

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA

LUCAS LEANDRO DA ROZA MUNIZ

ATIVIDADES EXPERIMENTAIS PARA O ENSINO DE FÍSICA NOS MANUAIS
DIDÁTICOS DO INSTITUTO AYRTON SENNA

Jaraguá do Sul

2022

LUCA LEANDRO DA ROZA MUNIZ

ATIVIDADES EXPERIMENTAIS PARA O ENSINO DE FÍSICA NOS MANUAIS
DIDÁTICOS DO INSTITUTO AYRTON SENNA

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal de Santa Catarina - IFSC, para a obtenção do diploma de licenciado em Física.

Orientadora: Prof.^a Me. Dilcléia
Dobrowolski

Jaraguá do Sul

2022

LUCAS LEANDRO DA ROZA MUNIZ

ATIVIDADES EXPERIMENTAIS PARA O ENSINO DE FÍSICA NOS MANUAIS
DIDÁTICOS DO INSTITUTO AYRTON SENNA

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título em Licenciatura em Física, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, e aprovado na sua forma final pela comissão avaliadora abaixo indicada.

Jaraguá do Sul, 04 de março de 2022.

Prof.^a. Me. Dilcléia Dobrowolski
Orientadora
Instituto Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Jaison Vieira da Maia
Instituto Federal de Santa Catarina

Prof.^a. Me. Luziane Oliveira Carvalho
Rede Estadual de Ensino de Santa Catarina

Dedico esse Trabalho de Conclusão de Curso à minha amada mãe, que sempre me incentivou

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer

A minha mãe, Silmara, por todo amor e cuidado que sempre teve comigo. Obrigado por sempre se preocupar com a minha educação e por acreditar em mim;

A querida orientadora, professora Me. Dilcléia Dobrowolski pelo carinho, dedicação e apoio durante o desenvolvimento da minha pesquisa. Obrigado pelas conversas motivadoras que tivemos nos encontros de orientação;

A professora Dra. Viviane Grimm e ao professor Dr. Jaison Vieira da Maia pelas contribuições com o projeto de TCC;

A professora Me. Luziane Oliveira Carvalho pelas contribuições para a minha pesquisa;

Aos colegas que fiz durante essa caminhada;

As minhas queridas amigas Gislaine Batista e Jessica Matuchaki. Obrigado pelos momentos de descontração, pelos conselhos, pela amizade e carinho. Esses quatro anos de curso não teriam sido os mesmos sem vocês;

Aos demais professores que contribuíram para a minha formação. Sempre serei muito grato;

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina por me proporcionar o acesso ao ensino superior gratuito e de qualidade.

RESUMO

O presente trabalho de conclusão de curso é uma pesquisa qualitativa, documental, cujo objetivo principal foi analisar os roteiros de experimentos de Física, presentes nos Cadernos do Estudante e nas Orientações para Planos de Aulas, utilizados nas escolas da rede estadual de ensino de Santa Catarina, que adotam a proposta de Ensino Médio Integral, em Tempo Integral, e possuem parceria com o Instituto Ayrton Senna. Neste trabalho apresentamos um breve resgate histórico do ensino de Física no Brasil, até a atual implementação da Base Nacional Comum Curricular. Considerando que os materiais analisados nesta pesquisa foram desenvolvidos pelo Instituto Ayrton Senna, apresentamos também, a história dessa instituição e a sua atuação na educação pública brasileira. Em seguida apresentamos os principais conceitos sobre a experimentação no ensino de Física, como a diferença entre a experimentação didática e a experimentação científica, as diferentes abordagens das atividades experimentais e, por último, discutimos a importância da análise de materiais didáticos. A partir disso, analisamos a abordagem das atividades nos roteiros de experimentos de Física, presentes nesses materiais. Para isso, buscamos inicialmente elencar critérios para análise dos roteiros de experimentos, a partir de um estudo bibliográfico prévio para a revisão dos possíveis instrumentos de coleta e análise de dados. Com as categorias de análise definidas, investigamos os materiais, identificando a abordagem das atividades experimentais. Para caracterizar estes materiais desenvolvemos um questionário que foi aplicado com um professor que trabalha em uma escola, que adota o Caderno do Estudante e as Orientações para Planos de Aulas. Esse questionário foi aplicado para definir o material e a forma como os manuais são desenvolvidos, revisados e atualizados, visto que são encontradas poucas informações na internet. Após a análise dos roteiros de experimentos foi possível constatar que a maior parte possui Grau 2 e 3 de liberdade intelectual, o que evidencia a predominância das abordagens demonstrativas e verificativas. Analisando os roteiros percebemos que os Cadernos dos Estudantes apresentam, predominantemente a abordagem verificativa e as Orientações para Planos de Aulas a abordagem demonstrativa. Por mais que a maioria das atividades experimentais apresentadas sejam verificativas e demonstrativas, elas são desenvolvidas de forma mais flexível. Dessa forma, para as atividades demonstrativas são adotadas demonstrações abertas, que permitem maior participação do estudante. O mesmo ocorre com as atividades verificativas, que no fim permitem uma maior participação do estudante na discussão dos resultados. A partir disso, concluímos que os materiais analisados apresentam diversos elementos investigativos, por mais que sejam apresentadas poucas atividades experimentais com abordagem completamente investigativa. Ademais, defendemos a aproximação das práticas experimentais científicas, das práticas experimentais desenvolvidas nas escolas.

Palavras-Chave: Roteiros de Experimentos. Abordagem dos experimentos, Manuais didáticos

ABSTRACT

The present end-of-course paper is a qualitative, documentary research, whose main objective was to analyze the scripts of Physics experiments present in the Student's Notebooks and in the Guidelines for Lesson Plans used in the schools of the state education system of Santa Catarina, which adopt the Full Time High School proposal and have a partnership with the Ayrton Senna Institute. In this paper we present a brief historical review of Physics teaching in Brazil, up to the current implementation of the Common National Curricular Base. Considering that the materials analyzed in this research were developed by the Ayrton Senna Institute, we also present the history of this institution and its performance in Brazilian public education. Then we present the main concepts about experimentation in Physics teaching, such as the difference between didactic experimentation and scientific experimentation, the different approaches to experimental activities and, finally, we discuss the importance of the analysis of teaching materials. Based on this, we analyze the approach of the activities in the scripts of Physics experiments, present in these materials. To do so, we initially tried to list the criteria for the analysis of the experiment scripts, based on a previous bibliographic study to review the possible instruments for data collection and analysis. With the analysis categories defined, we investigated the materials, identifying the approach of the experimental activities. To characterize these materials we developed a survey that was applied with a teacher who works in a school that adopts the Student Workbook and the Guidelines for Lesson Plans. This survey was applied to define the material and the way the handbooks are developed, revised and updated, since little information is found on the internet. After the analysis of the experiment scripts it was possible to see that most of them have grades 2 and 3 of intellectual freedom, which shows the predominance of the demonstrative and verifying approaches. Analyzing the scripts we noticed that the Student Workbooks predominantly present the verifying approach and the Guidelines for Lesson Plans the demonstrative approach. Although most of the experimental activities presented are verifying and demonstrative, they are developed in a more flexible way. Thus, for the demonstrative activities open demonstrations are adopted, allowing greater student participation. The same occurs with the verifying activities, which in the end allow greater student participation in the discussion of the results. From this, we conclude that the analyzed materials present several investigative elements, even though few experimental activities with a completely investigative approach are presented. Furthermore, we advocate the approximation of scientific experimental practices to the experimental practices developed in schools.

Key-Words: Experimental Guides. Approach to Experiments, Textbooks

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Principais mudanças estabelecidas pela Lei Nº 13.415/2017.....	21
Figura 2 - Resumo da história do Instituto Ayrton Senna.	23
Figura 3 - Tipos de materiais didáticos.....	31
Figura 4 - Marcos das políticas públicas em torno dos livros didáticos.	32
Figura 5 - Capa de um dos CEs de Ciências da Natureza.....	47
Figura 6 - Elementos pré-textuais dos CEs.....	47
Figura 7 - Sistema de Atividade e Ficha do CE.	48
Figura 8 - Capa de uma das OPAs de Ciências da Natureza.....	49
Figura 9 - Sumário apresentando os elementos pré-textuais de uma das OPAs.	49
Figura 10 - Mapa das Atividades - OPA Ciências da Natureza – 2ºano/ 2º bimestre.	50
Figura 11 - Sugestão para as aulas - OPA Ciências da Natureza – 2ºano/ 2º bimestre.....	50
Figura 12 - Resumo da Atividade - OPA Ciências da Natureza – 2ºano/ 2º bimestre.	51
Figura 13 - Graus de liberdade intelectual dos CEs e das OPAs.	58
Figura 14 - Graus de liberdade intelectual dos CEs.	59
Figura 15 - Graus de liberdade intelectual das OPAs.....	59
Figura 16 - Categorias de análise.	61
Figura 17 - Desdobramentos da análise.	63
Figura 18 - Elementos de análise.....	64
Figura 19 - Abordagem das atividades experimentais.....	64
Figura 20 - Abordagem das atividades experimentais presentes nos CEs.	65
Figura 21 - Abordagem das atividades experimentais presentes nas OPAs.	66

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Graus de liberdade intelectual em atividades experimentais	28
Quadro 2- Materiais analisados.....	36
Quadro 3 - Categorias de análise, seus desdobramentos e elementos de análise...38	
Quadro 4 - Códigos de identificação dos roteiros.....	41
Quadro 5 - Classificação das etapas para análise dos roteiros provenientes das OPAs.	43
Quadro 6 - Quantidade de roteiros de experimentos de acordo com o ano e o bimestre.....	53
Quadro 7 - Categorias para compreensão da organização dos roteiros de experimentos.....	54

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BID - Banco Interamericano de Desenvolvimento

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

CE - Caderno do Estudante

CNE - Conselho Nacional de Educação

EMITI - Ensino Médio Integral em Tempo Integral

ENEM - Exame Nacional do Ensino Médio

FIESC - Federação das Indústrias de Santa Catarina

FNDE - Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação

FUNBEC - Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências

IAS – Instituto Ayrton Senna

IBECC - Instituto Brasileiro de Educação, Ciências e Cultura

IFSC - Instituto Federal de Santa Catarina

LD - Livro Didático

LDB - Lei de Diretrizes e Bases

MEC - Ministério da Educação

NEM - Novo Ensino Médio

OPA - Orientação para Planos de Aulas

PCN/EM - Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

PNBE - Programa Nacional Biblioteca da Escola

PNE - Plano Nacional de Educação

PNLD - Programa Nacional do Livro e do Material Didático

PSSC - Physical Science Study Committee - Em português: Comitê de Estudo de Ciências Físicas

SED/SC - Secretaria de Estado da Educação de Santa Catarina

SEE - Secretarias Estaduais e Distrital de Educação

UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	14
2.1 Objetivo Geral.....	14
2.2 Objetivos específicos.....	14
3 JUSTIFICATIVA	15
4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
4.1 Ensino de Física no Brasil: resgate histórico.....	17
4.2 Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e o ensino de Física.....	18
4.3 Instituto Ayrton Senna	21
4.4 Experimentação no ensino de Física.....	26
4.5 Materiais didáticos	30
5 METODOLOGIA	35
5.1 Caracterização do estudo.....	35
5.2 Caracterização das fontes	36
5.3 Os instrumentos de coleta de dados.....	37
5.4 Levantamento de dados	41
6 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	46
6.1 Caracterização do material.....	46
6.1.1 Organização do material	46
6.1.2 Desenvolvimento, revisão e atualização do material.....	51
6.2 Análise inicial dos roteiros de experimentos.....	53
6.3 Abordagens das atividades experimentais	55
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	70
REFERÊNCIAS	72
APÊNDICE A – E-mail enviado para a Secretaria de Estado da Educação de Santa Catarina (SED/SC)	78
APÊNDICE B - Questionário	80
APÊNDICE C - Quadro de dados das categorias	82
APÊNDICE D - Quadro de dados dos desdobramentos	83
APÊNDICE E - Quadro de dados dos elementos de análise	84
ANEXO A - Quadro original desenvolvido por Ferreira, Corrêa e Silva (2019) ..	85
ANEXO B - Roteiros de experimentos analisados nesta pesquisa	86

1 INTRODUÇÃO

Em geral o livro didático é um dos materiais didáticos mais utilizados no ensino básico, nele os professores e os alunos têm acesso a: exercícios, leituras complementares, os principais conceitos da disciplina, entre outros conteúdos que podem ser empregados no processo de ensino e aprendizagem. Embora seja o recurso didático mais adotado, existem instituições que utilizam, também, outros tipos de materiais didáticos, como o manual didático, caderno de atividades, guia do aluno, guia do professor, entre outros.

O principal objetivo desses materiais didáticos é facilitar o cotidiano do ensino básico, como fonte do conteúdo teórico e de possibilidades de atividades que envolvam estes conceitos. Os experimentos representam uma parcela das atividades propostas na maioria dos materiais didático-pedagógicos no ensino de Física e constituem o cerne desta pesquisa.

Diversos autores ressaltam a importância da utilização da experimentação no ensino de Física. Para *Séré et al* (2003), graças às atividades experimentais, o aluno é incitado a não permanecer no mundo dos conceitos e no mundo das linguagens, tendo a oportunidade de relacionar esses dois mundos com o mundo empírico. Dessa forma as atividades experimentais podem contribuir para a aprendizagem dos alunos, uma vez que elas dão sentido a todo o conhecimento teórico e abstrato que é visto em sala de aula, permitindo o desenvolvimento do pensamento crítico.

O interesse pela experimentação no Ensino de Física surgiu a partir da minha trajetória acadêmica, no Curso de Licenciatura em Física no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC). O primeiro contato que tive com esse tema em sala de aula, não sendo aluno, foi durante a realização da primeira intervenção como bolsista de iniciação à docência, do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), onde desenvolvemos um projeto com o objetivo de levar até os estudantes, do segundo ano do Ensino Médio, uma série de experimentos de óptica, desenvolvidos com alguns materiais do laboratório do IFSC. No final obtivemos, através de um questionário, a opinião dos estudantes sobre o conteúdo e sobre o impacto do uso dos experimentos na aprendizagem deles. Desenvolvi outros trabalhos sobre essa temática nas disciplinas do curso e com outras turmas no PIBID.

Essas diferentes experiências vivenciadas, despertaram, ainda mais, meu interesse em continuar pesquisando esse tema. E a partir disso surgiu a ideia de desenvolver esta pesquisa, com o objetivo de me aprofundar nas discussões sobre a experimentação no ensino de Física.

Em relação aos materiais pesquisados, foi através do Programa de Residência Pedagógica, desenvolvido em uma escola que adota a proposta de Ensino Médio Integral em Tempo Integral (EMITI) que tive o primeiro contato com os materiais desenvolvidos pela SED/SC em parceria com o Instituto Ayrton Senna, mais especificamente o Caderno do Estudante (CE) e as Orientações para Planos de Aulas (OPA), e a partir das discussões com a professora preceptora e a professora orientadora do programa, me interessei em analisá-los.

Cabe destacar que vários autores concordam que a experimentação é uma ferramenta importante para o ensino de Física, visto que pode contribuir para a aprendizagem dos alunos, uma vez que dá sentido a todo o conhecimento teórico e abstrato que é visto em sala de aula. Entretanto, os autores que pesquisam essa área do ensino de Física levantam críticas relacionadas aos objetivos e a abordagem dessas atividades experimentais dentro das salas de aula da educação básica. Outros pontos também são criticados, como a má formação inicial e continuada dos professores que muitas vezes não possibilitam a discussão sobre esse assunto e a falta de material e estrutura física nas escolas (GIANI, 2010).

Levando em consideração essas críticas, fica claro a importância da avaliação e a seleção de materiais que apresentem roteiros com atividades experimentais, tanto pelo professor, como um dos sujeitos que participam da seleção de materiais didáticos que serão adotados no ensino de Física, como pela comunidade científica que pesquisa esses materiais.

A partir disso, a questão norteadora deste trabalho buscou entender como são propostas as atividades experimentais de Física e quais são as suas abordagens nos roteiros presentes nesses materiais disponibilizados aos alunos e professores.

Para responder essa questão, realizou-se um estudo com o objetivo de analisar a abordagem dos roteiros experimentais de Física, presentes nesses materiais, buscando em primeiro lugar, reunir critérios para análise dos roteiros de experimentos a partir de um levantamento prévio das categorias utilizados por outros autores, para assim poder identificar a abordagem das atividades experimentais. O

método que foi empregado consiste em uma análise qualitativa e documental utilizando uma série de categorias que serão apresentadas no decorrer do texto. Utilizou-se também, um questionário que foi aplicado com um dos professores que trabalha com estes materiais na disciplina de Física, em uma escola da rede estadual de Santa Catarina, com o objetivo de entender como eles são desenvolvidos, revisados e atualizados.

Levando em conta o cenário educacional atual, com a implementação do novo ensino médio, essa pesquisa pode contribuir para o aperfeiçoamento dos materiais didáticos que são destinados às aulas de Física, podendo servir como inspiração para o desenvolvimento de roteiros de experimentos, para materiais didáticos e/ou aperfeiçoamento das práticas experimentais.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

- Analisar a abordagem dos roteiros de experimentos de Física presentes nos Cadernos do Estudante e nas Orientações para Planos de Aulas do Instituto Ayrton Senna, disponibilizados aos alunos e professores da rede estadual de ensino de Santa Catarina.

2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar os materiais didáticos que apresentam os roteiros de experimentos de Física;
- Elencar critérios para análise dos roteiros de experimentos, a partir do levantamento do referencial teórico;
- Identificar a natureza das atividades experimentais presentes nos roteiros;
- Discutir o papel das atividades experimentais presentes nos roteiros analisados.

3 JUSTIFICATIVA

A educação brasileira passou por diversas inovações e desafios ao longo da história. De acordo com Claro (2017, p. 14), a partir da implantação de projetos de ensino nacionais e internacionais a experimentação, no ensino de Física, tem sido defendida pelos principais atores da educação brasileira como ferramenta de ensino-aprendizagem. Conseqüentemente, a demanda por uma formação científica, na educação básica, se expandiu e nesse cenário a experimentação passou a estar presente nos materiais didáticos de ciências.

Hodson (1992), considera que as atividades experimentais contribuem com a discussão dos principais conceitos trabalhados dentro da sala de aula, fazendo com que seja despertado o interesse e a curiosidade dos estudantes. O autor discorre acerca da importância do debate sobre os objetivos da experimentação no ensino de ciências, uma vez que essa atividade deve proporcionar uma maior participação dos estudantes e apresentar problemas que estimulem os estudantes a questionar e desenvolver suas ideias.

Apesar de que vários autores concordam que a experimentação contribui para uma aprendizagem significativa e que as atividades extremamente fechadas que seguem uma “receita” devem ser combatidas, são essas atividades do tipo “receita”, as mais realizadas, tanto na educação básica como no ensino superior (PEREIRA; MOREIRA, 2017, p. 273).

Nesse sentido, os livros didáticos e outros materiais didáticos que trazem roteiros de atividades experimentais, podem contribuir para reverter este quadro. Esses materiais oferecem ideias de como implementar atividades experimentais no ensino de Física, e são a fonte que os professores da educação básica utilizam quando pretendem inserir a experimentação em suas aulas. Dessa forma surge a necessidade de pesquisas que busquem analisar as atividades que são propostas por esses materiais.

Levando em consideração essas discussões, a motivação para o desenvolvimento deste trabalho, reside também no potencial que pesquisas voltadas para esse tema têm para melhorar o ensino de Física. Além de que são encontradas poucas pesquisas que buscam analisar o conteúdo dos roteiros experimentais de livros e outros materiais didáticos, especialmente os materiais analisados neste trabalho.

Desse modo, o presente estudo objetivou analisar os roteiros de experimento de Física presentes nos Cadernos do Estudante e nas Orientações para Planos de Aulas desenvolvidos pela SED/SC em parceria com o Instituto Ayrton Senna.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica foi dividida em cinco seções principais. A primeira apresenta um breve resgate histórico sobre o ensino de Física no Brasil, introduzindo os principais acontecimentos que impactaram no desenvolvimento dessa disciplina no ensino básico. A partir dessa primeira seção introduzimos a seguinte, que diz respeito à Base Nacional Comum Curricular e as mudanças na política educacional que permitiram a implementação das escolas de Ensino Médio em tempo integral. Em seguida trazemos a história do Instituto Ayrton Senna e como essa instituição passou a desenvolver parcerias com a educação pública brasileira. As duas últimas seções apresentam, respectivamente, os diferentes conceitos acerca da experimentação no ensino de Física e a importância da análise dos materiais didáticos.

