à noite são como o Sol, emitindo calor intenso, porque a noite não é quente igual ao dia? As estrelas estão longe, eu sei, mas são tantas e tantas, por que o calor delas não nos alcança?”

“Por que quando abastecemos um carro o frentista sempre pergunta se queremos verificar a água do carro? Por que precisa de água no carro? Motos e caminhões também precisam de água?”

Bom, de qualquer maneira agora entraremos em férias e vou investir tempo nos livros que não consegui ler durante as aulas e maratonar alguma série de ficção científica (acho que estou pegando gosto nisso).

Beijo, beijo. Se eu for viajar, prometo que te levo comigo!

2. Reúna-se em grupo com outros 3 a 5 colegas e aponte os principais pontos do texto nas temáticas:

- a) ética
- b) emocional
- c) científica

3. Em seus registros, nossa protagonista falou sobre alguns brinquedos e algumas máquinas térmicas e refrigeradores, como o barquinho pop pop, ar condicionado, motores à combustão, geladeira. Faça uma pesquisa com seu grupo e escolha uma dessas máquinas (térmicas, refrigeradores ou brinquedos) para explicar seu funcionamento usando conceitos físicos.

4. Imagine que, como que num passe de mágica, semelhante àqueles que sempre assistimos em filmes de Natal, o sr. Diário ganhe vida e possa responder à Carla quanto aos seus dilemas cotidianos. Com você assumindo o papel do sr. Diário, escreva com seu grupo para Carla em resposta aos seus registros, dando devolutivas baseadas em seus conhecimentos sobre Calor, nas três temáticas discutidas no item 2. Você pode escrever um texto único, um texto separado por datas ou conforme sua criatividade autorizar.

Parte dos resultados desta atividade estão na seção final deste trabalho.

4 RESULTADOS

Contar histórias é sempre um elemento integrador e socializador que aproxima a todos. Ler histórias estimula a imaginação, educa, instrui e desenvolve habilidades cognitivas, além de fornecer um ponto de partida para se introduzir os conteúdos pragmáticos. Toda e qualquer história, sendo aplicada em momento adequado, dentro de um contexto propício a ela, conduz à certeza de sucesso do sujeito narrador. Cabe ao professor perceber em quais momentos é mais conveniente para os propósitos educacionais promover esse tipo de atividade.

Dentro dessa forma de abordagem proposta, apesar de usar das histórias para transmitir saberes e valores, o narrador não deve expor a “moral da história” declaradamente. As conclusões e interiorizações devem partir do ouvinte e, se houver público para tal, serem discutidas entre eles. Fica ao professor o papel de mediador das discussões derivadas das histórias, aspirando guiar os alunos na construção dos saberes erigidos.

O potencial investigador dos alunos é muito grande quando inseridos nesse contexto narrativo, se posicionando como construtores de seus próprios saberes, desenvolvendo teias de saberes envoltos nos enredos apresentados e nas socializações de saberes entre as partes. É nessa perspectiva em que a teoria sócio interacionista cultural de Vigotski se encaixa nesse trabalho, em uma espécie de trabalho colaborativo.

Pudemos identificar que devido ao caráter lúdico desta proposta, o processo de ensino e aprendizagem da Física decorreu de forma suave, agradável e envolvente para a maior parte do alunado, construindo uma relação positiva de afetividade com a Física. O conhecimento foi apresentado por meio de uma linguagem acessível, contextualizada dentro do universo dos alunos. Durante a aplicação, ouvimos dos alunos depoimentos como “eu também tenho um diário, me identifiquei bastante com a proposta” e “achei muito fácil de acompanhar o texto, muito legal”.

Os temas foram trabalhados de forma coletiva, sob uma ótica socioconstrutivista, de forma interativa, primando pelo caráter conceitual e fenomenológico da Física, proporcionando o desenvolvimento do conhecimento inserido em uma lógica indutiva e investigativa, conquistando a atenção,

interesse e a curiosidade intrínseca do alunado, abordando de forma contextualizada e significativa. Nas palavras do professor Fabrício T. Russo “A atividade desenvolvida foi de grande valia e importância na construção e consolidação do conhecimento sobre os temas relacionados à Termodinâmica abordados nas aulas. Trouxe uma forma diferente e inovadora, indo além das aulas tradicionais, proporcionando grande interação e participação dos alunos, mesmo em uma época de ensino remoto neste ano de 2021”.

Na primeira etapa do primeiro dia de nossa aplicação, foi solicitado aos alunos e alunas que fossem debatidos os principais pontos do texto nas temáticas ética, emocional e científica, tivemos muita participação do alunado. Interpretamos esse alto engajamento como fruto da abordagem utilizada, rica em contextualização, que promoveu no espírito dos participantes um importante fator de identificação.

Não foram, verdadeiramente, poucos os relatos de “também tenho um diário” ou “eu também já me perguntei isso” e ainda “já passei por isso um dia, me identifiquei”. Não obstante, também foram muitos os argumentos direcionados aos conflitos emocionais da protagonista com a família e os amigos, bem como o interesse (mais importante para nós) sobre os temas da Física presentes no texto.

Ainda no primeiro dia, também foi requisitado que os alunos e alunas fizessem uma pesquisa juntamente com seu grupo, buscando explicar fisicamente o funcionamento de algum dispositivo apresentado no texto, fosse um brinquedo ou alguma máquina térmica ou refrigeradora (barquinho pop pop, ar condicionado, motores à combustão, geladeira). Alguns resultados, os trabalhos apresentados pelos alunos, estão sintetizados na tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – Síntese dos resultados dos trabalhos apresentados.

Dispositivo apresentado	Quantidade de trabalhos
Geladeira	9
Ar condicionado	9
Motor à combustão	3
Barquinho pop-pop	2
Fugiu da proposta	3
Total	26

Fonte: próprio autor

Consideramos como caso de fuga da proposta as 3 ocorrências em que não fora apresentado o funcionamento de nenhuma máquina térmica. Antes, o discente, em trabalho individual, não em grupo, apresentou algum resumo teórico de algum tema da termodinâmica (e.g., lei geral dos gases). Ainda, pode-se perceber que, nestes casos, os trabalhos apresentados foram puramente cópia de textos de internet, sem nenhuma edição, resenha ou comentário do aluno sobre seu conteúdo.

Dentro das 23 devolutivas que se enquadraram na proposta, houve 14 trabalhos nos quais pode-se notar edição e interpretação de informações, i.e., textos com conteúdo autoral, construído pela interpretação dos alunos com relação aos fenômenos presentes nos dispositivos. Os 9 demais eram fruto de cópia de conteúdo da internet, contudo interpretamos que esse tipo de resultado também foi relevante pois é, ainda, fruto de pesquisa e organização textual e, portanto, capaz de produzir aprendizagem que, segundo Bruner (2006), é um processo que acontece até mesmo quando não somos intencionais.