4.1 Ensino de Física no Brasil: resgate histórico

A educação é condicionada pelo contexto histórico em que está inserida. Dessa forma, ao longo da história, o ensino de Física no Brasil passou por diversas mudanças. Essa subseção do referencial teórico busca apresentar um resgate histórico do ensino de Física no Brasil.

No ensino secundário, a obrigatoriedade da disciplina de física para ingresso no Ensino Superior ocorreu apenas no final do século XIX e, essa disciplina demorou para se destacar no ensino secundário, visto que a escola era extremamente tradicional, centrada no ensino humanístico-literário (JUNIOR E MATTOS, 2012).

Durante o império a disciplina de física era vista no quinto ano do ensino secundário, sendo que apenas 20% das horas de estudo eram direcionadas para a área de matemática e ciências. No período da república, o direito à educação aparece pela primeira vez na constituição de 1934. Nesse período ocorreu um aumento na carga horária para 27,3% na área de ciências e matemática e após a revolução de 1930 houve novo aumento para 33,3% da carga horária. Percebe-se que gradativamente foi ocorrendo um reconhecimento acerca da importância dessa área no currículo no ensino secundário (PILETTI, 1989 apud BEZERRA *et al*, 2009, p. 2).

O maior desenvolvimento no ensino de ciências ocorreu a partir de 1946 com a instauração do Decreto Federal nº 9.355 que proporcionou a criação do Instituto Brasileiro de Educação, Ciências e Cultura (IBECC). A instalação do IBECC

possibilitou o desenvolvimento de atividades como feiras, museus e clubes de Ciências, pesquisas e treinamento de professores. Outra contribuição muito importante, possibilitada pela instalação do IBECC, foi o desenvolvimento de materiais e equipamentos para a inserção de atividades experimentais no ensino básico (NARDI, 2005).

De acordo com Junior e Mattos (2012) o período posterior foi marcado pelas mudanças curriculares, onde muitas escolas passaram a adotar projetos de ensino estrangeiros como o Physical Science Study Committee (em português Comitê de Estudo de Ciências Físicas - PSSC) que foi trazido ao Brasil por intermédio do IBECC-UNESCO com apoio do MEC. A chegada desses projetos estrangeiros propiciou a criação de projetos nacionais, como o Projeto Piloto, e a implementação de políticas para distribuição de livros didáticos.

De acordo com Pinto (2017, p. 27), “a partir do IBECC, em 1967, foi criada a Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências (FUNBEC), cujo principal objetivo era a comercialização de materiais didáticos produzidos pelo Instituto”. O objetivo das duas entidades era “apresentar aos jovens os problemas científicos a serem desenvolvidos por meio de experiências, tirando os jovens suas próprias conclusões ao invés de ler sobre experiências que outros fizeram e conclusões que outros tiraram” (BARRA e LORENZ, 1986, p.1975).

Nas décadas posteriores houve a criação de cursos de pós-graduação e a consolidação de programas de pesquisa no ensino de Física. Houve, também, mudanças nas políticas educacionais, tais como: a Lei de Diretrizes e Bases (LDB), em 1996, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCN - EM), em 1997, o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), em 1998 (PINTO, 2017). Todos esses acontecimentos históricos contribuíram, de certa forma, para o ensino de Física que temos hoje em dia nas escolas de educação básica do Brasil. Importa destacar que a experimentação fez parte de diversos projetos de ensino de Física tanto nacionais como internacionais.

4.2 Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e o ensino de Física

Ao longo da história da educação brasileira, ocorreram diversas reformas educacionais. O contexto atual de Implementação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), através do novo ensino médio, entrará para a história como uma

dessas reformas do sistema de educação do Brasil.

Segundo Marsiglia *et al* (2017, p. 108) “a BNCC foi uma exigência dos organismos internacionais, da Constituição Federal de 1988, da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 2012) de 1996 e de três das metas do Plano Nacional de Educação (PNE) 2014-2024”. A BNCC começou a ser elaborada em 2015, a partir de uma análise dos documentos curriculares. Ainda em 2015 e no ano seguinte, 2016, houve consultas públicas presenciais e on-line. Em relação a essas consultas, a autora destaca que “as entidades e pesquisadores ouvidos foram aqueles que de alguma forma estavam ligados/interessados nas alterações de orientação curricular do país”.

De acordo com o site¹ da BNCC, em 2017, o Ministério da Educação (MEC) encaminhou a última versão do texto ao Conselho Nacional de Educação (CNE), órgão que orienta a implementação da BNCC. No final desse mesmo ano foram aprovadas pelo CNE as partes relacionadas à Educação Infantil e ao Ensino Fundamental, as partes referentes ao Ensino Médio foram aprovadas no final de 2018.

O site da BNCC destaca que o documento está estruturado em:

- Textos introdutórios (geral, por etapa e por área);
- Competências gerais que os alunos devem desenvolver ao longo de todas as etapas da Educação Básica;
- Competências específicas de cada área do conhecimento e dos componentes curriculares;
- Direitos de Aprendizagem ou Habilidades relativas a diversos objetos de conhecimento (conteúdos, conceitos e processos) que os alunos devem desenvolver em cada etapa da Educação Básica — da Educação Infantil ao Ensino Médio (BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR, S.d.).

Em relação à organização, a BNCC justifica a introdução, nos currículos escolares, do desenvolvimento de competências e habilidades:

Essa mesma tendência de elaboração de currículos referenciados em competências é verificada em grande parte das reformas curriculares que vêm ocorrendo em diferentes países desde as décadas finais do século XX e ao longo deste início do século XXI. É esse também o enfoque adotado nas avaliações internacionais da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), que coordena o Programa Internacional de Avaliação de Alunos (Pisa, na sigla em inglês), e da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco, na sigla em inglês), que instituiu o Laboratório Latino-americano de Avaliação da Qualidade da Educação para a América Latina (LLECE, na

¹ Site da BNCC consultado: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/historico>

sigla em espanhol). No âmbito da BNCC, a noção de competência é utilizada no sentido da mobilização e aplicação dos conhecimentos escolares, entendidos de forma ampla (conceitos, procedimentos, valores e atitudes). Assim, ser competente significa ser capaz de, ao se defrontar com um problema, ativar e utilizar o conhecimento construído (BRASIL, 2017, p. 16).

A Lei Nº 13.415/2017 subsidia a implementação da BNCC no ensino médio. De acordo com Branco (2018, p. 60) a reforma do ensino médio foi regulamentada a partir da Lei Nº 13.415, que foi aprovada em fevereiro de 2017, a partir da Medida Provisória Nº 746/2016. Além de regulamentar o novo ensino médio a lei altera alguns artigos da LDB (Lei Nº 9.394/1996) - a Lei do Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação (FUNDEB) (Lei Nº 11.494/2007) e modificou um artigo da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT).

A Lei Nº 13.415/2017 firma o compromisso de ampliar as parcerias público-privadas, para a execução do “Novo Ensino Médio”:

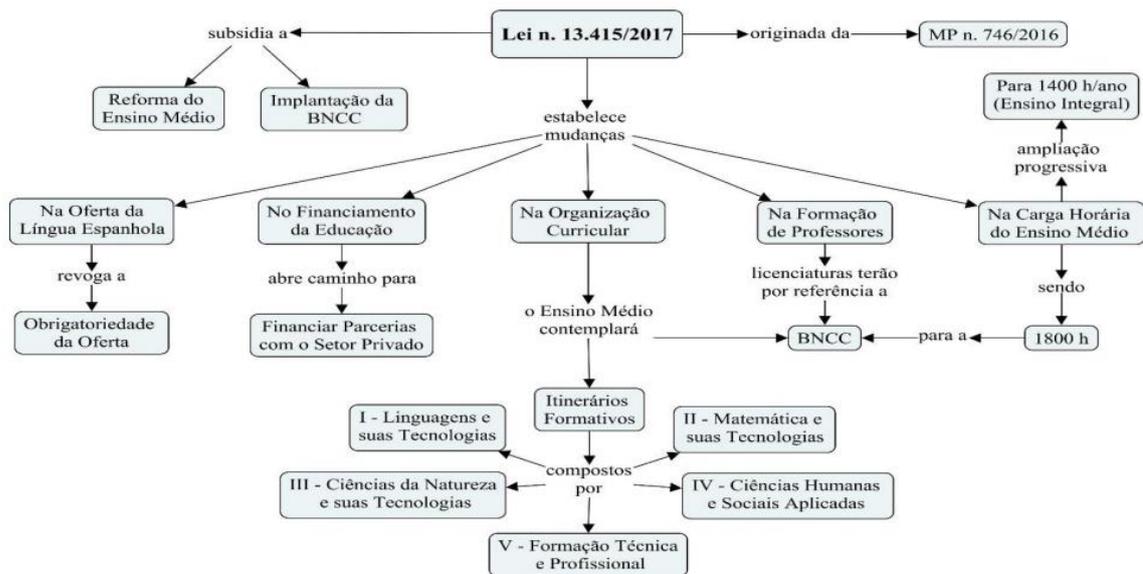
§ 6º A critério dos sistemas de ensino, a oferta de formação com ênfase técnica e profissional considerará:

I - a inclusão de vivências práticas de trabalho no setor produtivo ou em ambientes de simulação, estabelecendo parcerias e fazendo uso, quando aplicável, de instrumentos estabelecidos pela legislação sobre aprendizagem profissional;

II - a possibilidade de concessão de certificados intermediários de qualificação para o trabalho, quando a formação for estruturada e organizada em etapas com terminalidade. (BRASIL, 2017, § 6º do artigo 36).

A figura 1 apresenta as principais mudanças estabelecidas pela Lei Nº 13.415/2017.

Figura 1 - Principais mudanças estabelecidas pela Lei Nº 13.415/2017.



Fonte: Branco (2018).

O Artigo 13 da Lei Nº 13.415/2017 institui no âmbito do Ministério da Educação, a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral, com o objetivo de:

Apoiar a ampliação da oferta de educação de ensino médio em tempo integral nas redes públicas dos Estados e do Distrito Federal por meio da transferência de recursos às Secretarias Estaduais e Distrital de Educação - SEE que participarem do programa conforme os critérios definidos na Portaria nº 727 de 13 junho de 2017 (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2017?).

De acordo com o site da SED/SC², a partir dessa política de fomento à implementação de escolas de ensino médio em tempo integral, em Santa Catarina, foi implementado a proposta de Educação Integral para o Ensino Médio, ou Ensino Médio Integral em Tempo Integral (EMITI), contando com a parceria do Instituto Ayrton Senna e apoio do Instituto Natura.

4.3 Instituto Ayrton Senna

Antes de falar sobre a história do Instituto Ayrton Senna é importante saber quem foi Ayrton Senna. De acordo com Souza (2008) Ayrton Senna, nasceu no dia 21 de março de 1960, em São Paulo. Aos quatro anos de idade, Senna ganhou o

² Site da SED/SC consultado: <https://www.sed.sc.gov.br/programas-e-projetos/27909-ensino-medio-em-tempo-integral>

seu primeiro kart construído pelo seu pai e foi assim que ele começou, através das brincadeiras de corrida nas ruas de sua cidade. Ganhou o primeiro kart de verdade aos nove anos, permitindo que Senna começasse a participar de competições com garotos mais velhos. Aos seus 14 anos já se demonstrava um bom piloto chamando a atenção de todos que o viam nas competições. Sua primeira vitória oficial aconteceu em 1974.

Todos os elementos que comporiam sua reputação na F1 já estavam presentes naquele mundinho amador, juvenil e improvisado do kart. Ayrton passou a ser conhecido por ser fechado e introvertido fora das pistas e extremamente técnico e competitivo dentro delas. Era educado com todos, mas parecia educado até demais e falava o tempo inteiro em questões de motor e desempenho. Sempre tentava fazer as curvas mais rápido que os outros [...] (PIZA, 2003, p. 18).

Ainda, de acordo com Souza (2008), no cenário de corridas de karts brasileiro, Ayrton Senna foi campeão brasileiro quatro vezes seguidas. Nas temporadas de 1977 e 1978 foi campeão sul americano de kart. Aos seus 20 anos, Senna decide deixar o kartismo e seguir para a Fórmula 1, se mudando para a Inglaterra onde conseguiu uma vaga na Van Diemen e começou a treinar e competir, entrando na Fórmula Ford 1600 em 1981, aos 21 anos. Posteriormente começou a correr na Fórmula Ford 2000 onde obteve muito destaque. Todo esse destaque obtido por Senna contribuiu para que o piloto conseguisse ascender para a Fórmula 1, conseguindo, anos depois, um contrato com a McLaren. Consagrando-se como campeão mundial de Fórmula 1, pela primeira vez em 1988, também, recebeu esse prêmio outras duas vezes durante a sua carreira. Em 1994 transferiu-se para a Williams onde disputou três etapas e no mesmo ano, no dia 01 de maio, morreu num acidente durante o Grande Prêmio de San Marino em Ímola, na Itália.

De acordo com Ribeiro (2006, p. 32), “Em São Paulo, o piloto teve funeral acompanhado por mais de dois milhões de pessoas, parando a principal cidade da América Latina, e contando com a presença de grandes nomes do automobilismo, como Emerson Fittipaldi, Jackie Stewart e o próprio Alain Prost”.

Antes de sua morte, Senna chegou a compartilhar com a sua família o desejo de criar alguma ação para ajudar crianças e jovens a desenvolverem-se integralmente, através da educação. Esse desejo inspirou a família do Piloto a criar o Instituto Ayrton Senna (MICHEL, 2010).

A criação do Instituto Ayrton Senna ocorreu em 1994 “[...] como uma

Organização Não Governamental, Sem Fins Lucrativos, cujo objetivo principal é proporcionar o desenvolvimento humano de jovens e adolescentes em parceria com municípios, estados, empresas privadas, universidades e ONG (INSTITUTO AYRTON SENNA, 2011 apud CHAVES, 2012, p. 64).

A figura 2, disponibilizada por Chaves (2012), apresenta um breve resumo da história do Instituto Ayrton Senna desde a sua fundação em 1994.

Figura 2 - Resumo da história do Instituto Ayrton Senna.

<p>1994 – Ayrton Senna lança o personagem Senninha em fevereiro. Fundação do Instituto Ayrton Senna em novembro.</p> <p>1995 – Começa o atendimento a crianças e jovens com o Programa Educação pelo Esporte.</p> <p>1996 - Início da estratégia de atuação em escala, aliando criação de soluções educacionais e mobilização da sociedade.</p> <p>1997 – Lançado o Programa Acelera Brasil.</p> <p>1998 – Início da aliança com a imprensa: 1º Grande Prêmio Ayrton Senna de jornalismo.</p> <p>1999 – A base da construção do conhecimento e das ações educacionais passa a ser o Paradigma do Desenvolvimento Humano e os Quatro Pilares da Educação. Criação do portal www.senna.org.br. Lançados os programas Educação pela Arte e SuperAção Jovem.</p> <p>2001 – Lançado o Programa Se Liga. Criação do SIASI – Sistema Ayrton Senna de Informação.</p> <p>2002 – As soluções educacionais são adotadas em quase todos os Estados brasileiros. Lançado o Programa Gestão Nota 10.</p> <p>2003 – A UNESCO concede a chancela para a Cátedra de Educação e Desenvolvimento Humano.</p>
--

Fonte: Chaves (2012).

Atualmente a principal causa do Instituto Ayrton Senna é a educação integral. De acordo com o site da própria instituição:

Todas as pessoas nascem com o poder de mudar o mundo, mas esse potencial precisa de oportunidades para se desenvolver. A chave para isso é a Educação Integral. Desenvolvendo o ser humano por inteiro, na dimensão cognitiva e sócio emocional, a Educação Integral prepara para viver no século 21 e construir o futuro (INSTITUTO AYRTON SENNA, S.d.).

De acordo com Caetano (2015, p. 125) o programa Educar para o Século 21 está dividido em três áreas: a inovação (Estudos e Publicações, EduLab21, Ideias e Tendências), as soluções educacionais (Ensino Fundamental anos finais e anos iniciais, Ensino Médio, Letramento em Programação) e articulação (Parcerias Educacionais, Políticas Públicas, Fóruns e Seminários).

As soluções educacionais são ações “em parceria com as Secretarias de

educação de cada estado, que introduzem novos modelos de processos de gestão, formação, acompanhamento e avaliação, através de uma nova proposta curricular” (CAETANO, 2015, p. 125).

A partir das soluções educacionais, o ensino médio foi inserido nos programas educacionais do Instituto Ayrton Senna. Dessa forma, no início de 2013 ocorreu a inauguração do Colégio Estadual Chico Anysio, no Rio de Janeiro, primeira escola de Ensino Médio a receber o programa (OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2019, p. 14).

O Ensino Médio é uma das etapas mais desafiadoras da Educação Básica. Desconectada do mundo dos jovens, essa etapa tem grandes índices de abandono e apenas 54,3% dos brasileiros com 19 anos concluíram o Ensino Médio. Dentre os que concluíram, 9,3 % aprenderam o que era esperado em matemática e 27,2 % o que era esperado em português. Para contribuir com a superação desses desafios, o Instituto Ayrton Senna desenvolveu uma proposta de educação integral para o Ensino Médio, que introduz mudanças no dia a dia das escolas, das secretarias de ensino e na relação dos jovens com a escola. Tendo como premissa uma matriz de competências e um conceito de educação integral que não se restringe ao tempo integral, a proposta oferece oportunidades para os estudantes se desenvolverem com autonomia. No âmbito das escolas, há transformações no currículo, que ganha novos componentes de aprendizagem, e nas práticas pedagógicas, que potencializam o papel do professor como mediador do conhecimento. No âmbito das redes de ensino, são construídos novos modelos de gestão, formação, acompanhamento e avaliação. (INSTITUTO AYRTON SENNA apud OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2019, p. 14)

De acordo com o site do Instituto Ayrton Senna, dentre as Soluções Educacionais para o Ensino Médio, o Instituto conta com a Proposta de Educação Integral para o Ensino Médio em parceria com a Secretária de Estado da Educação de Santa Catarina, apoiado pelo Instituto Natura, pela Capes, pelo Movimento Santa Catarina pela Educação, pelo BID e pela FIESC (Federação das Indústrias de Santa Catarina). Foi inspirada na Proposta de Educação Integral para o Ensino Médio no Rio de Janeiro, a qual foi o projeto piloto cujo ponto de partida foi a inauguração do Colégio Estadual Chico Anysio em 2013, como mencionado nos parágrafos anteriores.

Essa proposta, em Santa Catarina, teve início em 2017 e perdura até hoje. O site do Instituto informa que em 2017, 15 escolas estaduais de ensino médio firmaram parceria com essa proposta e em 2018 o número de escolas aumentou para 30.

O site³ apresenta um breve resumo acerca das metodologias e dos principais objetivos da Proposta de Educação Integral para o Ensino Médio:

As metodologias de ensino usadas visam incentivar os jovens a desenvolver competências consideradas importantes para o século 21, como resolução de problemas, responsabilidade, comunicação, abertura para o novo e criatividade. O objetivo é oferecer oportunidades para os estudantes se desenvolverem com autonomia, e tem como premissa uma matriz de competências e conceito de educação integral que prevê a ampliação do tempo na escola, mas não se restringe a essa condição. O desenvolvimento destas competências se dá de forma integrada à aprendizagem dos conteúdos de português, matemática, história, entre outros, por meio de desafios e questões do mundo real, nos quais os jovens colocam em prática habilidades que terão que usar dentro e fora da escola (INSTITUTO AYRTON SENNA, S.d.).

Existem muitos trabalhos acadêmicos que discutem de forma crítica essas parcerias e o modo como o Instituto Ayrton Senna atua no ensino público. Como o objetivo dessa pesquisa não é discutir criticamente esses pontos, vamos apenas apresentar o que vem sendo discutido na literatura, sobre o assunto.

As principais discussões realizadas pelos autores que pesquisam a educação desenvolvida pelo Instituto Ayrton Senna, problematizam as relações entre o público e o privado, principalmente a forte influência dessa organização privada na educação pública brasileira.

Para Ball (2018), a forte atuação de organizações privadas na educação pública não ocorre por acaso, mas sim como forma de transformar a educação em uma oportunidade de comércio.

Como mencionado anteriormente, o Instituto Ayrton Senna é identificado como organização sem fins lucrativos. Entretanto, segundo Scherer, Nascimento e Cossio (2010, p. 9), a partir de 2004, o Instituto se tornou uma Organização da Sociedade Civil de Interesse Público (OSCIP) e a partir dessa mudança pode firmar parcerias com os estados e municípios de todo o Brasil. De acordo com a autora, o instituto vem atuando ao longo desses 28 anos, para se tornar uma grande instituição privada na orientação das políticas públicas de educação no Brasil, “[...] criando uma rede de relações e de influências com outros entes públicos e privados, nacionais e internacionais”.

A crítica dos autores surge como uma preocupação com a autonomia das

³ Link para acesso ao site onde são apresentadas essas informações:
<https://institutoayrtonsenna.org.br/pt-br/como-atuamos/-proposta-de-educacao-integral-para-o-ensino-medio-em-santa-cata.html>

escolas, dos profissionais da educação e com a possibilidade destas organizações privadas comprometerem os projetos educacionais locais e democráticos.

4.4 Experimentação no ensino de Física

Antes de discutir o papel e a importância da experimentação no ensino de Física, faz-se necessário definir o termo experimentação. Para Rosito (2008, p. 196), experiência é “um conjunto de conhecimentos individuais ou específicos que constituem aquisições vantajosas acumuladas historicamente pela humanidade”. Em relação ao experimento, a autora especifica que se trata de um “ensaio científico destinado à verificação de um fenômeno físico”. Já para Pinho Alves (2000, p.205), a experimentação é “uma estrutura orgânica construída historicamente pelos filósofos da natureza, na tarefa de explicar os fenômenos dessa mesma natureza”.

Pinho Alves (2000) ressalta que existem diferenças entre a experimentação proveniente do processo de ensino e aprendizagem e a experimentação que é desenvolvida por cientistas nos laboratórios. Outros autores concordam com Pinho Alves, como Selles (2008), que em seu trabalho trata, entre outras coisas, das diferenças entre a experimentação no ensino de Física (experimentação didática) e a experimentação científica.

[...] imerso na cultura escolar, o método didático de experimentação se diferencia das práticas laboratoriais próprias da produção dos conhecimentos científicos não apenas porque lhe falta suporte material específico, mas porque as forças seletivas ao operarem no interior de uma cultura distinta, acabam por reconfigurar o objeto a ser estudado. Isso requer reconhecer que as especificidades da experimentação didática exigem, por exemplo, resignificação das noções de erro, controle e resultados[...] (SELLES, 2008, p. 611).

De acordo com Marandino *et al.* (2009, p. 105), a experimentação didática, diferente da científica, não considera o erro como um problema, também não pode ser considerada como uma atividade que necessita da inventividade do sujeito que está desenvolvendo, pois trata-se de atividades demonstrativas daquilo que já foi pesquisado e comprovado cientificamente.

É importante conseguir diferenciar a experimentação didática da experimentação científica, para que seja possível compreender as características e objetivos. Desse modo, utilizaremos neste trabalho o termo experimentação didática, empregado por Selles (2008, p. 612), “[...] experimentação didática difere-se da

científica, sem apagar completamente os elementos identificadores do mundo científico, mas conservando traços do contexto de produção que são recontextualizados no ambiente escolar”.

O objetivo é um dos pontos que torna a experimentação didática diferente da experimentação científica. Segundo Amaral (1997, p.14), os principais objetivos da experimentação aliada ao ensino de ciências são:

- ajudar a compreender as possibilidades e os limites do raciocínio e procedimento científico;
- criar situações que agucem os conflitos no aluno, colocando em questão suas formas prévias de compreensão dos fenômenos estudados;
- representar, sempre que possível, uma extensão dos estudos ambientais, quando se mostrarem esgotadas as possibilidades de um fenômeno em suas manifestações naturais, constituindo-se em uma ponte entre o estudo ambiental e o conhecimento formal.

Na educação básica a experimentação pode ser aplicada de diversas formas, como atividades experimentais demonstrativas e de verificação de modelos teóricos, que são associadas, geralmente, a uma abordagem mais tradicional de ensino, pois o professor é a figura principal no desenvolvimento dessas atividades. Existem outras formas, como as atividades de observação e de natureza investigativa que estão relacionadas a uma visão construtivista do ensino, onde o aluno é o sujeito central (ARAÚJO; ABIB, 2003, p. 191).

Carvalho *et al* (2010) utiliza a ideia de Graus de Liberdade Intelectual para analisar as diferentes abordagens das atividades experimentais. A autora utilizou como referência principal os estudos de Grau de Liberdade Intelectual de Pella (1969)⁴ e os estudos de níveis de investigação de Borges (2004)⁵. O quadro 1, abaixo apresenta o quadro desenvolvido por Carvalho *et al* (2010).

⁴Pella, M. O. (1969). The Laboratory and Science Teaching. In H. O. Andersen. **Reading in Science Education for the Secondary School**. London: MacMillan.

⁵Borges, A. T. (2004). Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, 21(Especial), 9–30

Quadro 1 - Graus de liberdade intelectual em atividades experimentais

	GRAU I	GRAU II	GRAU III	GRAU IV	GRAU V
Problema	P	P	P	P	A
Hipóteses	P	P/A	P/A	A	A
Plano de trabalho	P	P/A	A/P	A	A
Obtenção de dados	A	A	A	A	A
Conclusões	P	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe

Fonte: Carvalho *et al* (2010, p. 55)

As letras P e A do quadro representam os Graus de liberdade de professor (P) e alunos (A). Os termos “P/A” indicam que o professor é o principal responsável pela etapa, mas existe uma pequena participação dos alunos. Já o termo “A/P” indica o contrário, sendo o aluno o principal responsável pela etapa da atividade experimental e o professor, coadjuvante neste momento.

O termo “A/P/Classe” que aparece a partir do Grau II de Liberdade Intelectual para a etapa “Conclusões” indica que o aluno, a partir da obtenção dos dados irá elaborar conclusões para a atividade experimental, sendo os sujeitos coadjuvantes na etapa, o professor e os demais alunos.

A partir dos Graus de Liberdade Intelectual, oferecidos aos alunos pelo professor em atividades experimentais, Carvalho *et al* (2010) define as diferentes abordagens dessas atividades. Abaixo, as definições dos diferentes Graus de Liberdade Intelectual segundo Carvalho *et al* (2010, p.55):

- **Grau I:** Em uma atividade experimental de Grau I, o estudante só tem a liberdade intelectual de obter os dados, cabendo ao professor a responsabilidade pelas demais etapas da atividade. Trata-se de uma atividade experimental dentro do modelo de ensino diretivo, onde o estudante deve seguir as instruções ou “receita de bolo” que o professor der, sendo o professor a autoridade máxima. É caracterizado pelas atividades experimentais de comprovação da teoria ou verificativas, onde as conclusões já são conhecidas;
- **Grau II:** Em uma atividade experimental de Grau II, o estudante além de obter os dados, também é o responsável por trazer as conclusões da atividade experimental. Trata-se, ainda, de uma atividade experimental dentro do

modelo de ensino diretivo, onde o professor permite maior participação dos estudantes. Apesar de ser o responsável pela maior parte das etapas da atividade experimental, as hipóteses e o plano de trabalho são discutidos com os estudantes;

- **Grau III:** Em uma atividade experimental de Grau III, o estudante desenvolve um plano de trabalho com a orientação do professor, obtém os dados e tira as conclusões. Trata-se de uma atividade experimental dentro do modelo de ensino por investigação. As hipóteses desenvolvidas pelo professor são discutidas com os estudantes;
- **Grau IV:** Em uma atividade experimental de Grau IV, o estudante, elabora hipóteses, desenvolve um plano de trabalho, obtém os dados e tira as conclusões. Trata-se de uma atividade experimental dentro do modelo de ensino por investigação, representando uma classe mais madura onde o estudante é o protagonista. O professor ainda é o responsável por propor o problema e ao final da atividade auxilia os estudantes na discussão da conclusão;
- **Grau V:** Em uma atividade experimental de Grau V, o estudante é o responsável por todas as etapas da atividade experimental. Esse tipo de atividade experimental é raramente desenvolvida na educação básica, sendo mais comum em Feiras de Ciências.

Vários autores concordam com Hacking (1992), que o objetivo da experimentação não é apenas testar hipóteses para confirmar uma teoria. Consideram essa ideia de experimentação ultrapassada e muito distante do significado de experimentação.

Segundo Hodson (1992) Atividades experimentais investigativas são consideradas mais adequadas, pois promovem o levantamento de questionamentos e a construção de argumentos a partir de observações. Para o autor, essas atividades são essenciais para os estudantes aprenderem como a ciência funciona:

[...] são atividades nas quais os estudantes utilizam os processos e métodos da Ciência para investigar fenômenos e resolver problemas como meios de aumentar e desenvolver seus conhecimentos, e fornecem um elemento integrador poderoso para o currículo. Ao mesmo tempo, os estudantes adquirem uma compreensão mais profunda da atividade científica, e as investigações tornam-se um método, tanto para aprender Ciência, como

aprender sobre a Ciência. (HODSON, 1992, p. 549).

Diversos autores ressaltam a importância da utilização da experimentação no ensino de Física. Para Séré *et al* (2003), graças às atividades experimentais, o aluno é incitado a não permanecer no mundo dos conceitos e no mundo das linguagens, tendo a oportunidade de relacionar esses dois mundos com o mundo empírico. Dessa forma as atividades experimentais podem contribuir para a aprendizagem dos estudantes, uma vez que elas dão sentido a todo o conhecimento teórico e abstrato que é visto em sala de aula, permitindo o desenvolvimento do pensamento crítico.

Ainda que as pesquisas ressaltem a importância da experimentação no ensino de Física, são feitas críticas relacionadas a aplicação da experimentação nas escolas de educação básica, os principais pontos que comprometem a aplicação da experimentação são, a falta de uma estrutura e materiais adequados, a separação da teoria da prática, a má formação dos professores, entre outros. (GIANI, 2010).

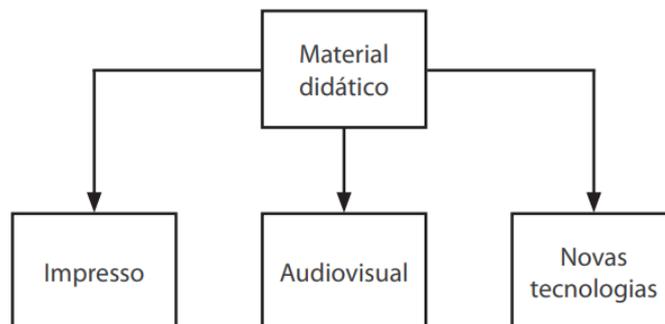
O livro didático (LD) ou outros materiais didáticos, que apresentem roteiros de experimentos, podem ser considerados uma ferramenta que facilita a aplicação dos experimentos nas aulas. O professor pode procurar nesse material o apoio para o desenvolvimento da atividade que deseja aplicar.

4.5 Materiais didáticos

Nesta seção da fundamentação teórica abordaremos a importância da análise dos materiais didáticos, como os livros e outros materiais didáticos disponibilizados para as escolas de educação básica.

Desse modo, iniciaremos definindo o que é um material didático e um livro didático. Bandeira (2009, p. 14) define o material didático como aquele utilizado como ferramenta para o ensino. Como ilustrado na figura 3, abaixo, a autora define três tipos de materiais didáticos diferentes, sendo apenas o impresso, o material de interesse para este trabalho.

Figura 3 - Tipos de materiais didáticos.



Fonte: Bandeira (2009).

A mesma autora divide o material impresso “em coleções ou conjuntos, tais como caderno de atividades, guia do aluno, guia do professor, livro-texto, livro didático, livro paradidático, pranchas ilustrativas, mapas etc”.

Já o livro didático é definido como "qualquer livro, em qualquer suporte - impresso em papel, gravado em mídia eletrônica etc. -, produzido explicitamente para ser utilizado na escola, com fins didáticos" (LIVRES, 2005).

CARVALHO (2008, p. 2) construiu uma linha do tempo apresentando os principais marcos das políticas públicas em torno dos livros didáticos para a educação básica (Figura 4).

Figura 4 - Marcos das políticas públicas em torno dos livros didáticos.

- **1938** - Instituição, pelo Ministério da Educação, da Comissão Nacional do Livro Didático (CNLD) que estabelece condições para a produção, importação e utilização do livro didático. Decreto Lei 1006, de 30/12/1938 (BRASIL, 1938).
- **1966** - Criação da Comissão do Livro Técnico e do Livro Didático (Colted), com o objetivo de coordenar as ações referentes à produção, edição e distribuição do livro didático. (BRASIL, MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 1966)
- **1971** - O Instituto Nacional do Livro (INL) passa a desenvolver o Programa do Livro Didático para o Ensino Fundamental (Plidef), ao assumir as atribuições administrativas e de gerenciamento dos recursos financeiros, até então sob a responsabilidade da Colted (BRASIL, 1971).
- **1976** - A Fundação Nacional do Material Escolar (Fename) torna-se responsável pela execução dos programas do livro didático. (BRASIL, MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 1976).
- **1983** - Criação da Fundação de Assistência ao Estudante (FAE), que passa a incorporar o Plidef. (BRASIL, 1983)
- **1985** - Instituição do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), em substituição ao Programa do Livro Didático para o Ensino Fundamental (Plidef). (BRASIL, 1985).
- **1993** – Instituição, pelo Ministério da Educação, de comissão de especialistas encarregada de avaliar a qualidade dos livros mais solicitados pelos professores e de estabelecer critérios gerais de avaliação. (BRASIL, MEC, 1993).
- **1994** - Publicação do documento *Definição de critérios para avaliação dos livros didáticos* (BRASIL, 1994).
- **1996** - Início do processo de avaliação pedagógica dos livros didáticos (PNLD/1997). (BRASIL, MEC, 1996).
- **1997** - Extinção da Fundação de Assistência ao Estudante (FAE) e transferência da execução do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) para o Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE). (BRASIL, 1997).
- **1999** - Criação da Comissão Técnica do Livro Didático por meio de Portaria Ministerial. (BRASIL, 1999).
- **2001** - Primeira avaliação dos dicionários distribuídos aos alunos do Ensino Fundamental. (BRASIL, MEC, 2001).
- **2002** - O MEC passa a realizar a avaliação dos livros didáticos em parceria com as universidades. (BRASIL, MEC, 2002).

Fonte: Carvalho (2008, p. 2).

Um dos principais marcos foi a criação do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) em 1985. Inicialmente apenas o Ensino Fundamental era

contemplado pelo programa. O ensino médio passou a ser contemplado a partir de 2007. E desde então o PNLD atende todas as disciplinas da educação básica no Brasil (REIS e MARTINS, 2015, p. 4).

O Decreto nº 9.099, de 18 de julho de 2017, unificou as ações de aquisição e distribuição de livros didáticos e literários, anteriormente contempladas pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) e pelo Programa Nacional Biblioteca da Escola (PNBE). Com nova nomenclatura, o Programa Nacional do Livro e do Material Didático – PNLD também teve seu escopo ampliado com a possibilidade de inclusão de outros materiais de apoio à prática educativa para além das obras didáticas e literárias: obras pedagógicas, softwares e jogos educacionais, materiais de reforço e correção de fluxo, materiais de formação e materiais destinados à gestão escolar, entre outros (BRASIL, s.d.)

De acordo com Amaral (2006, p.115), o livro didático está entre os materiais mais utilizados na escola de educação básica, sendo de extrema importância para grande parte dos professores. A autora critica a forma como o livro é utilizado, o professor segue os conteúdos do livro como “receita de bolo”, desenvolvendo as aulas exatamente igual a sequência apresentada nos livros.

Amaral (2006), Fracalanza e Megid Neto (2006) concordam que seguir religiosamente um livro além de restringir o conteúdo ensinado a apenas uma visão de um autor, faz com que o professor não desenvolva a criatividade e a criticidade, impedindo que o mesmo possa expandir seu repertório de conhecimentos.

Segundo Núñez *et al* (2003, p. 3) “É tarefa dos professores complementar, adaptar e dar maior sentido ao livro”. Dessa maneira, o professor não deve ficar preso aos conteúdos do livro, mas ser crítico em relação a eles. O autor defende a importância da capacidade de contornar algumas limitações apresentadas pelos livros didáticos, como por exemplo a falta de contextualização dos saberes para atender às problemáticas locais.

Levando em consideração a relevância do livro e dos demais materiais didáticos para educação básica, conseguimos perceber o quão importante é a avaliação e a seleção destes materiais, tanto pelo professor como um dos sujeitos que participam da seleção dos livros didáticos da escola, como pela comunidade científica que pesquisa esses materiais.

Vários autores, dentre eles, González e Sierra (2004, p. 390), defendem a importância da análise dos livros didáticos. Visto que, esses materiais permitem o estudo dos diferentes enfoques, que eram dados, em diferentes épocas da história, a um determinado conteúdo ou disciplina e, a partir disso, entender a evolução dos

conhecimentos, levando em consideração um período histórico. O livro, ou outro material didático serve como um objeto de análise e reflexão da prática pedagógica.

Pesquisas vêm sendo realizadas buscando analisar diferentes características dos livros e materiais didáticos disponibilizados pelo PNLD, pelo Ministério da Educação (MEC) e pelas Secretarias Estaduais e Distrital de Educação (SEE).

Ferreira, Corrêa e Silva (2019), por exemplo, desenvolveram uma pesquisa qualitativa buscando identificar elementos investigativos em roteiros de experimentos de Química, nos materiais didáticos digitais disponibilizados no portal do professor do Ministério da Educação. Partindo dos estudos de Graus de Liberdade Intelectual de Carvalho *et al* (2010), o autor desenvolveu categorias para a análise desses roteiros de experimentos.

A partir das análises, Ferreira, Corrêa e Silva (2019) conseguiram identificar que os roteiros possuem características inovadoras, visto que os estudantes possuem um papel bem ativo no desenvolvimento dos experimentos. Entretanto, em grande parte dos roteiros analisados, algumas outras etapas da atividade experimental não são desenvolvidas pelos estudantes, a resolução de um problema é uma dessas etapas.

Em seus resultados, o autor discute a definição de problema por parte dos roteiros, sendo essa definição muitas vezes relacionada com uma questão voltada para a aplicação do conceito. A partir desses resultados o autor faz uma reflexão acerca do papel dos experimentos no ensino de química.

As categorias de análise de roteiros de experimentos desenvolvidas por Ferreira, Corrêa e Silva (2019) foram utilizadas nesta pesquisa, para analisar outro tipo de material. Mais informações são apresentadas na metodologia deste trabalho.

Os materiais, aqui analisados são considerados materiais didáticos, levando em consideração a definição de Bandeira (2009), apresentada nos parágrafos anteriores. Entretanto, não são distribuídos pelo PNLD, mas sim pela SED/SC em parceria com o Instituto Ayrton Senna. A seção 5.2 (Caracterização das fontes) da metodologia apresenta mais detalhes sobre esses materiais.

5 METODOLOGIA

A metodologia foi dividida em quatro seções. Na primeira buscamos definir o tipo de pesquisa que foi utilizada para o desenvolvimento deste trabalho. Na seção seguinte apresentamos os materiais que foram analisados. Em seguida trazemos os instrumentos de coleta de dados e por último, indicamos a forma como os dados foram levantados.

5.1 Caracterização do estudo

Tendo em vista os objetivos da pesquisa desenvolvida neste trabalho, a metodologia utilizada para o desenvolvimento da pesquisa se caracteriza como uma análise qualitativa.

A expressão “pesquisa qualitativa” assume diferentes significados no campo das ciências sociais. Compreende um conjunto de diferentes técnicas interpretativas que visam a descrever e a decodificar os componentes de um sistema complexo de significados. Tem por objetivo traduzir e expressar o sentido dos fenômenos do mundo social; trata-se de reduzir a distância entre indicador e indicado, entre teoria e dados, entre contexto e ação (MAANEN, 1979, p.520 apud NEVES, 1996, p. 1).

Importa destacar que a escolha dessa abordagem também se deve ao fato de que não estamos tentando fazer generalizações dos resultados obtidos neste trabalho, para todos os materiais desenvolvidos pelo Instituto Ayrton Senna em parceria com Secretaria de Estado da Educação de Santa Catarina (SED/SC), mas sim compreender a amostra estudada.

Em relação aos procedimentos metodológicos adotados, foi desenvolvida uma pesquisa documental. A pesquisa documental e a pesquisa bibliográfica são bastante semelhantes, ambas utilizam o documento como objeto de investigação, entretanto, existe uma diferença entre os dois métodos de pesquisa. Segundo Gil (2008) a diferença está na natureza do documento. Enquanto a pesquisa bibliográfica utiliza de fontes secundárias, ou seja, das contribuições bibliográficas de autores, a pesquisa documental utiliza de fontes primárias que não receberam nenhum tipo de tratamento analítico.