No segundo encontro, quando pedimos aos alunos que assumissem o papel do sr. Diário e escrevessem para Carla “em resposta aos seus registros, dando devolutivas baseadas em seus conhecimentos sobre Calor e nas três temáticas discutidas”, pudemos identificar, também, 3 trabalhos (todos individuais, não feitos em grupo) que fugiram à proposta, apresentando, mais uma vez, um resumo teórico de algum tema de Física relacionado, copiado da internet. Ademais, 20 trabalhos foram apresentados segundo à proposta, sendo 17 deles realizados de forma bem elaborada, e outros 3 que se ativeram em simplesmente responder às questões do último registro de Carla em seu diário.

Posto isto, entendemos termos obtido sucesso na atividade e destacamos, a seguir, algumas das produções realizadas pelos alunos. Optamos, até mesmo para preservar as características visuais das produções dos alunos, bem como proteger suas identidades, por apresentar estes resultados como figuras (de 9 a 24).

Figura 9 – Exemplo de produção textual discente.

Querida Carla,

Tudo bem? Gostei muito de ver seu crescimento, evolução e desempenho, principalmente ao ver suas perguntas e percebi que seu interesse aumentou muito para saber mais de certos assuntos, vou tentar ao máximo te ajudar viu, conta comigo. Vou te explicar sobre as suas dúvidas agora: Calor é um tipo de energia em movimento, e que é transferido de um corpo com maior temperatura para outro de menor temperatura, tendendo ao equilíbrio térmico. Você vai entender que esse processo pode se dar por irradiação, convecção ou condução térmica. Quanto maior a temperatura de um corpo, maior seria a quantidade dessa substância em seu interior.

Percebe-se nesse recorte um problema conceitual sobre calor, tratando-o como uma substância que um sistema possui. Essa informação é importante para ser trabalhada em momento de devolutiva com os estudantes.

Figura 10 – Exemplo de produção textual discente.

O Diário Ganha Vida

Olá minha querida Carla, você me deixou tão intrigado com suas histórias (e dúvidas) que algo mágico aconteceu, por isso estou lhe escrevendo esta carta, já vou logo dizendo que não sou nenhum sábio ou gênio então infelizmente respostas para tudo não tenho, mas esse senhor diário aqui é um pouco vivido e algumas coisas posso lhe contar devido a minha vasta experiência haha passada para mim pela sua mãe, tias e avó, sorte sua ter recebido essa herança de família magnífica (euzinho)!

Neste recorte, o caráter lúdico da proposta foi mantido e pode-se notar que o grupo aderiu à contextualização assumindo um estudo do que é real por meio daquilo que é imaginário.

Figura 11 – Exemplo de produção textual discente.

Quero lhe apresentar algo um tanto quanto interessante: A FÍSICA! Mas não quero que me entenda mal, realmente não tem por que se preocupar agora, ano que vem irá aprender, o Felipe falava bastante coisas para ti sobre a TERMOLOGIA/TERMODINÂMICA, uma matéria dentro física que estuda aspectos da temperatura entre outras coisas mais, sei que essa sua cabecinha grande vive cheia de perguntas, mas se acalme, não há motivos para enlouquecer... A física só parece com um bicho de sete cabeças, mas quando você a conhece, CUIDADO, corre até o risco de se apaixonar kkk.

Aqui, notamos a produção de um dos grupos de alunos trazendo uma explanação envolvendo o lado afetivo da protagonista, falando da paixão por seu amigo e pela Física.

Figura 12 – Exemplo de produção textual discente.

Quinta-feira, 18 de março de 2021

Olá, minha querida Carla, é um prazer poder conhecê-la, que bom que você resolveu me conhecer, e escrever aqui, espero que eu possa ajudar você com seus dilemas pessoais, e será sempre um prazer ouvi-la, você parece ser uma menina bem esperta e curiosa e isso é muito bom, então tenho certeza que nos daremos muito bem, enfim acho que você não esperava que eu pudesse te responder de volta, surpresa! Kkkkkkkkkkkkk

Então querida amiga eu já estava com saudades de conversar com você, fico muito feliz por te escrito para min novamente. Filmes de terror expressa muito medo mesmo rsrs, eu também morro de medo principalmente assistir à noite, pelo fato de ficar relembando e fazer o nosso pensamento mesmo as vezes escutar coisa que nem existem. Mas pode ficar despreocupada pois no seu banheiro ocorreu uma baixa umidade do ar e a grande variação de temperatura durante o dia, características típicas do outono, podem fazer com que revestimentos de pisos e azulejos se desloquem, estalem e até cheguem a trincar. É possível ainda que os fenômenos ocorram por choque térmico. Por

Nesse trecho, o grupo de alunos traz uma explanação contextualizada a respeito da dilatação térmica, usando de recursos socioemocionais para abordar a Física presente no evento relatado.

Figura 13 – Exemplo de produção textual discente.

temperatura. De maneira objetiva, quando a energia térmica é elevada, e o grau de agitação das partículas é grande, a tendência é que aconteça uma expansão ou dilatação. Em uma situação de baixa energia térmica, os níveis de agitação são baixos e, portanto, os espaços entre as moléculas diminuem. Na prática, podemos observar que cada material se comporta de maneira diferente em relação às variações de temperatura, como os revestimentos da parede do banheiro. Dependendo da sua estrutura molecular, ele pode ser mais ou menos sensível às variações de temperatura.

Neste recorte, um grupo de alunos aborda um conjunto de conceitos físicos de acordo com os contextos apresentados na história.

Figura 14 – Exemplo de produção textual discente.

Quarta-feira, 12 de maio de 2021

Hoje você me relatou que foi difícil dormir pelos acontecimentos no banheiro e me fez a seguinte pergunta: “Por que os revestimentos da parede do banheiro se soltaram e caíram no chão?”

Na verdade, as mudanças climáticas impactam os mais diversos materiais utilizados na construção civil. A dilatação térmica devido ao calor da água quente do chuveiro e a retração devido à falta de água quente é um fenômeno físico e está relacionado ao grau de agitação e ao espaço entre as moléculas de qualquer material, mesmo em níveis baixos, são propensas a mudar de volume devido a mudanças de temperatura. Objetivamente, quando a energia térmica é alta e o grau de agitação das partículas é grande, a tendência é que aconteça uma dilatação ou expansão. No caso

Essa foi uma situação pouco incidente, apenas casos onde o trabalho não foi realizado em grupo e o aluno traz uma explanação Física com alguns elementos retirados da internet. Percebe-se uma edição do conteúdo para adequação à proposta e por isso enxergamos de forma positiva essa apresentação.

Figura 15 – Exemplo de produção textual discente.

“Se o Sol é tão quente e tão enorme e gigantesco, como é que a sombra de uma árvore, uma pequena árvore comparada ao Sol, nos protege do seu calor? ”

R: As árvores passam naturalmente por um processo chamado "evapotranspiração", que é basicamente como as plantas evaporam. Nesse processo, as árvores liberam vapor d'água na atmosfera, purificando o meio ambiente de forma natural.

“Se as estrelas que vemos à noite são como o Sol, emitindo calor intenso, por que a noite não é quente igual ao dia? As estrelas estão longe, eu sei, mas são tantas e tantas, por que o calor delas não nos alcança? ”

R: Por mais que existem muitas estrelas elas ficam longes de mais para que o calor delas seja capaz de chegar a terra.