Desse modo faz-se necessário definir o que é um documento. Segundo Lüdke e André (1986, *apud* KRIPKA, SCHELLER e BONOTTO, 2015, p. 244), documentos

são “materiais escritos que podem ser utilizados como fonte de informação, como leis e regulamentos, normas, pareceres, cartas, memorandos, diários pessoais, autobiografias, jornais, revistas, discursos, roteiros de programas de rádio e televisão até livros, estatísticas e arquivos escolares”. Os documentos que foram analisados por meio desse trabalho são apresentados na próxima seção, (5.2 Caracterização das fontes).

Foi realizada também uma pesquisa de campo utilizando como ferramenta de coleta de dados um questionário. Segundo Prodanov e Freitas (2013, p. 59):

A pesquisa de campo é aquela utilizada com o objetivo de conseguir informações e/ou conhecimentos acerca de um problema para o qual procuramos uma resposta, ou de uma hipótese, que queiramos comprovar, ou, ainda, descobrir novos fenômenos ou as relações entre eles. Consiste na observação de fatos e fenômenos tal como ocorrem espontaneamente, na coleta de dados a eles referentes e no registro de variáveis que presumimos relevantes, para analisá-los.

A pesquisa bibliográfica foi utilizada em conjunto com a pesquisa de campo para fazer um aprofundamento acerca da caracterização do material analisado e para a definição dos instrumentos de coleta de dados. De acordo com Severino (2007, p.122), a pesquisa bibliográfica utiliza como fonte de dados as contribuições bibliográficas como pesquisas, livros, artigos, etc. Ou seja, utiliza os documentos que já são conhecidos pela comunidade de pesquisadores desse tema.

5.2 Caracterização das fontes

A principal fonte deste estudo é a documental, tratam-se dos manuais adotados por uma escola de educação básica de Santa Catarina, desenvolvidos em uma parceria entre o Instituto Ayrton Senna e a Secretaria de Estado da Educação de Santa Catarina (SED/SC). Sendo eles o Caderno do Estudante (CE) e o Caderno de Orientação para Planos de Aulas (OPA). O quadro 2 apresenta os materiais analisados.

Quadro 2- Materiais analisados.

ANO	TÍTULO	NÚMERO DE PÁGINAS
1ºAno	CE* - Física - 1º Bimestre	9
	OPA** - Física - 1º Bimestre	31

	CE - Física - 2º Bimestre	12
	OPA - Física - 2º Bimestre	30
	CE - Ciências da Natureza - 3º Bimestre	16
	OPA - Ciências da Natureza - 3º Bimestre	80
	CE - Ciências da Natureza - 4º Bimestre	35
	OPA - Ciências da Natureza - 4º Bimestre	78
2ºAno	CE - Ciências da Natureza - 1º Bimestre	51
	OPA - Ciências da Natureza - 1º Bimestre	90
	CE - Ciências da Natureza - 2º Bimestre	41
	OPA - Ciências da Natureza - 2º Bimestre	89
	CE - Ciências da Natureza - 3º Bimestre	58
	OPA - Ciências da Natureza - 3º Bimestre	101
	CE - Ciências da Natureza - 4º Bimestre	49
	OPA - Ciências da Natureza - 4º Bimestre	94
3ºAno	CE - Ciências da Natureza - 1º Bimestre	30
	OPA - Ciências da Natureza - 1º Bimestre	72
	CE - Ciências da Natureza - 2º Bimestre	24
	OPA - Ciências da Natureza - 2º Bimestre	72
	CE - Ciências da Natureza - 3º Bimestre	25
	OPA - Ciências da Natureza - 3º Bimestre	101
	CE - Ciências da Natureza - 4º Bimestre	23
	OPA - Ciências da Natureza - 4º Bimestre	93

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

*CE = Caderno do Estudante.

**OPA = Orientação para Planos de Aulas.

Como mencionado anteriormente, o objetivo deste trabalho é analisar os roteiros experimentais apenas da área da Física. Desse modo, o recorte dessa pesquisa se deu levando em conta as seções de Física, dos materiais de Ciências da Natureza apresentados no quadro 2, acima.

5.3 Os instrumentos de coleta de dados

A partir da realização de um estudo bibliográfico prévio acerca da análise de

roteiros experimentais, fez-se a revisão dos possíveis instrumentos de coleta de dados, para escolha daqueles que irão atender os objetivos deste trabalho. Esses instrumentos de coleta de dados são descritos a seguir.

Para investigar a abordagem que as atividades experimentais desses roteiros utilizam adotamos o quadro de graus de liberdade intelectual (Quadro 1 – da seção 4.4 (Experimentação no ensino de Física) da fundamentação teórico) oferecido aos estudantes pelo professor em atividades experimentais. Como mencionado na 6.4 (Experimentação no ensino de Física) da fundamentação teórica, o quadro foi desenvolvido por Carvalho *et al* (2010), tendo como referência principal os estudos de Grau de Liberdade Intelectual de Pella (1969) e os estudos de níveis de investigação de Borges (2004).

Foi utilizado, também, como instrumento para identificar elementos investigativos e conseqüentemente a abordagem das atividades experimentais desses roteiros, uma metodologia parecida com a desenvolvida por Ferreira, Corrêa e Silva (2019). Os autores construíram um quadro de critérios, baseando-se na obra organizada por Carvalho (2013), para analisar os roteiros experimentais de Química disponibilizados no portal do professor do Ministério da Educação. O quadro original, desenvolvido por Ferreira, Corrêa e Silva (2019), é apresentada no Anexo A.

O quadro 3, abaixo, apresenta as categorias com seus respectivos desdobramentos e elementos de análise que foram utilizados neste trabalho. As modificações realizadas no quadro original de Ferreira, Corrêa e Silva (2019) são justificadas nos parágrafos seguintes.

Quadro 3 - Categorias de análise, seus desdobramentos e elementos de análise.

Categorias	Desdobramentos	Elementos de Análise
1. Um problema é proposto?	1.1. Faz parte do cotidiano dos estudantes?	1.1.1. É algo muito distante (muito difícil) para os estudantes?
		1.1.2. Permite a exploração de conhecimentos anteriores, por meio de um contexto conhecido por eles?
	1.2. Possibilita a aprendizagem de novos conceitos?	1.2.1. É uma aplicação direta de conceitos?
		1.2.2. A resolução pode ser facilmente encontrada na internet?
2. Há um momento para	2.1. Fomenta o levantamento de	2.1.1. Os estudantes são solicitados a levantar suas hipóteses?

a resolução do problema?	hipóteses?	2.1.2. Há questões do tipo: Qual a solução para esse problema? O que pode ter acontecido?
	2.2. Fomenta o teste dessas hipóteses?	2.2.1. Os estudantes são solicitados a propor um experimento para testar suas hipóteses?
		2.2.2. Há questões do tipo: Como vocês vão resolver esse problema? Como verificar se suas ideias iniciais estão corretas ou não?
2.3. Os testes destas hipóteses podem ser facilmente manipulados?	2.3.1. Os materiais podem ser encontrados em supermercados, farmácias etc.?	
	2.3.2. Os materiais oferecem riscos à saúde dos estudantes?	
3. Há um momento para a sistematização coletiva dos conhecimentos elaborados?	3.1. Permite a interação entre estudante-estudante e professor-estudante?	3.1.1. Os estudantes possuem um momento para discutir entre si e com o professor?
		3.1.2. Há comandos do tipo: Discuta com seu colega. Explique o que você fez para o seu professor e seus colegas?
	3.2.* Busca relações entre os diferentes níveis de compreensão do conhecimento físico?	3.2.1. Estabelece relações entre os níveis: macroscópico, submicroscópico e simbólico?
		3.2.2.** Há comandos do tipo: Explique esse fenômeno utilizando um modelo, escreva/ desenvolva um esquema/desenho que explique esse fenômeno, etc.?
4. Há um momento para a sistematização individual dos conhecimentos elaborados?	4.1. Permite que o estudante escreva sobre o que aprendeu na aula?	4.1.1. Apresenta atividades para que os estudantes resolvam individualmente?
		4.1.2. Há solicitações do tipo: Escreva um texto sobre o que você aprendeu. Faça um relatório.?
	4.2. Explora outro(s) contexto(s)?	4.2.1. Apresenta outro contexto, utilizando os conceitos construídos no experimento?
		4.2.2. Há questões do tipo: Como você explicaria caso fosse a situação ...? Como resolveria este problema? etc.?

Fonte: Ferreira, Corrêa e Silva (2019).

*O quadro original de Ferreira, Corrêa e Silva (2019) apresenta esse desdobramento da seguinte forma: "Busca relações entre os diferentes níveis de compreensão do conhecimento químico?".

**O quadro original de Ferreira, Corrêa e Silva (2019) apresenta esse elemento de análises da seguinte forma: "Há comandos do tipo: explique esse fenômeno utilizando um modelo, escreva a equação química que represente a reação envolvida etc.".

Como mencionado na descrição do quadro, o desdobramento 3.2. e o elemento de análise 3.2.2. foram modificados. Essa modificação foi necessária visto que os roteiros experimentais que serão analisados a partir desse trabalho são voltados para as aulas de Física e os roteiros analisados por Ferreira, Corrêa e Silva (2019) eram voltados para as aulas de Química.

Também foram feitas modificações nos elementos de análise. Os elementos

de análise foram transformados em interrogações que permitem uma resposta afirmativa ou negativa, o motivo dessa alteração ficará mais compreensível na seção 5.4 (Levantamento de dados), onde é elucidado a forma como os dados foram tratados.

Outro instrumento de coleta de dados utilizado para o desenvolvimento dessa pesquisa foi o questionário. O questionário, segundo Gil (1999, p.128), pode ser definido “como a técnica de investigação composta por um número mais ou menos elevado de questões apresentadas por escrito às pessoas, tendo por objetivo o conhecimento de opiniões, crenças, sentimentos, interesses, expectativas, situações vivenciadas etc.”

O questionário, como instrumento de coleta de dados foi necessário para entender como esses materiais são desenvolvidos e atualizados, visto que são encontradas poucas informações na internet. Levando isso em consideração, este questionário foi utilizado apenas para obtenção de informações acerca do material, não da opinião pessoal do professor. Desse modo, esse instrumento de coleta de dados não faz parte da metodologia de análise dos roteiros de experimentos, servindo apenas como um complemento da pesquisa bibliográfica das características do material analisado. Para complementar as informações coletadas, a partir do questionário, foi enviado um e-mail (Apêndice A) a Secretaria de Estado da Educação de Santa Catarina (SED/SC).

A aplicação do questionário foi realizada em campo com um professor que trabalha em uma escola pública estadual, que oferece o Ensino Médio Integral em Tempo Integral (EMITI) em parceria com o Instituto Ayrton Senna e tem contato com os materiais que foram analisados a partir desse trabalho. Como o objetivo é apenas obter informações acerca do material, não sendo objetivo central desta pesquisa, como foi mencionado nos parágrafos anteriores, o número de entrevistados não interfere nos resultados deste trabalho. O questionário está no Apêndice B deste trabalho.

Os Graus de Liberdade Intelectual de Carvalho *et al* (2010) e as categorias de Ferreira, Corrêa e Silva (2019) foram a base para a análise dos roteiros experimentais, realizada a partir desse trabalho.

5.4 Levantamento de dados

A seleção dos roteiros analisados neste trabalho se deu levando em conta todas as atividades presentes nos materiais apresentados na seção 5.2 (Caracterização das fontes), que envolvessem algum tipo de experimento desenvolvido através de uma demonstração, de uma investigação ou de uma verificação de um fenômeno.

Com o objetivo de identificar os roteiros analisados optou-se pela codificação dos mesmos, de forma ordenada, levando em consideração quatro características dos materiais onde são apresentados, sendo elas: o tipo de material, o ano do ensino médio onde é empregado, o bimestre que é sugerido pelo próprio material e a ordem que o roteiro é apresentado. Essas características foram organizadas da seguinte forma: Primeiro, o tipo de material, sendo, o Caderno do Estudante, indicado na codificação como “CE”, ou as Orientações para Planos de Aulas, indicado como “OPA”. O número seguinte, após o tipo de material, indica o ano do ensino médio, sugerido para o uso do mesmo. O número seguinte indica o bimestre sugerido para o uso do material. O último número, indica a ordem em que o roteiro é apresentado.

O quadro 4, a seguir apresenta os roteiros analisados neste trabalho, os códigos de identificação dos roteiros, os materiais onde os roteiros podem ser encontrados, com os seus devidos títulos como apresentado nos materiais, e as páginas onde são encontrados.

Quadro 4 - Códigos de identificação dos roteiros.

CÓDIGO	MATERIAL	TÍTULO DO ROTEIRO	PÁGINAS
CE.1.1.1	CE - 1º ano - 1º Bimestre	Excentricidade de órbita	3
CE.1.2.1	CE - 1º ano - 2º Bimestre	2ª Lei de Newton	7 e 8
CE.2.1.1	CE - 2º ano - 1º Bimestre	Atividade 1 - Ficha 1 – Ilha 1 (Sem título específico)	19 e 20
CE.2.1.2	CE - 2º ano - 1º Bimestre	Atividade 1 - Ficha 2 – Ilha 2 (Sem título específico)	21 e 22
CE.2.1.3	CE - 2º ano - 1º Bimestre	Atividade 1 - Ficha 3 – Ilha 3 (Sem título específico)	23 e 24
CE.2.1.4	CE - 2º ano - 1º Bimestre	Atividade 1 - Ficha 4 – Ilha 4 (Sem título específico)	25 e 26

CE.2.1.5	CE - 2º ano - 1º Bimestre	Atividade 1 - Ficha 5 – Ilha 5 (Sem título específico)	27 a 29
CE.2.1.6	CE - 2º ano - 1º Bimestre	Atividade 1 - Ficha 6 – Ilha 6 (Sem título específico)	30 e 31
CE.2.1.7	CE - 2º ano - 1º Bimestre	Atividade 1 - Ficha 7 – Ilha 7 (Sem título específico)	32 e 33
CE.2.1.8	CE - 2º ano - 1º Bimestre	Atividade 1 - Ficha 8 – Ilha 8 (Sem título específico)	34
CE.2.1.9	CE - 2º ano - 1º Bimestre	Atividade 4 - Ficha 10 – Transição de fase ou mudança de estado de matéria - Experiência 1	36 a 39
CE.2.1.10	CE - 2º ano - 1º Bimestre	Atividade 4 - Ficha 10 – Transição de fase ou mudança de estado de matéria - Experiência 2	36 a 40
CE.2.2.1	CE - 2º ano - 2º Bimestre	Atividade 1 - Ficha 3 – Transferência de calor e efeito estufa	14
OPA.1.1.1	OPA - 1º ano - 1º Bimestre	Fases da Lua e sombras	17 a 20
OPA.1.1.2	OPA - 1º ano - 1º Bimestre	Conceitos básicos para o estudo dos movimentos	27 a 30
OPA.1.2.1	OPA - 1º ano - 2º Bimestre	Lei da Gravitação	12 e 13
OPA.1.2.2	OPA - 1º ano - 2º Bimestre	Experimentação problematizadora coletiva I - Conceito de força	16 e 17
OPA.1.2.3	OPA - 1º ano - 2º Bimestre	Experimentação problematizadora coletiva II - Plano inclinado	19 e 20
OPA.1.2.4	OPA - 1º ano - 2º Bimestre	Experimentação problematizadora coletiva III - Noção de inércia	21
OPA.1.2.5	OPA - 1º ano - 2º Bimestre	Experimentação problematizadora coletiva IV - Aceleração da gravidade	21 e 22
OPA.1.2.6	OPA - 1º ano - 2º Bimestre	Brincadeira cabo de guerra – 3ª Lei de Newton - Demonstração de conceitos relacionados às leis de Newton	24 e 25
OPA.1.3.1	OPA - 1º ano - 3º Bimestre	Modelo cosmológico	53 a 57
OPA.2.1.1	OPA - 2º ano - 1º Bimestre	Esfera metálica	57 a 59
OPA.2.1.2	OPA - 2º ano - 1º Bimestre	Dilatação dos líquidos	57 a 61
OPA.2.2.1	OPA - 2º ano - 2º Bimestre	Propagação de calor por convecção - Cata-vento	37 a 42
OPA.3.1.1	OPA - 3º ano - 1º Bimestre	Eletricidade estática	22 a 24
OPA.3.2.1	OPA - 3º ano - 2º Bimestre	Funcionamento de uma bússola	30 a 34
OPA.3.2.2	OPA - 3º ano - 2º Bimestre	Experiência de oersted	35 a 37

OPA.3.3.1	OPA - 3º ano - 3º Bimestre	Ondas transversais	44 e 45
-----------	----------------------------	--------------------	---------

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Os roteiros de experimentos são apresentados de formas diferentes nos CEs e nas OPAs. Mais detalhes dessa organização serão explicados na seção 6.1.1 (Organização do material) dos resultados deste trabalho.

No CE os roteiros são apresentados de forma individual em Fichas⁶, isso ocorre pelo fato de que o material é destinado aos estudantes e apresenta apenas o roteiro experimental, propriamente dito. Desse modo, o conteúdo integral apresentado na Ficha foi considerado para análise do roteiro.

Já os roteiros presentes nas OPAs apresentam uma série de indicações para o professor de como desenvolver as atividades em sala de aula. Essas indicações são apresentadas em “Etapas”⁷ dentro de uma “Atividade” central.

Dessa forma, os roteiros provenientes das OPAs passaram por uma classificação prévia onde foi definido as Etapas que seriam analisadas, com a finalidade de organizar um conjunto de atividades e conteúdos que fazem parte do mesmo roteiro. Abaixo apresentamos algumas categorias utilizadas para identificar Etapas que não foram consideradas para análise dos roteiros.

As etapas foram desconsideradas por:

- Abordar um assunto diferente do apresentado no experimento;
- Apresentar uma atividade que não está diretamente relacionada ao experimento;
- Apresentar outro roteiro de experimento que foi analisado neste trabalho.

As etapas desconsideradas e as que foram consideradas para análise dos roteiros proveniente das OPAs são apresentadas no quadro 5, abaixo.

Quadro 5 - Classificação das etapas para análise dos roteiros provenientes das OPAs.

ROTEIRO	ATIVIDADE	ETAPAS CONSIDERADAS	ETAPAS DESCONSIDERADAS
OPA.1.1.1	3	1ª, 2ª e 3ª	4ª e 5ª
OPA.1.1.2	5	1ª, 2ª, 3ª e 4ª	-

⁶ Exceto os roteiros CE.2.1.9 e CE.2.1.10 que fazem parte da mesma ficha - vide o quadro 4 (Códigos de identificação dos roteiros).

⁷ Em alguns manuais as “Etapas” aparecem como “Partes”

OPA.1.2.1	2	1 ^a , 2 ^a e 3 ^a	-
OPA.1.2.2	3	1 ^a	2 ^a , 3 ^a , 4 ^a , 5 ^a e 6 ^a
OPA.1.2.3	3	3 ^a	1 ^a , 2 ^a , 4 ^a , 5 ^a e 6 ^a
OPA.1.2.4	3	4 ^a	1 ^a , 2 ^a , 3 ^a , 5 ^a e 6 ^a
OPA.1.2.5	3	5 ^a	1 ^a , 2 ^a , 3 ^a , 4 ^a e 6 ^a
OPA.1.2.6	4	1 ^a	2 ^a , 3 ^a e 4 ^a
OPA.1.3.1	1	1 ^a , 2 ^a e 3 ^a	-
OPA.2.1.1	3	1 ^a e Parte* da 2 ^a	Parte* da 2 ^a
OPA.2.1.2	3	1 ^a e Parte* da 2 ^a	Parte* da 2 ^a
OPA.2.2.1	1	1 ^a , 2 ^a e 3 ^a	4 ^a
OPA.3.1.1	1	1 ^a	-
OPA.3.2.1	1	1 ^a	2 ^a e 3 ^a
OPA.3.2.2	1	3 ^a	1 ^a e 2 ^a
OPA.3.3.1	1	3 ^a	1 ^a , 2 ^a , 4 ^a e 5 ^a

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

*Os roteiros OPA.2.1.1 e OPA.2.1.2 são apresentados em uma mesma Etapa. Trata-se de dois experimentos diferentes, desse modo, foram considerados dois roteiros de experimentos diferentes.

Com os roteiros organizados iniciamos o processo de levantamento dos dados. Inicialmente foi realizada uma análise inicial para identificar a quantidade de experimentos que os materiais apresentam por bimestre, ano e conteúdo de Física.