Esta é uma produção textual onde o grupo se ateu a responder perguntas, rompendo com a proposta do evento lúdico presente em um diálogo de um diário com sua dona.

Figura 16 – Exemplo de produção textual discente.

O calor é a energia transferida espontaneamente entre objetos de diferentes temperaturas. Por ser uma forma de energia, as calorias são expressas em Joules, mas por razões históricas, geralmente usamos calorias como uma unidade alternativa de medida de calor. O calor pode ser transferido entre diferentes sistemas termodinâmicos por meio de processos de condução, convecção e radiação. Além disso, de acordo com a lei zero da termodinâmica, o calor só pode fluir espontaneamente entre objetos com uma certa diferença de temperatura.

- Calor sensível

O calor sensível é o tipo de calor que está presente em processos que apresentam variações de temperatura. O calor sensível é diretamente proporcional à variação de temperatura, isto é,

Mais uma situação onde, trabalhando sozinho, o aluno fugiu completamente à proposta, apresentando um resumo teórico do tema obtido por meio da internet.

Figura 17 – Exemplo de produção textual discente.

Eitaa Carlinha, é complicado mesmo o carro ligar no inverno, ainda mais em carros movidos a etanol. Pois bem, respondendo a sua pergunta “por que é tão difícil ligar o carro no inverno?”. É por causa do óleo lubrificante do motor, que se torna mais viscoso e demora a circular pelo o sistema . O que faz o motor funcionar ao dar partida são os vapores do combustível e não em estado líquido . No frio, o etanol não produz vapores em quantidades suficientes, por isso é necessário o sistema de partida a frio .

Neste caso, o grupo discente apresenta conceitos sobre microestado da matéria presentes no fenômeno de combustão aplicados ao contexto cotidiano.

Figura 18 – Exemplo de produção textual discente.

acontecido. O que faz o motor funcionar ao dar partida são os vapores do combustível e quanto mais baixa a temperatura, maior a tendência do etanol de entrar no motor em estado líquido. Logo, é necessário o etanol passar do estado líquido para o gasoso, a fim de fazer o carro funcionar apropriadamente no frio, ocasionando a demora.

Aqui, outro grupo discente também apresenta conceitos sobre microestado da matéria presentes no fenômeno de combustão.

Figura 19 – Exemplo de produção textual discente.

“Mas onde entra a blusa de frio?” simples. A sensação de frio é nada mais, nada menos que um aviso do nosso corpo de que ele esta trabalhando bastante para te proteger, mas muito calor está sendo “roubado” do seu corpo e é ai que entra as blusas e cobertas para o frio. A principal função deles é ser como um isolante termico e evitar que o calor do seu corpo fuja de você.

Por estes motivos que ele riu tanto amada. Blusas de frio não esquentam, elas mantem o calor em seu corpo.

Nesse recorte, os alunos abordam os conceitos de sensação térmica e de isolamento térmico.

Figura 20 – Exemplo de produção textual discente.

“Como colocar as meias na geladeira faria com que elas secassem?!”

1º não é colocar na geladeira e sim atrás dela, naquelas grades.

2º isso pode fazer sua conta de energia vir mais cara.

3º isso é extremamente perigoso e pode causar choque.

Aquelas grades atrás da geladeira foram feitas para ajudar na transferência do calor para ajudar no resfriamento dela. Ela é bem como uma bomba de calor pelo princípio da expansão e compressão de um gás.

Figura 20: Exemplo de produção textual, dentro da proposta, onde a equipe explica com entusiasmo sobre os riscos envolvidos em secar roupas nas grades atrás da geladeira. 114

Figura 21 – Exemplo de produção textual discente.

Querida Carla,

Fiquei intrigado e muito ansioso com as perguntas que você escreveu aqui, não acredito que o José Felipe (não conte que o chamei assim! rs) não quis respondê-las. Mas você sabia que os seus questionamentos são abordados em uma área da física chamada termodinâmica? Essa área tem como principal objeto de estudo, o calor, que é a transferência de energia entre dois corpos devido a

Aqui, um grupo de alunas adentrou no universo lúdico da proposta, relacionando o imaginário, o real e as explicações fenomenológicas.

Figura 22 – Exemplo de produção textual discente.

Para começar a responder suas dúvidas, vamos falar sobre o revestimento da parede do seu banheiro que se soltou. Para te tranquilizar, não foram seus brinquedos que criaram vida e arrancaram os azulejos, o que aconteceu foi que com as frequentes mudanças climáticas e a baixa umidade do ar fez com que tais revestimentos se descolassem. Isso é bastante comum nessa época de tempo seco e com variações de temperatura, uma vez que frequentemente o rejunte aplicado é feito sem espaçamento para possíveis dilatações e acaba se descolando, levantando, estalando ou até mesmo se rachando sob certas condições climáticas.

Nesse recorte, podemos notar os alunos expondo de forma contextualizada o fenômeno de dilatação térmica de sólidos.

Figura 23 – Exemplo de produção textual discente.

Outro fato curioso que você mencionou, é sobre colocar as meias úmidas para se secarem atrás da geladeira. Apesar do conselho vir da sua mãe, não faça isso em casa! Ao colocar as meias - ou qualquer peça de roupa úmida - nas grades da geladeira, você dificulta a dissipação de calor. Mas o quão grave isso é para a geladeira da sua mãe, por exemplo?

Nessa produção, os alunos trazem questionamentos importantes relacionados ao uso da geladeira para secar peças de roupas.

Figura 24 – Exemplo de produção textual discente.

Como o Felipe comentou, a música funk quer dizer sobre uma matéria muito legal dentro da física, chamada equilíbrio térmico. O equilíbrio térmico nos conta que a variação de temperatura ocorre quando dois ou mais corpos trocam calor entre si, onde essa troca acontece até que ambos os corpos tenham temperaturas iguais.

Continuando com a matéria, nela há dois conceitos em que Felipe cantou na música. A parte "Se aqueceu ou esfriou: Que macete usou!" se refere ao calor sensível, enquanto que "Na mudança de estado, mudança de estado, mudança de estado: Que mole!" é sobre calor latente.

No calor sensível, a transferência de temperatura não muda a estrutura física dos corpos, o que a diferencia do calor latente. Por conta disso que Felipe canta "Na mudança de estado, mudança de estado, mudança de estado: Que mole!". Apesar disso, a música serve para lembrar das fórmulas, sendo do calor sensível e latente. "[...] Que macete [...]" está relacionado com a fórmula do calor sensível:

$$Q = m.c.\Delta T, \text{ sendo:}$$

Quando seu amigo pronunciou o trecho "Se aqueceu ou esfriou" ele se referia ao calor sensível, o trecho "Que macete" se refere a fórmula utilizada para calcular a quantidade de calor utilizada nesse processo: Quantidade de Calor(Q) é igual a massa da substância(m) vezes o calor específico da substância (c) vezes a variação de temperatura (t). Já no outro refrão quando ele diz "Na mudança de estado" ele está se referindo ao calor latente, e assim como no anterior, no trecho "Que mole!" Ele está se referindo a fórmula que calcula a quantidade de calor utilizada nesse processo: Quantidade de Calor(Q) é igual a massa que sofreu uma mudança de estado(m) vezes a latente de...