Em seguida, os roteiros foram analisados, identificando os responsáveis pelas etapas da atividade experimental do quadro de Graus de Liberdade Intelectual de Carvalho *et al* (2010). Nesse momento, identificamos que em alguns roteiros os alunos e o professor estão inseridos de forma diferente nas etapas da atividade experimental, presentes no quadro desenvolvido por Carvalho *et al* (2010) (Quadro 1). Por exemplo, em uma atividade experimental onde o professor apresenta um problema e é o responsável pela criação do plano de trabalho, e os alunos ficam com a atividade de elaborar as hipóteses, obter os dados e uma conclusão. Esse exemplo não está presente no quadro de Carvalho *et al* (2010) apresentado no quadro 1.

Para contornar esse problema, consideramos a quantidade de etapas desenvolvidas por cada sujeito (professor e alunos) para definir o Grau de Liberdade Intelectual. Consideramos que o exemplo citado acima apresenta um Grau III de

Liberdade Intelectual, visto que os alunos são os protagonistas de três etapas, das cinco definidas pela autora para as atividades experimentais.

Após o levantamento dos Graus de Liberdade Intelectual oferecido aos alunos pelo professor nos roteiros, iniciamos a análise buscando identificar elementos investigativos nos roteiros, seguindo o quadro construído por Ferreira, Corrêa e Silva (2019). Essa análise se deu respondendo de forma afirmativa ou negativa as categorias, desdobramentos e elementos de análise, presentes no quadro. Os dados provenientes dos roteiros de experimento foram sintetizados em quadros (Apêndices C, D e E), em seguida, foram tratados e transformados em dados numéricos, para a criação dos gráficos apresentados nos resultados deste trabalho.

Além da resposta afirmativa, ou negativa, para algumas categorias, foram destacados trechos que justificam a resposta, esses trechos foram utilizados para identificar os elementos investigativos presentes nos roteiros.

6 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A análise e discussão dos resultados está dividida em três partes, de forma mais específica, a primeira parte busca caracterizar os CEs e as OPAs, apresentando a forma como eles são organizados, e a partir das informações obtidas através do questionário será exposta a forma como eles são desenvolvidos, revisados e atualizados. A segunda parte mostra uma análise inicial acerca da forma como os roteiros de experimentos são organizados. A terceira parte, diz respeito aos Graus de Liberdade Intelectual e as categorias de análise de Ferreira, Corrêa e Silva (2019), onde serão apresentadas e discutidas as abordagens das atividades experimentais presentes nos roteiros.

6.1 Caracterização do material

6.1.1 Organização do material

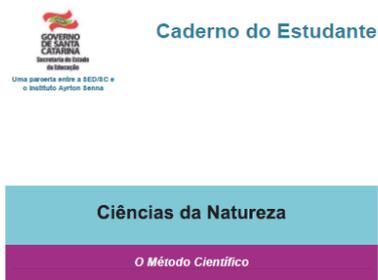
Partindo do entendimento que os leitores desta pesquisa não tiveram contato com os materiais aqui analisados, o texto a seguir detalha a forma como os CEs e as OPAs, apresentam os conteúdos.

Tanto o CE como a OPA são divididos em bimestres e organizados dentro da área de Ciência da Natureza, exceto os CEs dos dois primeiros bimestres. O título Ciências da Natureza não indica que os materiais trabalhem os conteúdos dessa área de forma multidisciplinar, visto que existem divisões entre as disciplinas de Biologia, Química e Física⁸.

O CE, pelo título, evidencia que esse material é destinado aos estudantes. A figura 5 mostra a capa de um dos CEs de Ciências da Natureza.

⁸ A multidisciplinaridade não foi analisada neste trabalho. Consideramos que os materiais não trabalham com os conteúdos de forma multidisciplinar levando em consideração que eles são divididos dentro de seções cujos títulos são: Biologia, Química e Física.

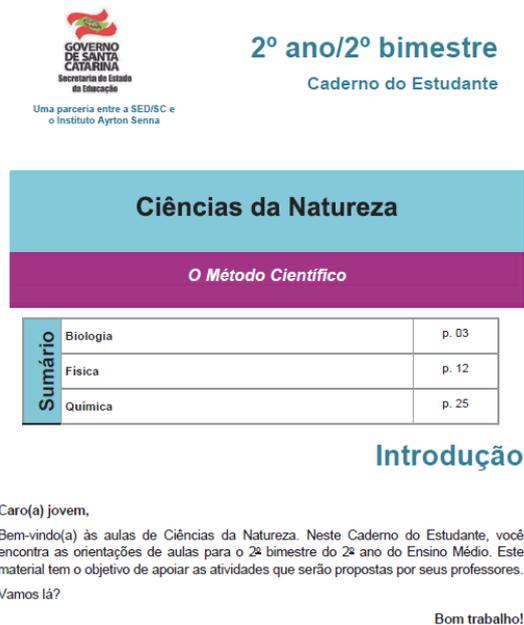
Figura 5 - Capa de um dos CEs de Ciências da Natureza.



Fonte: SED/SC em parceria com o Instituto Ayrton Senna.

Os elementos pré-textuais presentes nos CEs são o sumário, separando as disciplinas de Biologia, Física e Química, e uma breve introdução (Figura 6).

Figura 6 - Elementos pré-textuais dos CEs



Fonte: SED/SC em parceria com o Instituto Ayrton Senna.

As páginas seguintes apresentam conteúdos específicos separados por Atividade e Fichas. Alguns cadernos apresentam os conteúdos separados apenas por Fichas, já outros apresentam atividades contendo diversas Fichas. A figura 7, abaixo, ilustra essa organização por meio de dois recortes do CE de Ciências da

Natureza – 2ºano/2º bimestre. O primeiro recorte é apresentado na página 12 e o segundo na página 13 deste material.

Figura 7 - Sistema de Atividade e Ficha do CE.

Física
Atividade 1 - Ficha 1 – Transferência de calor e efeito estufa

Junte-se a três colegas para discutir e responder às seguintes questões:

1. O que significa dizer que a temperatura de uma pessoa é de 36 °C? Como essa medida é realizada? Como você explica o que ocorre com o termômetro durante a medição?

Física
Atividade 1 - Ficha 2 – Transferência de calor e efeito estufa

REGISTROS DOS ALUNOS

1. Descrevam o que ocorre com o cata-vento na situação proposta.

Fonte: SED/SC em parceria com o Instituto Ayrton Senna.

Vale destacar que independentemente do número da atividade as Fichas são apresentadas de forma crescente, por exemplo, a Atividade 2 do CE de Ciências da Natureza – 2ºano/2º bimestre, contém apenas uma Ficha, sendo ela a Ficha de número 5. Isso quer dizer que as atividades anteriores apresentam fichas anteriores ao número 5. A justificativa de organização do material em atividades e fichas ficará mais clara na explicação da organização das OPAs.

A OPA, pelo título, evidencia que esse material é destinado aos professores. A figura 8 mostra a capa de uma das OPAs de Ciências da Natureza.

Figura 8 - Capa de uma das OPAs de Ciências da Natureza.



Fonte: SED/SC em parceria com o Instituto Ayrton Senna.

Os elementos pré-textuais presentes nas OPAs mudam conforme o bimestre, mas em geral, são compostos pelo sumário, breve introdução e textos orientadores sobre assuntos diversos, que mudam de acordo com o material. A figura 9, abaixo, apresenta um exemplo das OPAs.

Figura 9 - Sumário apresentando os elementos pré-textuais de uma das OPAs.

Ciências da Natureza		
<i>A metodologia científica ou investigativa</i>		
Sumário	Introdução	p. 2
	O método científico nas aulas e atividades das Ciências da Natureza	p. 5
	Mais uma vez, foco na avaliação	p. 6
	Orientações	p. 7
	Biologia	p. 9
	Física	p. 32
	Química	p. 60

Fonte: SED/SC em parceria com o Instituto Ayrton Senna.

As páginas seguintes apresentam as seções das disciplinas Biologia, Física e Química. Essas seções iniciam como uma introdução e em seguida apresentam o Mapa de Atividades. Aqui são apresentadas as Atividades com seu nome, tempo de

duração previsto, página e resumo. A figura 10 ilustra a forma como o Mapa das Atividades é apresentado.

Figura 10 - Mapa das Atividades - OPA Ciências da Natureza – 2ºano/ 2º bimestre.

Mapa das atividades de Física

	Nome	Resumo	Duração prevista	Página
Atividade 1	Transferência de calor e efeito estufa	Nesta atividade, são explorados os conceitos prévios dos alunos e introduzidos conceitos termodinâmicos, utilizando-se da problematização, análise e discussão de imagem, experimentação e pesquisa bibliográfica, além de momento expositivo do professor. Como avaliação, é proposta uma prova não convencional.	4 aulas	p. 36

Fonte: SED/SC em parceria com o Instituto Ayrton Senna.

Posteriormente o material apresenta sugestões para as aulas partindo de objetivos e conteúdos que são separados por Atividade (Figura 11).

Figura 11 - Sugestão para as aulas - OPA Ciências da Natureza – 2ºano/ 2º bimestre.

Sugestão para as aulas de Física

Objetivos	Conteúdo	Sugestões para aula
Reconhecer os processos de transferência de calor (condução, convecção e radiação), para a compreensão de fenômenos ambientais e cotidianos. Avaliar os convenientes e inconvenientes do efeito estufa, reconhecendo o fenômeno como condição necessária à existência da vida no planeta.	Calor e temperatura Transferência de calor por condução, convecção e irradiação Efeito estufa	Atividade 1 - Transferência de calor e efeito estufa Propõe-se desenvolver o tema da primeira atividade (transferência de calor e efeito estufa) em três aulas, correspondendo a estas etapas: análise de situações cotidianas em grupos; experimentação demonstrativa; e análise coletiva de imagens. A proposta de estudo também envolve uma tarefa simples e uma prova para fazer extraclasse, sendo finalizada com a sugestão de um trabalho de pesquisa para ser realizado a médio prazo, que tem a produção de um artigo de divulgação científica como produto final. O professor precisa, antecipadamente, organizar material para experimento e um <i>PowerPoint</i> com imagens e textos para explorações expositivas.

Fonte: SED/SC em parceria com o Instituto Ayrton Senna.

Na sequência são apresentadas as Atividades de forma individual. A figura 12 apresenta o resumo que o material traz no início de cada Atividade. Esse resumo é composto pelos objetivos, forma de organização da turma, duração prevista para o seu desenvolvimento e recursos e providências. Esse último apresenta as Fichas dos CEs que serão utilizadas para o desenvolvimento da Atividade.

Figura 12 - Resumo da Atividade - OPA Ciências da Natureza – 2ºano/ 2º bimestre.

Atividade 1	
Transferência de calor e efeito estufa	
Resumo	Os conceitos de calor, temperatura e energia interna, formalizados no bimestre anterior, serão retomados para o estudo da termodinâmica. Além disso, será abordado o efeito estufa, fenômeno descrito pela Física que corriqueiramente está na mídia, aprofundando-se as relações entre o fenômeno e a vida moderna. Os alunos desenvolverão análise de problemas teóricos, a comunicação verbal e a escrita.
Objetivos	Reconhecer os processos de transferência de calor (condução, convecção e radiação), para a compreensão de fenômenos ambientais e cotidianos; avaliar os convenientes e inconvenientes do efeito estufa, reconhecendo o fenômeno como condição necessária à existência da vida no planeta.
Organização da turma	Times de 4 alunos e coletivo.
Recursos e providências	- <i>Datashow, PowerPoint</i> com imagens e textos indicados. - Vela e cata-vento para o experimento demonstrativo. - Fichas 1, 2, 3 e 4 do Caderno do Estudante.
Duração Prevista	4 aulas.

Fonte: SED/SC em parceria com o Instituto Ayrton Senna.

Após o resumo os materiais apresentam o desenvolvimento da Atividade, com as orientações a serem seguidas pelo professor. O desenvolvimento se dá através de Etapas ou Partes que são os estágios do andamento da Atividade, dessa forma o conteúdo a ser ensinado vai evoluindo.

6.1.2 Desenvolvimento, revisão e atualização do material

Nesta seção serão apresentadas as informações obtidas do questionário aplicado com o(a) professor(a) que trabalha com os materiais analisados nesta pesquisa. O questionário com as respostas está no apêndice B. Como mencionado na metodologia deste trabalho, foi encaminhado um e-mail para a SED/SC, com questões a respeito da caracterização dos autores e do desenvolvimento dos materiais. No entanto, o e-mail foi respondido sem as respostas às questões levantadas, deste modo apresentamos apenas as informações obtidas através deste questionário.

Lembramos que as informações apresentadas nesta seção servirão apenas para entender a forma como os materiais são desenvolvidos, revisados e atualizados, conseqüentemente, não vão interferir na discussão dos demais resultados desta pesquisa.

O(A) professor(a) entrevistado(a) trabalha com os materiais aqui analisados, há cinco anos. De acordo com o(a) mesmo(a), os responsáveis pelo desenvolvimento dos materiais são pessoas formadas na área. No caso dos materiais de Ciências da natureza, são professores de Física, Química e Biologia. Em sua resposta, destaca que a responsável pela seção de Física dos materiais de Ciências da Natureza, inclusive, possui mestrado na área do ensino de Física.

Quando questionado(a) sobre a participação dos professores no desenvolvimento, atualização e revisão dos materiais, ressalta que os professores não participam das etapas citadas nesta questão, salienta que no seu primeiro ano de utilização, questionou a SED/SC em relação às atualizações e correções dos erros. Em relação a atualização e a frequência de atualização dos materiais, o(a) professor(a) comenta que eles nunca foram atualizados, permanecendo os mesmos desde que foram enviados pela primeira vez para as escolas em 2017.

A questão seguinte diz respeito à distribuição dos materiais, se estes são distribuídos para todas as escolas que participam da proposta do EMITI. Nessa questão o(a) professor(a) enfatiza que o material é o mesmo para todas as escolas que possuem o EMITI. Ressalta ainda, que os professores não tiveram a oportunidade de escolher um material, dentre outras opções, pois só foi disponibilizado um tipo de material. Apenas o livro didático utilizado pela escola e distribuído pelo PNLD que é escolhido pelo professor.

No que se refere a formação continuada ou capacitação dos professores para utilizar esses materiais na sala de aula, o(a) professor(a) comenta que elas ocorreram nos três primeiros anos (2017, 2018 e 2019) de implementação do EMITI em Santa Catarina. Destaca que em 2017 essa capacitação ocorreu de forma trimestral e nos anos seguintes, de forma semestral.

Por fim, o(a) professor(a) comenta que os materiais foram pensados e desenvolvidos em 2016 e desde então não foram atualizados. Aponta que com a implementação do Novo Ensino Médio (NEM) e fim do EMITI estes materiais serão substituídos pelos livros didáticos que já foram escolhidos pelos professores e que são voltados para o Novo Ensino Médio.

6.2 Análise inicial dos roteiros de experimentos

Antes de discutir as abordagens das atividades experimentais presentes nos roteiros, apresentamos uma análise inicial que foi desenvolvida com o objetivo de entender como os roteiros são organizados. A partir dessa, vamos introduzir a apresentação e discussão das abordagens dos roteiros.

Iniciaremos pela quantidade de roteiros experimentais presentes nos materiais analisados. O quadro 6, abaixo apresenta a quantidade de roteiros experimentais que foram encontrados nos materiais, de acordo com o ano do Ensino Médio e o bimestre onde é empregado.

Quadro 6 - Quantidade de roteiros de experimentos de acordo com o ano e o bimestre.

ANO	QUANTIDADE POR ANO	BIMESTRE	QUANTIDADE
1º ano	11	1º	3
		2º	7
		3º	1
		4º	0
2º ano	14	1º	12
		2º	2
		3º	0
		4º	0
3º ano	4	1º	1
		2º	2
		3º	1
		4º	0

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

A maior parte dos roteiros de experimentos está presente nos materiais destinados ao segundo ano do Ensino Médio, mais especificamente para os conteúdos que são ensinados no início do ano.

Em relação aos principais tópicos de física, os roteiros de experimentos são divididos da seguinte forma: Para Mecânica o material analisado apresenta 7 roteiros de experimentos, para Gravitação 4, para Termologia 14, para Óptica e Física

Moderna os materiais não apresentam nenhum roteiro de experimento. Para a Ondulatória, os materiais apresentam apenas 1 roteiro e por fim, para eletromagnetismo, são encontrados 3 roteiros de experimentos.

Levando em conta a organização dos roteiros de experimentos optou-se pela utilização do quadro proposto por Ferreira, Corrêa e Silva (2019) para identificar como os roteiros são organizados de acordo com três etapas, sendo elas: o início, a sequência e por fim o fechamento. O quadro 7, abaixo apresenta como os CEs e as OPAs são organizados de acordo com as categorias desenvolvidas pelos autores.

Quadro 7 - Categorias para compreensão da organização dos roteiros de experimentos.

Etapas de organização dos roteiros	Categorias	Roteiros
Como se dá o início?	Discussão do conceito	CE.1.2.1, CE.2.1.9, CE.2.1.10, OPA.1.1.1, OPA.1.2.1, OPA.1.2.3, OPA.1.2.5, OPA.1.3.1, OPA.3.1.1 e OPA.3.3.1.
	Levantamento de concepções prévias	OPA.2.1.1, OPA.2.1.2 e OPA.2.2.1.
	Apresentação dos materiais	CE.1.1.1, CE.2.1.1, CE.2.1.2, CE.2.1.3, CE.2.1.4, CE.2.1.5, CE.2.1.6, CE.2.1.7, CE.2.1.8 e OPA.3.2.2.
	Execução do experimento	CE.2.2.1, OPA.1.1.2, OPA.1.2.2, OPA.1.2.4 e OPA.1.2.6.
	Experimento já executado	-
	Proposição de uma questão	-
	Recomendação de segurança	-
	Apresentação de um texto histórico	OPA.3.2.1.
Como se dá a sequência?	Execução do experimento	CE.1.1.1, CE.1.2.1, CE.2.1.1, CE.2.1.2, CE.2.1.3, CE.2.1.4, CE.2.1.5, CE.2.1.6, CE.2.1.7, CE.2.1.8, CE.2.1.9, CE.2.1.10, CE.2.2.1, OPA.1.1.1, OPA.1.2.1, OPA.1.2.3, OPA.1.2.5, OPA.1.3.1, OPA.2.1.1, OPA.2.1.2, OPA.2.2.1, OPA.3.1.1, OPA.3.2.1, OPA.3.2.2 e OPA.3.3.1.
	Discussão do conceito	OPA.1.1.2, OPA.1.2.2, OPA.1.2.4, OPA.1.2.6, OPA.2.2.1, OPA.3.1.1 e OPA.3.2.1.
Como se dá o fechamento	Execução de atividades	CE.1.1.1, CE.1.2.1, CE.2.1.1, CE.2.1.2, CE.2.1.3, CE.2.1.4, CE.2.1.5, CE.2.1.6, CE.2.1.7, CE.2.1.8, CE.2.1.10, CE.2.2.1, OPA.1.1.1, OPA.1.1.2, OPA.1.2.1, OPA.1.2.2, OPA.1.2.4, OPA.1.2.6, OPA.1.3.1, OPA.2.1.1, OPA.2.1.2, OPA.2.2.1,

		OPA.3.1.1, OPA.3.2.1 e OPA.3.2.2.
	Execução do experimento	CE.2.1.9.
	Discussão do conceito	OPA.1.2.3, OPA.1.2.5, OPA.2.2.1, OPA.3.1.1, OPA.3.2.2 e OPA.3.3.1.

Fonte: Categorias desenvolvidas por Ferreira, Corrêa e Silva (2019). Dados apresentados obtidos pelo autor.

Considerando os dados integrais apresentados no quadro acima, podemos perceber que grande parte dos roteiros foram organizados partindo de uma apresentação dos materiais ou discussão dos conceitos, tendo como sequência a execução do experimento para no fim os estudantes desenvolverem as atividades propostas pelos roteiros.

Separando os roteiros de acordo com os materiais (CE e OPA), percebemos que a maioria dos roteiros presentes nos CEs iniciam com uma apresentação dos materiais que serão utilizados nos experimentos. Já as OPAS, em sua maioria, iniciam com uma discussão do conceito. Ambos os materiais, na sequência, partem para a execução do experimento e por fim, para a execução de atividades.

De acordo com Hofstein (2015) essas são características de atividades experimentais cuja abordagem se aproxima da verificação de uma teoria. Na seção seguinte analisaremos mais atentamente essas abordagens.

6.3 Abordagens das atividades experimentais

Alguns roteiros deixam explícito no próprio texto a abordagem da atividade experimental, principalmente os roteiros das OPAs que são destinados aos professores. Abaixo, trazemos os trechos dos roteiros que especificam o tipo de experimento. Para evidenciar esses trechos destacamos algumas palavras.

- **Roteiro CE.1.2.1:** O experimento proposto é verificativo, como citado no trecho do roteiro: *“Newton disse que uma força resultante diferente de zero (força resultante de todas aquelas que agem sobre o bloco: força de atração gravitacional da Terra, força de atrito etc.), aplicada sobre um corpo de massa m , gera uma aceleração. Vocês querem verificar essa afirmativa?”*;

- **Roteiro OPA.1.2.2:** O experimento proposto é demonstrativo, como citado no trecho do roteiro: “Expresse a situação-problema que será demonstrada: uma caixa de fósforos é colocada sobre uma mesa. Se você dá um peteleco, como na figura ao lado, a caixa de fósforos entra em movimento e depois de curto intervalo de tempo ela pára.
- **Roteiro OPA.1.2.3:** O experimento proposto é demonstrativo, como citado no trecho do roteiro: “Desenvolva uma demonstração com plano inclinado, evidenciando que um objeto em repouso tende a permanecer em repouso e, quando em movimento, tende a permanecer em movimento (1a Lei de Newton)”;
- **Roteiro OPA.1.2.4:** O experimento proposto é demonstrativo, como citado no trecho do roteiro: “Peça à classe para prestar atenção, apenas observando, sem comentar, as duas demonstrações que você irá desenvolver”;
- **Roteiro OPA.1.2.5:** O experimento proposto é demonstrativo, como citado no trecho do roteiro: “Discuta com a classe a força da gravidade, apresentando algumas demonstrações que conduzam os alunos a buscar respostas para essas questões” e “O experimento consiste em observar a queda de pares de objetos com massas diferentes. Para iniciar, use o catálogo e uma folha de papel. Com a folha de papel em uma mão e o catálogo na outra, soltam-se os dois, da mesma altura e ao mesmo tempo. Diga o que será realizado e pergunte aos alunos: Os dois chegaram juntos ao chão? Justifiquem. Realize a demonstração”;
- **Roteiro OPA.1.3.1:** O experimento proposto é demonstrativo, como citado no trecho do roteiro: Trecho 1: “Para a exploração da terceira figura, é indicada uma rápida demonstração do modelo cosmológico, conforme descrito a seguir”, Trecho 2: “Peça para que os alunos observem que você está simulando um modelo do Universo estático, sem movimento [...]”
- **Roteiro OPA.2.1.1 e OPA.2.1.2:** O experimento proposto é demonstrativo, como citado no trecho do roteiro: “Organize a classe em forma de U para uma boa visibilidade dos experimentos que devem ser realizados por você, na modalidade de observação.” (Nota do autor: Na modalidade de observação quer dizer que os estudantes apenas observam a demonstração realizada pelo professor);

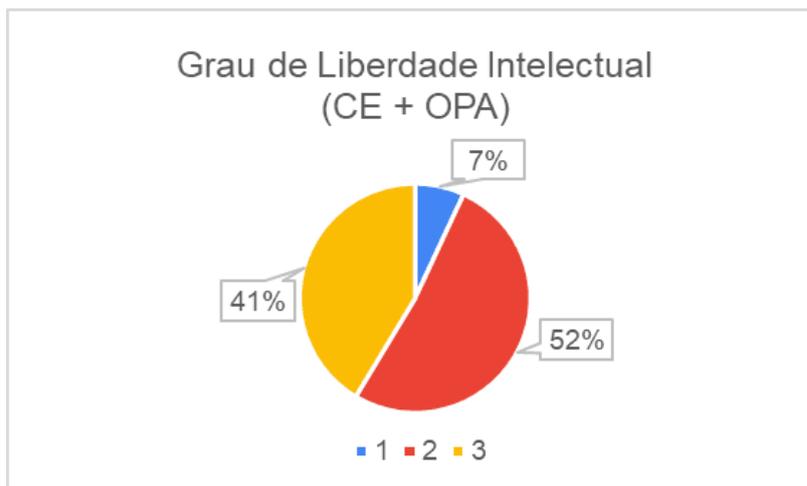
- **Roteiro OPA.2.2.1:** O experimento proposto é demonstrativo, como citado no trecho do roteiro: *“Para expandir a ideia de correntes de convecção para todos os fluidos, sugerimos um experimento que pode ser desenvolvido por você. Os alunos em observação são conduzidos ao processo investigativo por meio de perguntas”*. (O “você” em negrito é o professor que utiliza esse material, visto que este é destinado aos professores)
- **Roteiro OPA.3.2.2:** O experimento proposto é demonstrativo, como citado no trecho do roteiro: *Apresente o experimento sem dar explicação, inicialmente. Apenas pergunte: O que estou fazendo? Que materiais estou utilizando? O que observam?*
- **Roteiro OPA.3.3.1:** O experimento proposto é demonstrativo, como citado no trecho do roteiro: *“Como sugestão, para exemplificar as ondas transversais de forma mais interativa, indicamos que você use uma mola (vendem-se molas de plástico de brinquedo), para desenvolver um experimento demonstrativo”*.

Onze dos vinte e nove roteiros analisados apresentam em seu próprio texto a abordagem da atividade experimental. Desses onze, dez são experimentos demonstrativos e um verificativo. Essas abordagens serão discutidas nos parágrafos seguintes.

Como os demais roteiros não apresentam em seu corpo do texto a abordagem das atividades experimentais, utilizaremos os Graus de Liberdade Intelectual e as Categorias elaboradas por Ferreira, Corrêa e Silva (2019) para identificar essas abordagens. Importa destacar que os roteiros apresentados acima, mesmo apresentando a abordagem experimental, passaram pela análise do Grau de Liberdade Intelectual.

Levando em conta os graus de Liberdade Intelectual, o gráfico abaixo (Figura 13) apresenta os dados de Grau de Liberdade Intelectual obtidos através de nossa análise.

Figura 13 - Graus de liberdade intelectual dos CEs e das OPAs.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

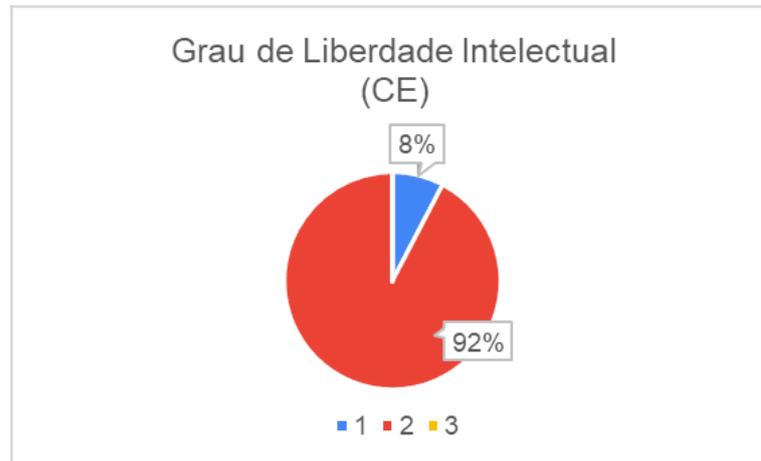
A numeração: 1, 2 e 3, na parte inferior do gráfico indica os graus de liberdade intelectual e suas respectivas cores.

Como podemos perceber a maioria dos roteiros apresenta Graus 2 e 3 de Liberdade Intelectual e apenas 7% dos roteiros analisados apresenta Grau 1. Não foram encontrados roteiros que apresentassem atividades que condizem com os Graus 4 e 5 de Liberdade Intelectual.

Segundo Carvalho *et al* (2010, p.55): o grau 4 de liberdade representa uma classe mais madura onde o estudante é o protagonista e já está habituado com a investigação e, portanto, consegue desenvolver um bom trabalho em grupo e tomar as decisões necessárias para a resolução do problema proposto pelo professor. Já as atividades de grau 5 são raramente desenvolvidas na educação básica, sendo mais comum em Feiras de Ciências, visto que os estudantes são os responsáveis por todas as etapas do experimento. Desse modo, era esperado que poucos ou nenhum dos roteiros que nos propusemos analisar, apresentassem o grau 5. Já o grau 4, como representa uma classe onde o estudante está acostumado com atividades investigativas esperávamos poucos roteiros, no entanto não encontramos nenhum roteiro com esse grau de liberdade intelectual.

Separando os dados dos graus de Liberdade intelectual para os CEs e as OPAs, conseguimos perceber a diferença dos roteiros presentes nesses dois materiais. O gráfico ilustrado na Figura 14, mostra a predominância de roteiros de experimentos de Grau 2 de Liberdade Intelectual em roteiros presentes nos CEs, representando uma parcela de 92% dos roteiros analisados para este material.

Figura 14 - Graus de liberdade intelectual dos CEs.

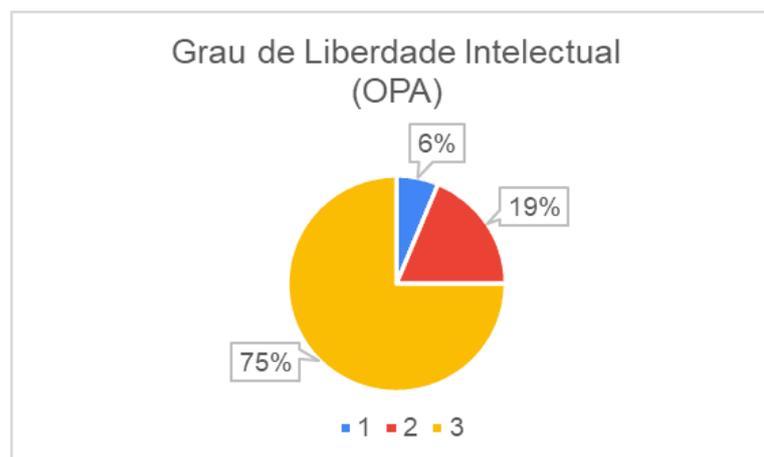


Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Para Carvalho *et al* (2010, p.55), roteiros dentro deste grau, são caracterizados por um ensino diretivo, ou seja, o estudante deve seguir as instruções ou “receita de bolo” que o professor der, sendo o professor a autoridade máxima. Entretanto, diferente do que ocorre com os roteiros de Grau 1, neste caso, o professor é mais aberto a discussões, onde os alunos podem questionar, mas mesmo assim ainda a palavra final é a do professor.

Em contrapartida, o gráfico abaixo (Figura 15), expõe a predominância de roteiros de experimentos de Grau 3 de liberdade Intelectual em roteiros presentes nas OPAs, representando cerca de 75% dos roteiros analisados para este material.

Figura 15 - Graus de liberdade intelectual das OPAs.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Este grau de liberdade intelectual é caracterizado por apresentar elementos investigativos, ou seja, pode apresentar atividades experimentais com abordagem investigativa. Carvalho *et al* (2010), diferencia esse grau de liberdade do grau 1 e 2, levando em conta que no grau 3, o estudante é o responsável pelo raciocínio intelectual, diferente do que ocorre com os graus anteriores, onde os estudantes devem buscar entender o raciocínio do professor. A autora ainda enfatiza que no Grau 3, o erro dos estudantes pode levar ao maior aprendizado uma vez que terão que repetir o raciocínio.

A diferença explícita entre os dois materiais pode ser explicada pelo fato dos roteiros presentes nas OPAs trazerem mais detalhes acerca da forma como a atividade experimental pode ser desenvolvida, visto que esses materiais são destinados para os professores, e conseqüentemente, por apresentar mais informações sobre o desenvolvimento do experimento, apresenta um Grau de Liberdade Intelectual maior.

Em relação aos roteiros que apresentam Grau 1 de Liberdade Intelectual, como o ilustrado no gráfico (Figura 13), representam 7% dos 29 analisados, ou seja, 2 roteiros. Sendo eles: o Roteiro CE.2.1.9 que apresenta uma atividade experimental cujo objetivo é *“estudar o comportamento de uma substância sólida durante a transição de fase, determinando a temperatura do ponto de orvalho.”* Neste experimento os estudantes apenas obtêm e registram os dados. As demais etapas, o desenvolvimento do plano de trabalho e a elaboração de conclusões para o experimento, são desenvolvidas pelo professor.

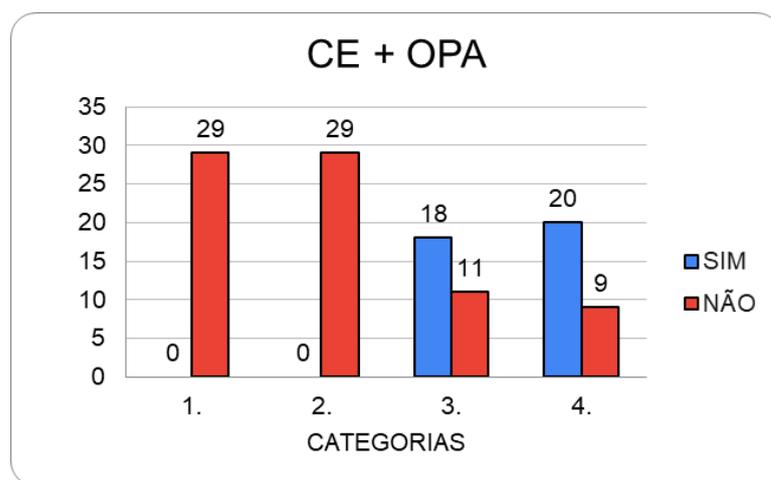
O Roteiro OPA.3.3.1, também faz parte desse Grau de Liberdade Intelectual. A atividade experimental busca estudar as ondas mecânicas transversais e longitudinais. Neste caso, os estudantes participam da etapa de obtenção e registro dos dados e o professor é o responsável pelas demais etapas do desenvolvimento do experimento.

O grau 1 é caracterizado por Carvalho *et al* (2010) por apresentar atividades experimentais dentro do modelo de ensino diretivo, onde o professor é a autoridade máxima e o estudante deve seguir as instruções dadas por ele. Neste grau as atividades são extremamente fechadas e não permite o protagonismo do estudante. É caracterizado também, pelas atividades experimentais de comprovação da teoria ou verificativas, onde as conclusões já são conhecidas.

Os gráficos de barras abaixo, apresentam os dados obtidos a partir da análise usando o quadro de critério de Ferreira, Corrêa e Silva (2019). Para facilitar a visualização, optamos por separar os critérios de análise (categorias, desdobramentos e elementos de análise) em diferentes gráficos.

O gráfico abaixo (Figura 16), apresenta os dados obtidos a partir das Categorias, os dados integrais são apresentados no apêndice C. Para a Categoria 1 (Um problema é proposto?), nenhum roteiro propõe um problema para o desenvolvimento da atividade experimental.

Figura 16 - Categorias de análise.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Alguns roteiros apresentam em seu corpo de texto a palavra “problemática” ou “problema”, mas na verdade são exercícios. De acordo com Sasseron e Machado (2017), o exercício busca encontrar um resultado através de métodos que já são conhecidos, diferentemente do problema, onde existe a necessidade de desenvolver um método para encontrar a sua resolução. Carvalho (2013) concorda com essa definição, visto que para a autora o problema busca ir além de uma simples aplicação de um conceito, mas o desenvolvimento de um conceito novo.

Considerando essas definições, percebemos que os roteiros de experimentos analisados neste trabalho não forneciam problemas, mas sim alguns exercícios. O trecho a seguir apresenta um exemplo dos exercícios proposto nos roteiros analisados: Roteiro OPA.1.1.2: *“Quando vocês andaram ou caminharam entre dois pontos, as velocidades variaram. Como podemos calcular as velocidades para compará-las e saber quem foi o mais rápido”*

É importante destacar que consideramos os exercícios importantes, uma vez que permitem a avaliação da aprendizagem dos estudantes acerca de um determinado conteúdo. Entretanto, conforme aponta Carvalho (2013), os exercícios não permitem que os estudantes desenvolvam um raciocínio crítico para construir um novo conceito.

Em relação a Categoria 2 (Há um momento para a resolução do problema?), como nenhum dos roteiros analisados apresenta um problema, não existe um momento para a resolução do mesmo. Desse modo a barra do gráfico (Figura 16) para essa categoria coincide com a da Categoria 1.

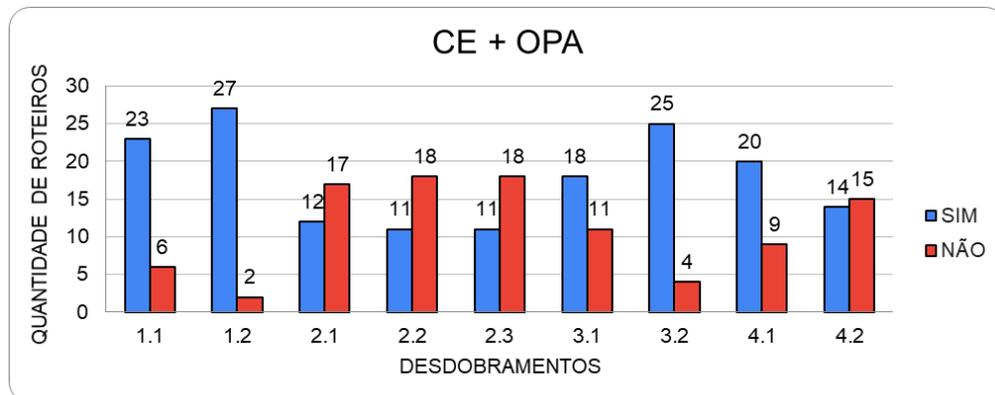
Para a Categoria 3 (Há um momento para a sistematização coletiva dos conhecimentos elaborados?), 18 roteiros respondem essa pergunta de forma afirmativa e 11 de forma negativa. Consideramos como sistematização coletiva dos conhecimentos, atividades como discussões e outras atividades que são desenvolvidas em grupos. Um exemplo de momento de sistematização coletiva, é a atividade desenvolvida no Roteiro OPA.1.1.2, onde os estudantes simulam os diferentes conceitos envolvidos nos movimentos dos corpos, através de caminhadas e corridas em um espaço aberto e, posteriormente, discutem esses conceitos. O excerto que apresenta como esse momento deverá ser desenvolvido diz: *“Inicie uma conversa coletiva para formalizar as conclusões e trabalhar o significado de termos citados: repouso, movimento, referencial, partícula e corpo extenso (explore a orientação inicial de desprezar os movimentos de partes do corpo)”*.

Já para a Categoria 4 (Há um momento para a sistematização individual dos conhecimentos elaborados?), 20 roteiros apresentam atividades que devem ser desenvolvidas de forma individual e os 9 restantes não possuem essas atividades. Consideramos como sistematização individual dos conhecimentos, atividades que são desenvolvidas de forma individual. Um exemplo de sistematização individual dos conhecimentos, é a atividade desenvolvida no Roteiro Roteiro OPA.1.2.6, onde os estudantes desenvolvem o experimento através de uma brincadeira de cabo de guerra. O excerto que apresenta como esse momento deverá ser desenvolvido diz: *“Solicite que, com base nos vídeos e na atividade do cabo de guerra, produzam uma síntese com dois ou três parágrafos, explicitando o entendimento da 3ª Lei de Newton”*.

O gráfico abaixo (Figura 17), apresenta os dados obtidos a partir dos Desdobramentos, os dados integrais são apresentados no apêndice D. O gráfico

expõe a quantidade de roteiros que respondem de forma afirmativa ou negativa a cada um dos desdobramentos. Não apresentaremos detalhadamente todos os desdobramentos da análise. O gráfico auxilia o leitor a entender como os roteiros respondem essas questões.