Neste último acerto, grupo explora um recurso mnemônico da narrativa (uma música) para explicar o uso das equações de calorimetria.

Percebeu-se, assim, que fazendo-se uso de narrativas houve um aumento no interesse dos alunos pelas aulas, manifestando, inclusive, maior curiosidade pela Física como disciplina escolar e sua presença e aplicações no cotidiano. Portanto, o uso das histórias se torna uma ferramenta didática poderosa e muito motivadora para os alunos que passam a reconhecer a Física inerente à suas realidades e se interessarem por essa Ciência.

4.1 Considerações finais

Não existe uma única teoria de ensino e aprendizagem que dê conta da complexidade da cognição humana. Por isso, diversificar as estratégias de abordagens é um fator essencial para o sucesso da atividade docente, contemplando as múltiplas formas de cognição dos alunos. Contudo, ao permitir que os alunos participem das falas em sala de aula, seja de forma livre ou direcionada por perguntas, eles são motivados a discussão sobre determinado fenômeno, formulando modelos explicativos que passam necessariamente pela elaboração interior dos conceitos. A fala socializada também assume um importante papel como instrumento cultural que viabiliza o compartilhar experiências (OLIVEIRA, 2005). Trata-se de um processo discursivo sócio histórico que pode ser expressado por:

À medida em que práticas discursivas são incentivadas nas aulas de ciências, os alunos vão se apropriando de novas formas de se expressar, adquirindo mais independência e confiança em suas ideias, além de atitudes mais científicas baseadas na atuação do professor (CANDELA, 1997 *apud* CAPECCHI, CARVALHO e SILVA, 2000, p. 154).

Essas interações dialógicas propiciam que cada estudante venha a pensar, reflexionar e falar sobre suas ideias em relação aos fenômenos, tornando os eventos em algo que lhes é familiar, mas que até então fora irrefletido. Nesse sentido, as atividades dialógicas mostram-se bastante efetivas em criar um problema para cada um dos estudantes em seus universos particulares interiores.

Entender a enunciação de uma outra pessoa significa se orientar em relação a ela, encontrar seu lugar no contexto correspondente. É como se nós especificássemos, em resposta a cada palavra da enunciação que estamos em processo de entendimento, um conjunto de nossas próprias palavras. Quanto maior o número e o peso dessas palavras, mais profundo e substancial será o nosso entendimento. (...) Qualquer entendimento verdadeiro é dialógico por natureza (VOLOSHINOV, 1973, p. 102 *apud* MORTIMER e SCOTT, 2002, p. 301).

Dessa maneira, se “as interações discursivas são consideradas como constituintes do processo de construção de significados” (MORTIMER e SCOTT, 2002, p. 284), então os alunos precisam ter voz em sala de aula porque “ao falar, interpretamos” (ORLANDI, 2009, p. 10) e logo, por exclusão, pode-se entender que o aluno passivo e calado interpreta pouco ou nada. Assim, ficam evidenciadas as razões pelas quais sempre é recomendado dar voz ao

estudante durante seu processo de aprendizagem, porque além do já exposto, nota-se que:

Por meio de formulações verbais de situações e atividades passadas, a criança liberta-se das limitações da lembrança direta; ela sintetiza, com sucesso, o passado e o presente de modo conveniente a seus propósitos (VIGOTSKI, 2007, p. 28).

Para um processo formativo bem-sucedido, o uso contínuo de abordagens comunicativas é um fator determinante. Se assumirmos que o objetivo do ensino de ciências é levar os estudantes ao entendimento do conceito abordado, então é preciso que esses estudantes se envolvam nas atividades dialogicamente, “seja de forma interativa ou não-interativa: participando de, ou escutando a, uma interação dialógica entre o professor e a classe; discutindo ideias com seus colegas em pequenos grupos; pensando sobre as ideias” (MORTIMER e SCOTT, 2002, p. 302).

Sempre haverá algum aluno que tem maiores conhecimentos que outros e isso é bom, pois “o que a criança é capaz de fazer hoje em colaboração conseguirá fazer amanhã sozinha” (VIGOTSKI, 2008). Assim, faz-se necessário permitir que os estudantes promovam entre si esta interação social, indispensável. Surge dessa interação entre os pares a presença do parceiro mais capaz que possa ser ou fazer-se imitado realçando e fortalecendo conceitos espontâneos ao mesmo tempo que os formais são adquiridos.

Infelizmente ainda há muito preconceito para com o uso didático de contos e histórias, especialmente dentro das áreas pertinentes ao ensino de ciências. Mas o que se percebe pelas tantas referências observadas nesse trabalho é que esta é uma ferramenta poderosa de articulação de conhecimentos e saberes, promovendo uma nova perspectiva de intensidade na atenção dos estudantes, integrando professor e alunos e incentivando a leitura, a criatividade, a curiosidade e o prazer em aprender sobre ciências.

Sempre é tempo de vencer os preconceitos e adotar o uso de história e narrativas nas aulas de ciências, desfazer as barreiras criadas em torno dos contos e desbravar mundos novos.

Contar história é uma atividade que deve fazer parte não somente do currículo da educação infantil, mas também do ensino fundamental; não como uma atividade esporádica, para preencher ou passar o tempo, mas como uma atividade permanente, que deve ser contada todos os dias, para todas as crianças da sala. Deve ser, entre outras, mais uma atividade lúdica para a criança e deve ser desenvolvida de forma coletiva (SILVA, GARCIA e SILVA, 2013, p. 58).

Pelo do caráter motivacional e carismático intrínsecos às narrativas, cremos que a prática aqui apresentada se mostrou digna de crédito e dedicação pelos professores de Física, atuantes ou em formação, e pelos pesquisadores da área de Ensino de Ciências.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, M. J. P. M.; PAGLIARINI, C. R. Leitura na Educação em Ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 22, n. 2, p. 271-277, 2016.
- ASSIS, A. **Leitura, argumentação e ensino de Física: Análise da utilização de um texto paradidático em sala de aula**. UNESP. Bauru-SP. 2005.
- ASSIS, V. D. D. **Um estudo de caso da aversão da disciplina de Física numa escola da rede estadual da Paraíba**. Monografia Especialização em Fundamentos da Educação - UEPB. Campina Grande. 2014.
- BACICH, L.; MORAN, J. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. eletrônica. ed. Porto Alegre: Penso, 2018.
- BOZELLI, F. C.; NARDI, R. **Analogias e metáforas no ensino de Física: o discurso do professor e o discurso do aluno**. XVI SNEF - Simpósio Nacional de Ensino de Física. Rio de Janeiro: [s.n.]. 2005. p. 1 - 4.
- BRASIL. **PCN Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. MEC/SEF. Brasília. 1997.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Parte III – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Brasília: MEC/SEMTEC. 1999.
- BRASIL. **PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. MEC, SEMTEC. Brasília. 2002a.
- BRASIL. **PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Linguagens, Códigos e suas Tecnologias**. MEC, SEMTEC. Brasília. 2002b.
- BRUCE, C. **As aventuras científicas de Sherlock Holmes: o paradoxo de Einstein e outros mistérios**. Rio de Janeiro: Zahar, 2002.
- BRUNER, J. **Actos de significado**. Lisboa: edições 70, 2008b.
- BRUNER, J. S. **Sobre a teoria da instrução**. 1ª. ed. São Paulo: PH, 2006.
- BRUNER, J. S. **Sobre o conhecimento - Ensaio da mão esquerda**. 1ª. ed. São Paulo: Phorte, 2008a.
- CACHAPUZ, A.; PRAIA, J.; JORGE, M. Da educação em ciência às orientações para o ensino das ciências: um repensar epistemológico, Bauru, v. 10, n3, p. 363 - 381, 2004.
- CAPECCHI, M. C. V. M.; CARVALHO, A. M. P.; SILVA, D. D. Relações entre o discurso do professor e a argumentação dos alunos em uma aula de Física, **Belo Horizonte**, v. 2, n2, p. 152 - 166, Jul - Dez 2002.
- CARVALHO, A. M. P. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (. **Ensino de ciências por investigação - Condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage, 2013. p. 1 - 20.
- CHASSOT, A. **A ciência por meio dos tempos**. 2ª. ed. São Paulo: Moderna, 2004.
- CIMA, R. C. **Causas pelas quais os alunos reduzem o interesse pela Física na transição do ensino fundamental para o médio na perspectiva da**

supervisão escolar de escolas particulares de porto alegre e região metropolitana. Dissertação de Mestrado - PUCRS. Porto Alegre. 2014.

CORREIA, D.; DECIAN, E.; SAUERWEIN, I. P. S. Leitura e argumentação: potencialidades do uso de textos de divulgação científica em aulas de Física do ensino médio. **Ciência Educação**, Bauru, v. 23, n. 4, p. 1017-1034, 2017.

CORREIA, D.; SCHIRMER, S. B.; SAUERWEIN, I. P. S. **Leitura, escrita e o ensino de Física:** possibilidades e desafios a partir de uma oficina para o pibid. VI Seminário Nacional de Pesquisa em Educação. Santa Cruz do Sul: [s.n.]. 2016. p. 1-10.

DAHLSTROM, M. F. Using narratives and storytelling to communicate science with nonexpert audiences. **PNAS**, Madison, v. 111, suppl.4, p. 13614 - 13620, Set 2014.

DIESEL, A. **Estratégias de compreensão leitora: uma proposta de atividades desenvolvidas sob a perspectiva das metodologias ativas de ensino.** UNIVATES. Lajeado-RS, p. p.13-41. 2016.

DOHME, V. **Técnicas De Contar Histórias:** Um Guia Para Os Adultos Usarem As Histórias Como Um Meio De Comunicação E Transmissão De Valores. Rio de Janeiro: Vozes, v. 2, 2013.

DOMINGOS, A. A. Storytelling: Fenômeno da era da liquidez. **SIGNUM: Estudos Linguísticos**, Londrina, jul 2008. 93-109.

FARIAS, M. C. M.; SILVA, F. B. **O ensino de leitura com estratégias de Solé: uma proposta para professores das diversas áreas do conhecimento.** Secretaria da Educação do Estado do Paraná. [S.l.]. 2016.

GALILEI, G. **Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo ptolomaico e copernicano.** São Paulo: editora 34, 2011.

GILMORE, R. **Alice no país do Quantum.** Rio de Janeiro: Zahar, 1998.

GIROTTI, C. G. G. S.; SOUZA, R. J. **Estratégias de leitura:** para ensinar alunos a compreender o que leem. In: Ler e compreender: estratégias de leitura. Campinas: Mercado das Letras, 2010. 45-114 p.

GURGEL, I.; WATANABE, G.; PIETROCOLA, M. **A elaboração de narrativas em aulas de Física - A aprendizagem em Ciências como Manifestação Cultural.** 1ª. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2017.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física:** Gravitação, Ondas e Termodinâmica. 10ª. ed. Rio de Janeiro: LTC, v. II, 2016.

HELERBROCK, R. Condução térmica. **BrasilEscola**, 2022. Disponível em: <<https://brasilescola.uol.com.br/fisica/conducao-termica.htm>>. Acesso em: 04 janeiro 2022.

HEWITT, P. G. **Física conceitual [recurso eletrônico].** Tradução de Trieste F Ricci. 12ª. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

KNIGHT, R. **Física 2 [recurso eletrônico]:** uma abordagem estratégica. 2ª. ed. Porto Alegre: Bookman, v. II, 2009.

KNIGHT, R. **Física 4 [recurso eletrônico]:** uma abordagem estratégica. 2ª. ed. Porto Alegre: Bookman, v. IV, 2009.

KRUMMENAUER, W. L.; WANNMACHER, C. M. D. Possíveis causas para o desinteresse pela Física na educação de jovens e adultos na região do vale do rio dos sinos. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 4, n1, p. 28-44, jan/abr 2014.

- LEITE, Á. E.; GARCIA, N. M. D. Leitura na escola. mas, até em Física? **EDUCERE**, p. 8583-8594, 2009.
- LIMA, M. C. B.; ALVES, L. D. A.; LEDO, M. R. A. G. Contando história... apresentamos a Física. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 13, n2, p. 89-107, ago 1996.
- LOUREIRO, B. C. O.; SANTOS, B. M. Concepções da componente curricular de Física de estudantes do 2º ano do Ensino Médio. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v. 4, suppl.4, p. 185-199, 2017.
- MARCHI, F.; LEITE, C. Possibilidades de leitura no Ensino de Física. **Leitura: Teoria & Prática**, v. n.58, p. 1486-1497, jun 2012.
- MARTIN, K.; MILLER, E. Storytelling and Science. In: KIEFER, B. **Toward a Whole language classroom**. Urbana: ERIC, 1990. p. 63-68.
- MENEGOTTO, J. C.; ROCHA FILHO, J. B. D. Atitudes de estudantes do ensino médio em relação à disciplina de Física. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 7, n2, p. 298-312, 2008.
- MODESTO, I. M.; ROCHA, J. B.; BITENCOURT, R. B. **As novas tecnologias e a contação de histórias em sala de aula**. 3º Simpósio Hipertexto e Tecnologias na Educação: rede sociais e aprendizagem. Recife: UFPE. 2010.
- MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 7, n3, p. 283-306, 2002.
- NEDER, D. L. D. S. M. et al. Importância da contação de histórias como prática educativa no cotidiano escolar. **Pedagogia em ação**, v. 1, n1, p. 61-64, jan/jun 2009.
- NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física básica: Fluidos, Oscilações e Ondas, Calor**. 4ª. ed. São Paulo: Blucher, v. II, 2010.
- OLIVEIRA, C. M. D. O discurso dos alunos e do professor – um vínculo comunicativo entre a comunidade e a escola. **REVEL - Revista Virtual de Estudos da Linguagem**, v. 4, n4, mar 2005.
- ORLANDI, E. P. **Análise de discurso: princípios e procedimentos**. 8ª. ed. Campinas: Pontes, 2009.
- PEREIRA, A. S. et al. **Um estudo exploratório das concepções dos alunos sobre a Física do ensino médio**. XVII SNEF - Simpósio Nacional de Ensino de Física. São Luis: [s.n.]. 2007.
- PIASSI, L. P.; PIETROCOLA, M. **Quem conta um conto aumenta um ponto também em Física: Contos de ficção científica na sala de aula**. XVII SNEF - Simpósio Nacional de Ensino de Física. São Luis: [s.n.]. 2007.
- PIRES, A. S. T. **Evolução das ideias da Física**. 2ª. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2011.
- RATTI, I. C. C.; ORNELLAS, S. M. B.; ASSIS, V. B. Contação de histórias: do lúdico ao desenvolvimento cognitivo. **Revista Conexão Eletrônica**, v. 14, n1, p. 964-971, 2017.
- REGATIERI, L. D. P. R. Didatismo na contação de história. **Revista em extensão**, v. 7, n2, p. 30-40, 2008.
- ROSA, V.; ROSA, S. S.; LEONEL, A. A. A arte de escrever contos para a aprendizagem significativa de conceitos científicos. **Aprendizagem**