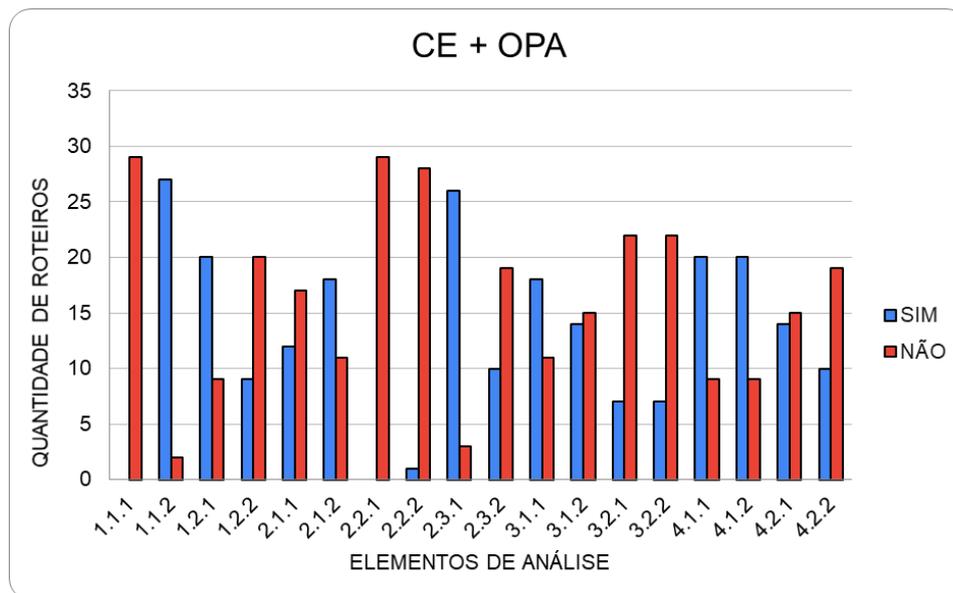
Figura 17 - Desdobramentos da análise.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

O gráfico abaixo (Figura 18), apresenta os dados obtidos a partir dos Elementos de Análise, os dados integrais são apresentados no apêndice E. O gráfico expõe a quantidade de roteiros que respondem de forma afirmativa ou negativa a cada um dos elementos de análise. Do mesmo modo que foi feito com os desdobramentos, não apresentaremos detalhadamente todos os elementos de análise. O gráfico auxilia o leitor a entender como os roteiros respondem essas questões.

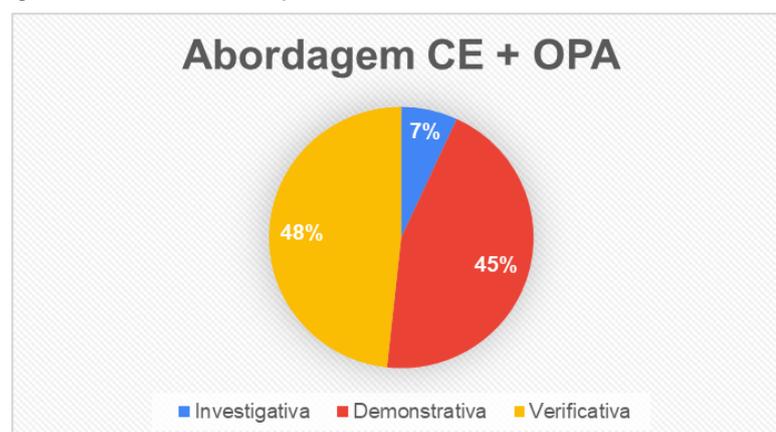
Figura 18 - Elementos de análise.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

A partir da análise do Grau de Liberdade Intelectual das atividades experimentais presentes nos roteiros, buscamos identificar a forma como os roteiros indicam quem é o responsável pelo desenvolvimento do experimento para distinguir os experimentos cuja abordagem é demonstrativa, dos experimentos de abordagem verificativa. Utilizando também, os critérios de Ferreira, Corrêa e Silva (2019), em especial, os desdobramentos e elementos de análise, para identificar elementos investigativos, chegamos aos dados apresentados no gráfico abaixo (Figura 19), acerca da abordagem das atividades experimentais presentes nos roteiros

Figura 19 - Abordagem das atividades experimentais.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Como podemos perceber, a maioria das atividades experimentais presentes nos roteiros apresenta abordagens demonstrativas e verificativas. As atividades investigativas representam 7% dos roteiros analisados, ou seja, 2 dos 29 analisados.

Separando os dados das abordagens para os CEs e as OPAs, da mesma forma como foi feito para os Graus de Liberdade Intelectual, conseguimos perceber a diferença dos roteiros presentes nesses dois materiais. O gráfico abaixo (Figura 20), apresenta a abordagem das atividades experimentais presentes nos roteiros dos CEs.

Figura 20 - Abordagem das atividades experimentais presentes nos CEs.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Todos os roteiros dos CEs apresentam atividades experimentais verificativas. Não foram encontradas abordagens demonstrativas e investigativas nos roteiros desses materiais.

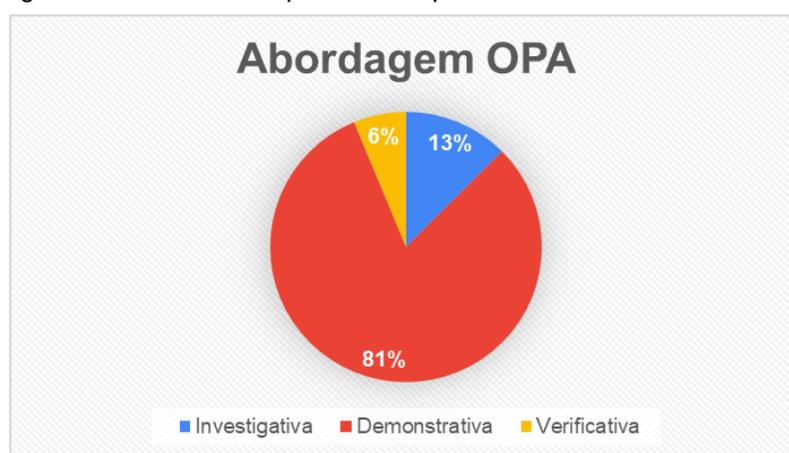
Para Oliveira (2010) as atividades experimentais verificativas são aquelas que buscam verificar ou comprovar teorias e leis que já são conhecidas, o que desfavorece a aprendizagem dos fenômenos observados na experimentação, uma vez que não existe essa curiosidade dos estudantes quanto aos resultados, visto que eles já são conhecidos. Borges (2002) concorda com a autora, justificando que essas atividades exploram os fundamentos dos conceitos estudados na experimentação, mas não os conceitos científicos.

Araújo e Abib (2003, p. 181) criticam essa abordagem, pois para eles o estudante fica limitado em relação a sua criatividade, uma vez que a verificação é desenvolvida através de roteiros de experimentos, previamente estabelecidos. Para os autores, existe a possibilidade de enriquecimento desse tipo de atividade

experimental, desde que seja adotada uma postura mais flexível, possibilitando, por exemplo, a introdução de uma discussão que permita os estudantes desenvolverem uma reflexão crítica sobre o conteúdo estudado. Desse modo os autores destacam a importância da discussão dos elementos que causam discrepâncias entre os resultados obtidos pela atividade experimental verificativa e os resultados que já são conhecidos.

O gráfico abaixo (Figura 21), apresenta as abordagens presentes nas OPAs.

Figura 21 - Abordagem das atividades experimentais presentes nas OPAs.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Nos roteiros provenientes das OPAs, 81% das atividades experimentais são demonstrativas. O grande número de roteiros demonstrativos nesses materiais pode ser explicado pelo fato de que são destinados aos professores, assim como os experimentos demonstrativos, visto que são os professores que desenvolvem a parte prática destes experimentos.

Para Oliveira (2010, p.147) as atividades experimentais demonstrativas são aquelas em que o professor desenvolve o experimento e os estudantes observam os fenômenos, presentes na execução da atividade experimental. As demonstrações são usadas para ilustrar algum conceito ou fenômeno de interesse para as aulas, cujo objetivo é facilitar o entendimento do conteúdo ensinado. A autora afirma que as demonstrações são apresentadas em roteiros de atividades experimentais, fechados. Em contrapartida, Araújo e Abib (2003, p. 181) afirmam que as atividades experimentais demonstrativas podem ser divididas em fechadas e abertas. Dessa maneira as demonstrações fechadas buscam apenas ilustrar um conceito ou fenômeno, onde o professor é o principal responsável pelo desenvolvimento da

atividade. Já as demonstrações abertas são caracterizadas pela participação ativa dos estudantes, através de discussões que possibilitam o levantamento de hipóteses, por parte dos discentes, e a reflexão crítica acerca do fenômeno observado.

A partir de uma leitura acerca das atividades experimentais que adotam a abordagem demonstrativa, podemos perceber que os autores defendem a utilização delas de forma aberta, levando em conta a importância da participação dos estudantes nas etapas do experimento.

Levando em conta os roteiros analisados que apresentam atividades experimentais demonstrativas, podemos afirmar que a maioria deles, ou seja aqueles que apresentam grau 3 de liberdade intelectual, o que representa uma parcela de 9 roteiros dos 13 demonstrativos, são demonstrações abertas, visto que permitem uma maior participação dos estudantes através de discussões e de incentivo para o levantamento de hipóteses.

A abordagem verificativa, presente nos roteiros das OPAs, representa 6% de todos os analisados para esse material, ou seja, apenas um dos roteiros possui essa abordagem, sendo ele o Roteiro OPA.1.2.6 cuja atividade experimental é uma brincadeira de cabo de guerra, onde os estudantes são divididos em três equipes, como explica o roteiro: *“Enquanto duas equipes fazem a disputa, a terceira equipe observa e esquematiza simbolicamente diferentes situações que configuram a brincadeira, tais como: posição de equilíbrio; posição em que a equipe A se encontra apresenta uma força maior do que a força da equipe B”*. Trata-se de uma atividade verificativa, visto que os estudantes estão verificando uma explicação já desenvolvida para os conceitos e fenômenos que estão sendo observados.

As atividades experimentais com abordagem investigativa representam 13% das analisadas nestes materiais. Importa destacar que outros roteiros apresentam em seu corpo do texto a atividade experimental como uma investigação, entretanto não consideramos esses roteiros na lista apresentada no início desta seção, visto que o termo “atividade investigativa” é muitas vezes empregado de forma equivocada nos materiais aqui analisados. Desse modo consideramos uma atividade experimental investigativa aquelas que apresentam elementos investigativos, usamos como base para essa identificação de elementos investigativos os critérios de Ferreira, Corrêa e Silva (2019).

O Roteiro OPA.3.2.1 é um exemplo de atividade experimental cuja abordagem é investigativa, uma vez que apresentou elementos investigativos, como o incentivo ao levantamento de hipóteses, como evidencia o trecho: *“Nesse momento, as hipóteses e os argumentos que os alunos utilizam são os focos principais dessa investigação”*. Além de que, o professor intervém minimamente, dando bastante liberdade para que os alunos investiguem e evoluam sozinhos o conhecimento, como o descrito no trecho: *“Faça as intervenções necessárias e registre no quadro as principais conclusões da classe. Não formalize o conceito de campo magnético, nem apresente formulações matemáticas; deixe os alunos evoluírem sozinhos até a visualização dessa ideia.”* Este roteiro também apresenta outros elementos investigativos dos critérios definidos por Ferreira, Corrêa e Silva (2019).

Para Oliveira (2010, p.150) as atividades experimentais investigativas são aquelas em que os estudantes são os protagonistas no processo de construção do conhecimento e o professor se torna um mediador deste processo. Essencialmente o objetivo deste tipo de atividade visa proporcionar ao estudante uma maior responsabilidade sobre todas as etapas da atividade experimental investigativa, desde o problema até a sua solução. A autora salienta que este método tem se mostrado altamente eficaz para a educação científica, pois "fornece aos alunos oportunidades para o desenvolvimento de habilidades de observação, formulação, teste, discussão, dentre outros."

Oliveira (2010) destaca que uma das características desta abordagem é o uso de roteiros mais abertos que possibilitem modificações por parte dos estudantes nas etapas da atividade experimental. Essa característica é observada nos roteiros investigativos que foram analisados nesta pesquisa.

Essa abordagem experimental tem sido defendida por outros pesquisadores, uma vez que pode contribuir para reduzir o distanciamento entre a ciência praticada pelos cientistas nas instituições de pesquisa, da ciência que é vista nas escolas (MUNFORD e LIMA, 2007). Sasseron e Machado (2017), concordam que essa abordagem é a mais indicada para ensinar: "conteúdos, procedimentos e valores da cultura científica".

É importante entender que o ensino investigativo vai muito além das atividades investigativas. O professor tem um papel fundamental no desenvolvimento de um ensino investigativo, podendo desenvolver uma atividade investigativa utilizando roteiros que não apresentam elementos investigativos, ou

desenvolver uma atividade completamente dentro do modelo de ensino diretivo utilizando um material que propõe uma atividade investigativa.

Como na maioria dos casos o professor é o responsável por propor e mediar o desenvolvimento da atividade experimental, este também fica responsável por permitir que o estudante tenha a liberdade intelectual de desenvolver as etapas dessa atividade e de refletir sobre o que está sendo estudado para chegar a uma conclusão. Nesse caso é fundamental que o professor crie condições para que os estudantes desenvolvam o pensamento crítico e reflexivo passando das ações puramente manipulativas para a elaboração das ações intelectuais.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Levando em conta a importância da análise dos materiais didáticos destinados para o ensino de Física a presente pesquisa, objetivou analisar os roteiros de experimentos de Física presentes nos CEs e nas OPAs utilizados nas escolas da rede estadual de ensino de Santa Catarina que adotam a proposta de Ensino Médio Integral, em Tempo Integral, e possuem parceria com o Instituto Ayrton Senna. Desse modo foi possível responder às questões da presente pesquisa e alcançar os objetivos propostos. Apresentaremos nesta seção algumas considerações finais acerca dos resultados obtidos e das dificuldades encontradas ao longo do desenvolvimento da pesquisa.

Tendo em mente as questões desta pesquisa, os resultados mostram uma forte predominância dos roteiros contendo atividades experimentais que apresentam Graus 2 e 3 de Liberdade Intelectual, oferecidos aos alunos pelo professor, apenas uma pequena parcela apresentou Grau 1. Esses resultados evidenciam a predominância das abordagens demonstrativas e verificativas. Por mais que a literatura considere que essas abordagens se aproximam do ensino tradicional, como mencionado nos resultados, a maioria das atividades experimentais são desenvolvidas de forma mais flexível. Dessa forma, para as atividades demonstrativas são adotadas demonstrações abertas, que permite maior participação do estudante. O mesmo ocorre com as atividades verificativas, que no fim permitem uma maior participação do estudante na discussão dos resultados.

Importa, também, destacar que, os materiais aqui analisados apresentam diversos elementos investigativos, por mais que sejam apresentadas poucas atividades experimentais com abordagem completamente investigativa. A principal característica observada nos materiais analisados é o incentivo a participação dos estudantes durante o desenvolvimento de várias etapas das atividades experimentais. As OPAs apresentam essa característica de forma mais significativa.

Desse modo acreditamos que os estudantes podem compreender melhor os conceitos da atividade científica e da natureza da ciência quando os roteiros das atividades experimentais empregadas pelos seus professores se aproximam da abordagem investigativa, mesmo que sejam atividades verificativas ou demonstrativas que apresentem elementos investigativos e permitam que o estudante desenvolva uma reflexão acerca da atividade experimental desenvolvida.

É importante entender que o ensino investigativo vai muito além das atividades investigativas. Nesse caso é fundamental que o professor crie condições para que os estudantes desenvolvam o pensamento crítico e reflexivo.

Destacamos também nessas considerações finais as dificuldades encontradas no decorrer da pesquisa. A principal dificuldade está relacionada à obtenção de informações para caracterizar esses materiais. Inicialmente buscamos informações no próprio material, procurando a sua ficha catalográfica, mas no fim o material não apresenta esse elemento. Em seguida procuramos no site do Instituto Ayrton Senna⁹, na página que apresenta informações sobre a parceria do instituto com os estados e municípios, no entanto não obtivemos as informações necessárias. Por fim, na página “Fale Conosco” o site orienta que, para mais informações acerca das parcerias dessa instituição com as escolas, a pessoa interessada deve entrar em contato diretamente com a secretaria de educação local¹⁰.

Desse modo, como foi mencionado nos resultados dessa pesquisa, enviamos um e-mail para a SED/SC com algumas questões acerca dos materiais. No entanto, o e-mail foi respondido sem as respostas às questões levantadas. Como última alternativa desenvolvemos um questionário para aplicação com um dos professores que trabalha com esses materiais. Apenas dessa forma conseguimos informações acerca do desenvolvimento, revisão e atualização do material.

Por fim, sugere-se que este estudo tenha continuidade, visto que existem diversas outras características dos roteiros e dos materiais que podem ser analisadas. A escassez de pesquisas e informações sobre os materiais desenvolvidos, para o ensino básico, pelo Instituto Ayrton Senna em parceria com os estados e municípios evidencia ainda mais a importância de estudos futuros.

⁹ Site: <https://institutoayrtonsenna.org.br/pt-br.html>

¹⁰ Segue o trecho como apresentado na página citada: “O Instituto Ayrton Senna desenvolve projetos educacionais em parceria com Estados e Municípios atuando nas escolas públicas de várias cidades do Brasil. Por este motivo, sugerimos que você entre em contato diretamente com a Secretaria de Educação da sua cidade”.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, I. A. Conhecimento formal, experimental e estudo ambiental. **Ciência e Ensino**, Campinas, n.3, dez. 1997.
- AMARAL, I. A. Os fundamentos do Ensino de Ciências e o livro didático. Em: FRACALANZA, H. & MEGID Neto, J. **O livro didático de Ciências no Brasil**. Campinas: FE/Unicamp & Editora Komedi, 2006. p. 81-123.
- ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Rev. Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 176-194, jun. 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbef/v25n2/a07v25n2.pdf>. Acesso em: 08 abr. 2021.
- BALL, S. J. Política Educacional Global: reforma e lucro. **Revista de Estudos Teóricos y Epistemológicos en Política Educativa**, Ponta Grossa, v. 3, p. 1-15, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.5212/retepe.v.3.0105> Acesso em: 15 jan. 2022.
- BANDEIRA, D. **Materiais didáticos**. Curitiba: IESDE, 2009.
- BARRA, V.; LORENZ, K. M. Produção de materiais didáticos de ciências no Brasil, período: 1950 a 1980. **Ciência e Cultura**, São Paulo, Brasil: Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, vol. 38, n. 12, p. 1970-1983, dez. 1986. Disponível em: https://fep.if.usp.br/~profis/arquivo/projetos/artigos/LORENTZ_1986.pdf. Acesso em: 31 mar. 2021.
- BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR. **A Base**. [S. l.; s. d.]. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/a-base>. Acesso em: 05 abr. 2021.
- BEZERRA, D. P. *et al.* A evolução do ensino da física: perspectiva docente. **Scientia Plena**, Fortaleza, v. 5, v. 9, p. 1-8, 2009. Disponível em: <https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/view/672/342> Acesso em: 02 abr. 2021
- BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Belo Horizonte, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6607/6099>. Acesso em: 09 abr. 2021.
- BRANCO, E. P. *et al.* Uma visão crítica sobre a implantação da Base Nacional Comum Curricular em consonância com a reforma do Ensino Médio. **Debates em Educação**, Maceió, v. 10, n. 21, p. 47-70, ago. 2018. ISSN 2175-6600. Disponível em: <<https://www.seer.ufal.br/index.php/debateseducacao/article/view/5087>>. Acesso em: 06 abr. 2021.
- BRASIL, Ministério da Educação. **PNLD**. Brasília, [S.d.]. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/busca-geral/318-programas-e-acoess1921564125/pnld-439702797/12391-pnld>. Acesso em: 17 dez. 2021.

BRASIL. Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 17 fev. 2017. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Lei/L13415.htm. Acesso em: 03 abr. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2017. Disponível em: http://agbcampinas.com.br/site/http://agbcampinas.com.br/site/wp-content/uploads/2017/08/BNCC_publicacao.pdf. Acesso em: 05 abr. 2021.

CAETANO, M. R. A proposta do Instituto Ayrton Senna para educar no século 21 ou uma velha proposta com nova roupagem. **Rev. Fac. Educ. (Univ. do Estado de Mato Grosso)**, [S.l.], v. 24, Ano 13, n.2, p. 113-133, jul./dez. 2015. Disponível em: <https://periodicos.unemat.br/index.php/ppgedu/article/view/3955/3147>. Acesso em: 02 abr. 2021.

CARVALHO, A. M. P. *et al.* **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 1-20.

CARVALHO, J. B. P. Políticas Públicas e o Livro Didático de Matemática. **Bolema**, Rio Claro, Ano 21, nº 29, 2008. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/bolema/article/view/1714>. Acesso em: 08 jan. 2022.

CHAVES, D. S. P. **Instituto Ayrton Senna**: ressignificando a função social da escola pública no município do Rio de Janeiro através do “Programa Acelera Brasil”. 2012. 232 f. Dissertação (Mestrado em Políticas Públicas e Formação Humana) - Faculdade de Educação, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: http://www.bdtd.uerj.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=5689 Acesso em: 01 abr. 2021.