- Significativa em Revista (Meaningful Learning Review)**, v. 5, n1, p. 33-56, 2015.
- ROWCLIFFE, S. . Storytelling in science. **School Science Review**, v. 1, p. 121-126, 2014.
- SALES, J. Efeito Zeigarnik: o que é e como afeta a sua produtividade. **Produtivamente**, 2018. Disponível em: <<https://blogprodutivamente.wordpress.com/2018/04/11/efeito-zeigarnik-o-que-e-como-afeta-produtividade/>>. Acesso em: 20 Junho 2021.
- SANTOS, V. E. N. **Guia de leitura : um caminho possível para a formação leitora do aluno do 9º ano**. UFRN/UEM. Maringá-PR, p. 13-43. 2019.
- SETLIK, J.; HIGA, I. Leitura e produção escrita no ensino de Física como meio de produção de conhecimentos. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 9, n.3, p. 83-96, 2014.
- SILVA, E. T. **Ciência, leitura e escola**. In: ALMEIDA, M. J. P. M.; SILVA, H. C. (Org.). *Linguagens, leituras e ensino de ciências*. Campinas: Mercado das Letras, p. 121-130, 1998.
- SILVA, J. R. M. S.; SOUZA, R. J. O ensino das estratégias de compreensão leitora: uma proposta com livros de literatura infantil. **Nuances: estudos sobre Educação**, Presidente Prudente-SP, v. 27, n. 2, p. 192-205, mai/ago 2016.
- SILVA, L.; FREIRE, M. L. D. F. **Julgamentos dos alunos sobre a Física do ensino médio**: um relato de experiência. IV ENID - Encontro de Iniciação à Docência da UEPB. João Pessoa: Realize. 2014.
- SILVA, M. D. O. et al. **Prática de leitura, interdisciplinaridade e investigação**: um viés possível no ensino de Física. *Práticas de iniciação à docência na região sul*. São Leopoldo-RS: [s.n.]. 2017.
- SILVA, M. O.; GARCIA, M. M. A. S.; SILVA, R. D. C. . Contação de histórias infantis: promovendo a imaginação e o lúdico. **Revista ELO**, v. 2, n1, p. 51-74, 2013.
- SISTO, C. . **Textos e pretextos sobre a arte de contar histórias**. Belo Horizonte: Aletria, 2012.
- SOLÉ, I. **Estratégias de leitura [recurso eletrônico]**. 6ª. ed. Porto Alegre: Penso, 1998.
- SOUZA, R. J.; BARBOSA, G. A. S.; HERNANDES, E. D. K. Estratégias de leitura aplicadas ao conto: uma proposta para a sala de aula. **Revista do Programa de Pós-Graduação em Letras da Universidade de Passo Fundo**, Passo Fundo - RS, v. v. 15, n. 1, p. 62-73, jan/abr 2019.
- TAHAN, M. **A arte de ler e contar histórias**. 3ª. ed. Rio de Janeiro: Conquista, 1961.
- TAHAN, M. **O homem que calculava**. 83ª. ed. Rio de Janeiro: Record, 2013.
- VALLE, M. J. O. **A formação do leitor competente: Estratégias de leitura**. [S.l.]. 2010.
- VIGOTSKI, L. S. . **Pensamento e linguagem**. 4ª. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2008.
- VIGOTSKI, L. S. . L. A. R. . L. A. N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. 11ª. ed. São Paulo: Ícone, 2010.

- VIGOTSKI, L. S. **A formação social da mente**. 7^a. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.
- WIKI, C. Bluma Zeigarnik. **wikipedia**, 2021. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Bluma_Zeigarnik>. Acesso em: 20 Junho 2021.
- YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. **Física II, Sears & Zemansky: Termodinâmica e ondas**. 14^a. ed. São Paulo: Pearson, v. II, 2016.
- ZABALA, A. **A prática educativa - como ensinar [recurso eletrônico]**. Porto Alegre: Penso, 2014.
- ZACARIAS, E. D. S.; PASSOS, E. D. J. B. A importância da leitura para o desenvolvimento intelectual e social do indivíduo. **Periódico de Divulgação Científica da FALS**, Guarujá-SP, jun 2010.
- ZANETIC, J. Física e Cultura. **Ciência & Cultura**, v. 57, n3, p. 21-24, 2005.
- ZANETIC, J. Física e Arte: uma ponte entre duas culturas. **Pró-Posições**, v. 17, n49, jan/abr 2006.
- ZANOTELLO, M.; ALMEIDA, M. J. P. M. Leitura de um texto de divulgação científica em uma disciplina de Física básica na educação superior. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 15, n.3, p. 113-130, set-dez 2013.
- ZIMMERMANN, N.; SILVA, H. C. **Os diferentes modos de leitura no ensino de ciências**. Congresso Brasileiro de Leitura. Campinas: [s.n.]. 2007. p. 1-10.

APÊNDICE A: PRODUTO EDUCACIONAL

Este trabalho certamente não propõe uma metodologia magna pela qual toda aprendizagem deva ser pautada. Antes, pretende oferecer aos docentes de Física mais uma ferramenta de ensino, dinamizando as relações educacionais em sala de aulas e estimulando a participação efetiva dos alunos no desenvolvimento de seus conhecimentos, habilidades e competências.

Sabemos que há, infelizmente, uma significativa parcela dos estudantes do Ensino Médio desmotivados e com severas dificuldades em aprender Física, e as causas desse revés são múltiplas e conectadas. Por outro lado, é possível observar que muitas pessoas gostam de ouvir uma boa história ou de acompanhar um enredo, seja este um seriado, novela ou um livro.

Neste sentido, uma possibilidade para levar desta perspectiva para a sala de aula, elevando essa motivação nos estudantes, é propor para a atuação do professor a utilização de narrativas, contos e histórias como recurso didático aplicado a Sequências de Ensino Investigativas – SEI, por meio da leitura e produção textual.

Sob este *modus* de atuação, os alunos podem vir a reconhecer melhor os contextos da Física apresentados por meio de narrativas, sejam estas de situações do dia a dia ou fantasiosas, levando-os a interagir mais com as aulas, com a natureza e até mesmo com os conflitos cognitivos, éticos e sociais que circundam o desenvolvimento científico.

A escolha pelo uso de narrativas não é ingênua, posto que a conscientização e discussão da realidade não se faz obrigatoriamente via realismo. A imaginação e a fantasia podem fazer o mesmo por caminhos subterrâneos, e talvez por isso, com mais agudeza e profundidade.

Portanto, o uso de contos, lendas, fábulas, histórias e similares, dentro da sala de aulas, promove um cenário enriquecedor para a aprendizagem, envolvendo a imaginação e as concepções de realidade dos estudantes num único momento, propiciando aos estudantes vivê-las em sua fantasia, sem que tenha que passar pelas mesmas situações na vida real.

Nessa perspectiva, o professor, em vez de expor conteúdo, convida o aluno a raciocinar, guiando os estudantes nas reflexões inerentes à construção dos novos conhecimentos que lhes interessam.

Esperamos que este material orientativo, com foco no professor, sirva como exemplo de aplicação, sob o tema de termodinâmica, para que mais professores de Física possam compor seus planos de aula valendo-se deste recurso.

APÊNDICE A.1 – ELABORAR UMA SEI COM TEXTOS NARRATIVOS

Uma narração bem construída faz com que o leitor sinta o cheiro das flores, o frio do ambiente, visualize a grama, o céu e o mar. Em se tratando do contexto escolar do ensino de ciências, uma boa narrativa pode ser tão eficaz quanto uma experimentação, com a vantagem de despertar a imaginação de quem ouve e permitir extrapolações que só uma mente criativa e aberta podem vislumbrar.

Usar de fábulas, contos, parábolas e analogias é um jeito seguro e sutil de se falar grandes verdades, esclarecendo causas e efeitos, evidenciando valores e abrindo portas a novas soluções.

Ao contar histórias dois problemas de comunicação são sanados: o entendimento do conteúdo transmitido, introduzindo os elementos desejados de forma abstrata, mas com sentido real; e, ocorre um aumento da capacidade e do tempo de concentração, mantendo o aprendiz atento por um período mais longo.

O que se propõe aqui é um trabalho com textos direcionados sob a metodologia de Sequência de Ensino Investigativa – SEI, em uma prática mais atraente para os alunos, com ênfase na compreensão dos conceitos físicos e na relação destes com coisas e fatos do dia a dia.

O quadro a seguir apresenta uma comparação entre as aulas usando a metodologia tradicional (aulas expositivas) e as aulas pautadas no uso de uma SEI com narrativas.

Ensino tradicional	SEI usando narrativas
As falas são centradas no professor, protagonista único do processo	As falas são compartilhadas entre o professor e os alunos, uma vez que nessa forma de ação todos são protagonistas
A aula é expositiva, tecnicista e oferece uma sequência dedutiva da ciência	A aula surge de forma interativa, conceitual e respeita uma lógica indutiva e investigativa
Resulta no desinteresse do ouvinte (passividade)	Conquista atenção e desperta a curiosidade intrínseca do estudante (ativamente)
Constrói posturas que conduzem a uma certa aversão à Ciência e à Física escolar	Constrói uma relação positiva de afetividade com a Física

Aulas tecnicistas e desconectadas do cotidiano	Os assuntos abordados estão sempre de forma contextualizada e significativa
Professor é protagonista	Todos são protagonistas
Linguagem difícil de ser entendida	Linguagem acessível a todos
Apresenta a ciência como distante da realidade do alunado	Revela temas científicos presentes no cotidiano e abre espaço a debates e investigações
A Física é apresentada de forma matematizada, focando a aplicação de equações e funções objetivando a resolução de exercícios	A Física é vista sob temas específicos, de maneira natural e contextualizada, contemplando essa ciência com o caráter fenomenológico que lhe compete

Certamente que o lado lúdico precisa ser minimizado, mas não ignorado, deixando de usar de fábulas para ocupar os enredos dos contos com um misto de ficção e realidade. Em termos práticos, troca-se o cordial convite do “era uma vez...” e do “num lugar muito distante...”, pelo “o vizinho do meu amigo, uma vez...” e “um dia, lá na casa do meu primo...” ou “Eduardo era um cidadão comum que vivia sua monótona rotina de morador de uma cidade do interior...”, oferecendo um caráter mais realístico ao alunado.

Atestamos que não há intuito aqui de propor uma sequência de conteúdos, antes, o que nos cabe é apenas oferecer uma opção de organização de unidades de ensino no formato de uma sequência investigativa, revelando o papel que cada atividade desempenha, como se articula e se estrutura nesta sequência. Assim, almejamos nestas atividades:

- Que o processo de ensino e aprendizagem da Física se torne um momento agradável, prazeroso e envolvente para a maior parte do alunado, construindo uma relação positiva de afetividade com a Física;
- Que o conhecimento seja construído dentro de uma linguagem acessível e o mais cotidiana possível aos alunos;
- Que os temas venham ser trabalhados de forma coletiva, sob uma ótica socioconstrutivista, interativa, conceitual e que respeite uma lógica indutiva e investigativa;

- Que o processo conquiste atenção e desperte a curiosidade intrínseca do estudante, tornando a o processo de aprendizagem algo natural;
- Que os assuntos sejam sempre abordados de forma contextualizada e significativa;
- Que os temas científicos se mostrem de forma presente no cotidiano, abrindo espaço a debates e investigações;
- Que a Física seja vista sob um contexto específico, de maneira natural e contextualizada, contemplando essa ciência com o caráter fenomenológico que lhe compete.

Para se alcançar o sucesso desejado, a questão problema apresentada aos alunos deve ser bem elaborada, não banal. Deve estar presente em sua cultura, em sua realidade, sua linguagem e seu interesse imediato.

O principal diferencial presente nas diferentes metodologias passa pelo tipo de ordem na qual as atividades são realizadas, determinando uma sequência.

Por isso, acreditamos que uma sequência adequada para unidades de ensino pautadas neste tipo de proposta, utilizando textos narrativos como instrumentos estimuladores do processo investigativo, deve passar pelas etapas:

a) Apresentar um problema, em formato de texto narrativo (original ou não), como atividade motivadora relacionada com uma situação presente na realidade dos alunos, podendo, inclusive, suscitar suas concepções espontâneas por meio de um processo de leitura ativa;

b) Agrupar os alunos, em equipes com três a quatro membros, para que o texto seja debatido e sejam fomentadas e discutidas as respostas intuitivas, permitindo o confronto de ideias e de hipóteses, buscando coletivamente uma explicação às perguntas ou problemas propostos;

c) Conduzir os alunos a selecionar fontes adequadas de informação e planejar como se dará a investigação acerca do problema proposto;

d) Dependendo do caso, se for possível experimentar as hipóteses de alguma maneira, planejar e executar estes testes. Sendo real essa possibilidade, auxiliar os alunos a coletar, classificar e analisar os dados experimentados;

e) Na impossibilidade de experimentação, provocar os alunos a debater, classificar e analisar as ideias aventadas dentro dos pequenos grupos;

f) Consolidar as conclusões alcançadas em forma textual, explorando a realidade por meio do lúdico;

g) Promover um momento de socialização das produções finais.

É certo que propor uma sequência didática ou sequência de ensino investigativa não é algo simples. Torna-se necessário refletir muito sobre o quanto cada etapa vem contribuir na aprendizagem dos alunos, se esta quantidade de atividades é adequada, e como avaliar apropriadamente.

Assim, para permitir ao aprendiz um papel ativo na construção de seu conhecimento, visando que estes sejam alfabetizados cientificamente, sugerimos organizar-se sequências de ensino investigativas percorrendo as etapas que oportunizariam aos alunos o levantamento e teste de hipóteses, passando da ação manipulativa à intelectual, estruturando seu pensamento e apresentando argumentações discutidas com seus colegas e com o professor, recomendamos que as unidades de ensino para as sequências investigativas sejam realizadas dentro da seguinte ordem:

1) Apresentação de um texto contendo uma situação cotidiana

O docente oferece um texto com uma situação que desperte interesse aos alunos, seja por se tratar de uma situação conflitante, curiosa ou pela familiaridade com o contexto apresentado (carta, recortes de notícias, narrativas contextualizadoras, etc., podendo ser ou não de própria autoria). Esse texto deve conter a totalidade da contextualização do tema, sem que haja, de início, a necessidade da intervenção ou complementação do docente na leitura do mesmo, destacando em si os aspectos problemáticos e os que são desconhecidos para os alunos, despertando a comparação entre um conhecimento cotidiano de certos fenômenos e possíveis explicações científicas.

2) Debate para buscar soluções

O docente promove a separação dos alunos em pequenos grupos, de três a cinco integrantes, e pede para que dentro dos grupos exponham diferentes formas de resolver o problema ou a situação, estabelecendo um debate entre as partes, permitindo o surgimento de dúvidas, questões e problemas relacionados com o tema. Nesta etapa, o docente atua facilitando

o trânsito entre os diferentes pontos de vista e promove a discussão em grupo, extraindo as vivências e experiências prévias dos participantes.

3) Comparação entre diferentes pontos de vista

O docente aproveita as propostas dos alunos para provocar conflitos cognitivos e confrontar diferentes formas de analisar a situação problema dentro do grupo durante seu debate de ideias.

4) Busca por fontes de informação

Os grupos são dirigidos, ajudados e desafiados a buscarem pelas fontes de informação mais apropriadas para solucionar as questões presentes no problema: o próprio professor, uma pesquisa bibliográfica, uma experiência, uma observação, uma entrevista, um trabalho de campo.

5) Quebra do processo

Após gerar um clímax de tensão de debates e ideias, fazer uma interrupção no processo (Efeito Zeigarnik), gerando algum incômodo na participação discente, provocando nos mesmos o anseio pela continuidade. Para isso, o docente determina a atividade como temporariamente interrompida, preferencialmente, controlando o tempo para que o horário do fim da aula coincida com este momento.

6) Retomada do processo

O professor, evitando se tornar protagonista do processo, solicita aos discentes que tragam uma síntese do problema desenvolvido e das etapas já realizadas. O contexto também pode ser retomado pelo professor por meio de perguntas direcionadas ao problema já existente, deixando que as soluções sejam encaminhadas pelos estudantes em uma grande roda de conversa.

7) Conclusões

A partir da discussão dos grupos, o docente solicita que cada equipe ofereça em forma de texto (carta, narrativa, e-mail, crônica ou outra expressão escrita) as conclusões com relação às questões e aos problemas debatidos em todas as etapas antecedentes. É importante que essa produção textual não invalide o estilo enviado da atividade proposta, sendo indicado uma carta para responder uma carta, uma narrativa para responder a uma narrativa e assim semelhantemente.

8) Socialização

Os grupos compartilham com os demais as suas produções. Esse momento pode ocorrer em forma de seminário, festival, sarau ou outras formas que combinem com as circunstâncias da atividade.

9) Encerramento e avaliação

O docente finaliza o conteúdo relacionado, podendo fazê-lo sob metodologia tradicional enquanto os alunos tomam notas, permitindo a participação discente a qualquer momento. Nesta etapa final ocorre a formalização dos conceitos pretendidos por parte do(a) professor(a), bem como seus equacionamentos e correlações fenomenológicas e outras possíveis aplicações no cotidiano ou em exercícios, buscando abranger todas as propostas apresentadas pelos estudantes.

Para cada uma dessas etapas, deve-se avaliar o caráter Conceitual (C), Prático (P) e Atitudinal (A) dos conteúdos, competências e habilidades trabalhados, conforme aponta o quadro 6.

Etapa da Sequência de Ensino Investigativa	C	P	A
1 Apresentação de uma situação cotidiana	X	X	X
2 Debate para buscar soluções	X	X	X
3 Comparação entre diferentes pontos de vista	X	X	X
4 Busca por fontes de informação	X	X	X
5 Quebra do processo			X
6 Retomada do processo	X	X	X
7 Conclusões	X	X	X
8 Socialização	X	X	X
9 Encerramento	X	X	X

É importante destacar as questões avaliativas desta unidade de ensino, que vão além da produção textual final dos alunos. Em cada uma das etapas o docente deve avaliar a evolução conceitual de cada grupo, bem como suas questões práticas e atitudinais.

É essencial que haja coerência entre a estrutura da aula e a estrutura da avaliação.

Na maioria das vezes, nos momentos de avaliações, os professores costumam observar apenas o caráter conceitual ou o prático, enquanto aqui pretende-se que os alunos cheguem para além do “saber” ou “saber fazer”, mas as questões atitudinais também pertencem ao escopo do campo educacional, devendo se observar quão cooperativos, interativos, tolerantes etc., os alunos se apresentam ao longo das etapas.

Ratifique-se, porém, que o principal intuito é o de ensinar os conceitos da Física, primando a ela como uma ciência fenomenológica, caráter seu que não pode ser negligenciado. Assim, a unidade de ensino a ser elaborada sob essa proposta deve privilegiar uma compreensão do significado tratando-se, portanto, de um processo de elaboração pessoal.

De certo, uma atividade única ou pontual nunca será suficiente para mudar a conceituação vivencial das crianças, contudo, acreditamos que a utilização de histórias pode ser um caminho interessante a ser seguido.

Para além da atividade realizada e apresentada no capítulo terceiro dessa dissertação, outra semelhante a esta, e bastante inspiradora, é “Escrevendo cartas para Kepler e Galileu”, presente nas páginas 46 a 52 do livro **“A ELABORAÇÃO DE NARRATIVAS EM AULAS DE FÍSICA – A aprendizagem em Ciências como Manifestação Cultural”** de Ivã Gurgel com Graciella Watanabe. Deixamos como sugestão de leitura!