CLARO, L. C. **As atividades experimentais de física na escola de ensino integral**: uma análise crítica. 2017. 181 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba, 2017. Disponível em: http://iepapp.unimep.br/biblioteca_digital/pdfs/docs/15122017_142924_luiscarlosclaro_ok.pdf . Acesso em: 02 abr. 2021.

FERREIRA, S.; CORRÊA, R.; SILVA, F. C. Estudo dos roteiros de experimentos disponibilizados em repositórios virtuais por meio do ensino por investigação. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 25, n. 4, p. 999-1017, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v25n4/1516-7313-ciedu-25-04-0999.pdf> Acesso em: 03 mar. 2021.

FRACALANZA, H. Livro didático de Ciências: novas ou velhas perspectivas. Em: FRACALANZA, H. & MEGID NETO, J. **O livro didático de Ciências no Brasil**. Campinas: FE/Unicamp & Editora Komedi, 2006. p. 175-195.

GIANI, K. **A experimentação no ensino de Ciências**: possibilidades e limites na busca de uma aprendizagem significativa. 2010. 190f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília, 2010. Disponível em: https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/9052/1/2010_KellenGiani.pdf. Acesso em: 02 abr. 2021.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GONZÁLEZ, A. M. T.; SIERRA, V. M. Metodologia de análisis de libros de texto de matemáticas. Los puntos críticos em la enseñanza secundaria em España durante el siglo XX. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 22, n. 3, p.389-408, 2004. Disponível em: <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21990/21824>. Acesso em: 06 jan. 2022.

HACKING; I. Refazer o mundo. In: **A Ciência como Cultura**, 103-118. Lisboa: Imprensa Nacional Casa da Moeda, 1992.

HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de Las Ciências**, [S.l.], v. 12, n.3, p. 299-313, 1992.

HOFSTEIN, A. Laboratory work, forms of. In: GUNSTONE R, R. (ed.). **Encyclopedia of science education**. Dordrecht: Springer, 2015. p. 563-566.

INSTITUTO AYRTON SENNA. **Entenda a causa**. [S. l.; s. d.]. Disponível em: <https://institutoayrtonsenna.org.br/pt-br/a-causa.html>. Acesso em: 02 abr 2021.

JUNIOR, R. B. N.; MATTOS, C. História e memória do ensino de física no Brasil: a faculdade de medicina de São Paulo (1913-1943). **Ciência & Educação**, Bauru, v.18, n.4, p.851-873, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v18n4/v18n4a08.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2021.

KRIPKA, R.; SCHELLER, M.; BONOTTO, D. L. Pesquisa Documental: considerações sobre conceitos e características na Pesquisa Qualitativa. In: 4º Congresso Ibero americano em Investigação Qualitativa e 6º Simpósio Internacional de Educação e Comunicação, 2015, **Atas: Investigação Qualitativa em Educação**, v. 2, Aracaju. 2015, p. 243-247. Disponível em: <https://proceedings.ciaiq.org/index.php/ciaiq2015/article/view/252/248>. Acesso em: 25 mar. 2021.

LIVRES. **Guia de preenchimento da ficha do banco de dados Livres**: livros escolares brasileiros (1810-2005). São Paulo: USP, 2005.

MARANDINO, M; et al. Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos. São Paulo: Editora Cortez, 2009.

MARSIGLIA, A. C. G. *et al.* A Base Nacional Comum Curricular: um novo episódio de esvaziamento da escola no Brasil. **Germinal: Marxismo e Educação em Debate**, Salvador, v. 9, n. 1, p. 107-121, maio 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/revistagerminal/article/view/21835/14343>. Acesso em: 26 mar. 2021.

MICHEL, J. C. M. **A ação do Instituto Ayrton Senna na gestão das políticas educacionais: alianças sociais e legitimação do gerencialismo na educação.** 2010. 102 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, 2010. Disponível em: <https://siaiap39.univali.br/repositorio/bitstream/repositorio/1824/1/Joao%20Carlos%20Macieski%20Michel.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2021.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral (EMTI).** Brasília, [2017?]. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/publicacoes-para-professores/30000-uncategorised/55951-politica-de-fomento-a-implementacao-de-escolas-de-ensino-medio-em-tempo-integral-emi#:~:text=fevereiro%20de%202017.-,A%20Política%20de%20Fomento%20à%20Implementação%20de%20Escolas%20de%20Ensino,Secretarias%20Estaduais%20e%20Distrital%20de>. Acesso em: 05 abr. 2021.

MUNFORD, D; LIMA, M. E. C. C. Ensinar ciências por investigação em quê estamos de acordo. **Ensaio Pesquisa em Ensino de Ciências**, Belo Horizonte, v. 9, n. 1, p. 89- 111, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-21172007090107>. Acesso em: 15 jan. 2022.

NARDI, R. Memórias da educação em ciências no Brasil: a pesquisa em ensino de física. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 10, n. 1, p. 63-101, 2005. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/523/319>. Acesso em: 01 abr. 2021.

NEVES, J. L. Pesquisa qualitativa: características, usos e possibilidades. **Caderno de pesquisas em administração**, São Paulo, v. 1, n. 3, p. 1-5, 1996. Disponível em: Acesso em: http://www.hugoribeiro.com.br/biblioteca-digital/NEVES-Pesquisa_Qualitativa.pdf. Acesso em: 23 mar. 2021.

NÚÑEZ, I. B. *et al.* A seleção dos livros didáticos: um saber necessário ao professor. O caso do ensino de Ciências. **OEI- Revista Iberoamericana de Educación**, [S.I.], v. 33, n. 1, 2003. Disponível em: <<https://rieoei.org/RIE/article/view/2889>>. Acesso em 24 nov. 2021.

OLIVEIRA, J. R. S. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de Ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Acta Scientiae**, [S.I.], v. 12, n. 1, p. 139 – 153, 2010.

OLIVEIRA, V. A.; OLIVEIRA, J. F. O ensino médio em tempos de parcerias com os institutos: o projeto do campo econômico em ação. **Revista de Educação, Linguagem e Literatura REVELLI**, [S.l.], v. 11, n. 1, p. 1-19, 2019. Disponível em: <https://www.revista.ueg.br/index.php/revelli/article/view/8757>. Acesso em: 05 abr. 2021.

PEREIRA, M. V.; MOREIRA, M. C. A. Atividades prático-experimentais no ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 34, n. 1, p. 265-277, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2017v34n1p265/33954>. Acesso em: 27 mar. 2021.

PINHO ALVES, J. F. **Atividades experimentais: do método à prática construtivista**. 2000. 303 f. Tese (Doutorado em Educação) - Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/79015>. Acesso em: 20 mar. 2021.

PINTO; G. F. **A experimentação nos livros didáticos de ciências nos anos finais do ensino fundamental**. 2017. 123 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Centro de Ciências Humanas e Sociais, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <http://www.repositorio-bc.unirio.br:8080/xmlui/bitstream/handle/unirio/13018/Dissertação%20PPGEdu%20-%20GABRIELA%20FERNANDES%20PINTO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 07 abr. 2021.

PIZA, D. **Ayrton Senna: o eleito**. 1. ed. Rio de Janeiro: Ediouro, 2003.
PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

REIS, W. F; MARTINS, M. I. Experimentos em livros didáticos de Física: uma análise comparativa de duas edições do PNLD. **Imagens da Educação**, [S.l.], v. 5, n. 3, p. 01-09, 2015.

RIBEIRO, S. L. M. **Ayrton Senna herói nacional a contribuição do piloto e da imprensa na construção de sua imagem: análise de reportagens e citações do Jornal Folha de São Paulo**. 2006. 58 f. Monografia (Graduação em Jornalismo) - Faculdade de Ciências Sociais Aplicadas, Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2006. Disponível em: <https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/123456789/2168/2/9963109.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2021.

ROSITO, B. A. O ensino de ciências e a experimentação. In: MORAES, Roque (org.). **Construtivismo e ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas**. 3. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2008, p. 195-208.

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

SCHERER, S. S; NASCIMENTO, F. M.; CÓSSIO, M. F. Parcerias Público-Privadas: Atuação do Instituto Ayrton Senna na educação pública do estado do RS. **Educ. Soc.**, Campinas, v. 41, e241715, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/es/a/XMRvsCXjhmmWBJ3RtRXypKw/?lang=pt>. Acesso em: 06 jan. 2022.

SELLES, S. E. Lugares e culturas na disciplina escolar biologia: examinando as práticas experimentais nos processos de ensinar e aprender. In: TRAVERSINI, C.; EGGERT, E.; PERES, E. E.; BONIN, I. **Trajetórias e processos de ensinar e aprender: práticas e didáticas**. Porto Alegre: EdiPUCRS, 2008. p. 592-617.

SÉRÉ, M. G.; *et al.* O papel da experimentação no ensino da Física. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v.20, n.1, p. 30-42, abr. 2003. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/9897/9231>. Acesso em: 05 abr. 2021.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 23. ed. São Paulo: Cortez, 2007.

SOUZA, F. C. **Ayrton Senna: o mito das pistas**. 2008. 64 f. Trabalho de Conclusão do Curso (Graduação em Comunicação Social) - Faculdade de Comunicação Social, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2008. Disponível em: <https://www.ufjf.br/facom/files/2013/04/FabioCastro.pdf> Acesso em: 08 abr. 2021.

APÊNDICE A – E-mail enviado para a Secretaria de Estado da Educação de Santa Catarina (SED/SC).

Prezados Senhores,

Sou Lucas Leandro da Roza Muniz, acadêmico do curso de Licenciatura em Física do IFSC, Campus Jaraguá do Sul - Centro. Estou na última fase do curso, desenvolvendo meu TCC, a minha pesquisa tem como tema de interesse a experimentação em Física, no ensino médio. Tomei contato com os materiais desenvolvidos pela Secretaria de Estado da Educação de Santa Catarina (SED/SC) em parceria com o Instituto Ayrton Senna, mais especificamente o Caderno do Estudante e o Caderno de Orientação para Planos de Aulas, em uma escola que adota a proposta de Ensino Médio Integral em Tempo Integral, e me interessei em analisá-los.

Estou enviando esse e-mail para pedir maiores esclarecimentos acerca do material (Caderno do Estudante e o Caderno de Orientação para Planos de Aulas). Desse modo envio algumas questões que surgiram no decorrer da minha pesquisa.

1. O material disponibilizado pela SED/SC em parceria com o Instituto Ayrton Senna (Caderno do Estudante e Orientação para Planos de Aulas) é atualizado frequentemente? Qual a frequência de atualização desse material?
2. Como a SED/SC define esses materiais? Ex.: Livro didático, manual didático, caderno de atividades, guia do aluno, guia do professor.
3. Quem são os autores dos materiais?
4. Os professores são consultados ou participam da sua elaboração/revisão/atualização?
5. O Material é o mesmo para todas as escolas que possuem parceria com o Instituto Ayrton Senna? Os professores têm opções diferentes desses materiais, como ocorre com a escolha do livro didático disponibilizado pelo PNLD?

A apresentação do TCC está prevista para final de fevereiro de 2022 no IFSC - Campus Jaraguá do Sul - Centro, por isso peço que me retornem o mais breve possível.

Desde já agradeço a atenção dispensada.

Att.

Lucas Leandro da Roza Muniz

Acadêmico do Curso de Licenciatura em Física

Instituto Federal de Santa Catarina - Campus Jaraguá do Sul - Centro

APÊNDICE B - Questionário

Questionário - Materiais do Instituto Ayrton Senna

Prezado(a) Professor(a) de Física,

Eu, Lucas Leandro da Roza Muniz e minha orientadora, Professora Me. Dilcléia Dobrowolski, estamos pesquisando os materiais desenvolvidos pela Secretaria de Estado da Educação de Santa Catarina (SED/SC) em parceria com o Instituto Ayrton Senna, mais especificamente o Caderno do Estudante e as Orientações para Planos de Aulas.

Esse questionário faz parte da minha pesquisa de TCC, do curso de Licenciatura em Física do IFSC Campus Jaraguá do Sul - Centro, cujo tema de interesse é a experimentação em Física, no Ensino Médio. Gostaríamos de obter mais informações acerca do desenvolvimento, revisão e atualização desses materiais.

Os dados pessoais obtidos através desse questionário serão mantidos anônimos.

Por gentileza, responda as questões abaixo:

As questões abaixo estão relacionadas a forma como esses materiais são desenvolvidos, revisados e atualizados. As respostas a essas questões serão utilizadas para caracterizar estes materiais.

1 - Quanto tempo você trabalha com os materiais do Instituto Ayrton Senna?

Resposta: Há 5 anos.

2 - Ao longo desse período de atuação os materiais foram atualizados? Se sim, você recebeu esses materiais atualizados? Qual é a frequência de atualização desses materiais?

Resposta: Não, nunca foram atualizados.

3 - Quem é o responsável pela criação, atualização e revisão dos materiais? São pessoas formadas na área?

Resposta: Os responsáveis pela criação foram pessoas formadas na área. Pesquisei agora e não encontrei o nome da professora responsável pelo material de Física, lembro que ela tem mestrado na área do ensino de física.

4 - Os professores são consultados ou participam da criação, atualização e revisão dos materiais? Você já participou de alguma dessas etapas?

Resposta: Não. Questionei bastante o material no primeiro ano de utilização. Recebemos como resposta da SED que seriam feitas atualizações e correções, mas nunca foi feito.

5 - A escola adota algum outro material didático como os livros didáticos disponibilizados pelo PNLD?

Resposta: No material da SED (OPAs e cadernos do estudante) sugere-se o uso de livros didáticos que foram escolhidos pelos professores. Sempre utilizei eles.

6 - O Material é o mesmo para todas as escolas que possuem parceria com o Instituto Ayrton Senna? Os professores têm opções diferentes desses materiais, como ocorre com a escolha do livro didático disponibilizado pelo PNLD?

Resposta: Sim, é o mesmo material desde 2017, não oportunizando aos professores escolha. Apenas o livro didático utilizado pela escola que é escolha do professor.

7 - Você recebeu alguma capacitação para por esses materiais em prática na sala de aula? As capacitações/cursos ocorrem com frequência?

Resposta: As capacitações ocorreram nos três primeiros anos (2017, 2018 e 2019) de implementação do Ensino Médio Integral em SC. Em 2017 foi trimestral e nos outros anos, semestral.

8 - Deseja fazer algum outro comentário, ou trazer mais contribuições sobre como esses materiais são desenvolvidos, revisados e atualizados?

Resposta: Infelizmente eles foram pensados e criados lá em 2016, e nunca mais passaram por atualizações. Agora com o fim do EMITI, iremos passar a utilizar os livros didáticos voltados para o NEM, que já foram escolhidos em 2021.

APÊNDICE C - Quadro de dados das categorias

ROTEIRO	CATEGORIAS			
	1.	2.	3.	4.
CE.1.1.1	NÃO	NÃO	NÃO	SIM
CE.1.2.1	NÃO	NÃO	NÃO	SIM
CE.2.1.1	NÃO	NÃO	NÃO	SIM
CE.2.1.2	NÃO	NÃO	SIM	NÃO
CE.2.1.3	NÃO	NÃO	SIM	NÃO
CE.2.1.4	NÃO	NÃO	NÃO	SIM
CE.2.1.5	NÃO	NÃO	NÃO	SIM
CE.2.1.6	NÃO	NÃO	NÃO	SIM
CE.2.1.7	NÃO	NÃO	NÃO	SIM
CE.2.1.8	NÃO	NÃO	SIM	SIM
CE.2.1.9	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
CE.2.1.10	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
CE.2.2.1	NÃO	NÃO	NÃO	SIM
OPA.1.1.1	NÃO	NÃO	SIM	SIM
OPA.1.1.2	NÃO	NÃO	SIM	SIM
OPA.1.2.1	NÃO	NÃO	SIM	SIM
OPA.1.2.2	NÃO	NÃO	SIM	NÃO
OPA.1.2.3	NÃO	NÃO	SIM	NÃO
OPA.1.2.4	NÃO	NÃO	SIM	SIM
OPA.1.2.5	NÃO	NÃO	SIM	NÃO
OPA.1.2.6	NÃO	NÃO	SIM	SIM
OPA.1.3.1	NÃO	NÃO	SIM	SIM
OPA.2.1.1	NÃO	NÃO	SIM	SIM
OPA.2.1.2	NÃO	NÃO	SIM	SIM
OPA.2.2.1	NÃO	NÃO	SIM	SIM
OPA.3.1.1	NÃO	NÃO	SIM	SIM
OPA.3.2.1	NÃO	NÃO	SIM	SIM
OPA.3.2.2	NÃO	NÃO	SIM	NÃO
OPA.3.3.1	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO

APÊNDICE D - Quadro de dados dos desdobramentos

ROTEIRO	DESDOBRAMENTOS								
	1.1	1.2	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	4.1	4.2
CE.1.1.1	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	SIM	NÃO
CE.1.2.1	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	NÃO
CE.2.1.1	SIM	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM
CE.2.1.2	SIM	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM	SIM
CE.2.1.3	SIM	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM	SIM
CE.2.1.4	SIM	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM
CE.2.1.5	SIM	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM
CE.2.1.6	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	SIM	NÃO
CE.2.1.7	SIM	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM
CE.2.1.8	SIM	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM
CE.2.1.9	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
CE.2.1.10	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	NÃO
CE.2.2.1	SIM	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	SIM	NÃO
OPA.1.1.1	SIM	SIM	SIM	NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM	NÃO
OPA.1.1.2	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	NÃO
OPA.1.2.1	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	NÃO
OPA.1.2.2	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	NÃO	NÃO
OPA.1.2.3	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM
OPA.1.2.4	SIM	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM	NÃO
OPA.1.2.5	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	NÃO	NÃO
OPA.1.2.6	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	NÃO
OPA.1.3.1	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM	NÃO
OPA.2.1.1	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
OPA.2.1.2	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
OPA.2.2.1	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
OPA.3.1.1	SIM	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	SIM	SIM
OPA.3.2.1	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM
OPA.3.2.2	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	NÃO	NÃO
OPA.3.3.1	SIM	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	SIM

ANEXO A - Quadro original desenvolvido por Ferreira, Corrêa e Silva (2019)

Categories	Desdobramentos	Elementos de Análise
1. Um problema é proposto?	1.1. Faz parte do cotidiano dos estudantes?	1.1.1. Não é algo muito distante (muito difícil) para os estudantes.
		1.1.2. Permite a exploração de conhecimentos anteriores, por meio de um contexto conhecido por eles.
	1.2. Possibilita a aprendizagem de novos conceitos?	1.2.1. Não é uma aplicação direta de conceitos.
		1.2.2. A resolução não pode ser facilmente encontrada na internet.
2. Há um momento para a resolução do problema?	2.1. Fomenta o levantamento de hipóteses?	2.1.1. Os estudantes são solicitados a levantar suas hipóteses.
		2.1.2. Há questões do tipo: Qual a solução para esse problema? O que pode ter acontecido?
	2.2. Fomenta o teste dessas hipóteses?	2.2.1. Os estudantes são solicitados a propor um experimento para testar suas hipóteses.
		2.2.2. Há questões do tipo: Como vocês vão resolver esse problema? Como verificar se suas ideias iniciais estão corretas ou não?
	2.3. Os testes destas hipóteses podem ser facilmente manipulados?	2.3.1. Os materiais podem ser encontrados em supermercados, farmácias etc.
		2.3.2. Os materiais não oferecem riscos à saúde dos estudantes.
3. Há um momento para a sistematização coletiva dos conhecimentos elaborados?	3.1. Permite a interação entre estudante-estudante e professor-estudante?	3.1.1. Os estudantes possuem um momento para discutir entre si e com o professor.
		3.1.2. Há comandos do tipo: Discuta com seu colega. Explique o que você fez para o seu professor e seus colegas.
	3.2. Busca relações entre os diferentes níveis de compreensão do conhecimento químico?	3.2.1. Estabelece relações entre os níveis: macroscópico, submicroscópico e simbólico.
		3.2.2. Há comandos do tipo: explique esse fenômeno utilizando um modelo, escreva a equação química que represente a reação envolvida etc.
4. Há um momento para a sistematização individual dos conhecimentos elaborados?	4.1. Permite que o estudante escreva sobre o que aprendeu na aula?	4.1.1. Apresenta atividades para que os estudantes resolvam individualmente.
		4.1.2. Há solicitações do tipo: Escreva um texto sobre o que você aprendeu. Faça um relatório.
	4.2. Explora outro(s) contexto(s)?	4.2.1. Apresenta outro contexto, utilizando o conceito construído no experimento.
		4.2.1. Há questões do tipo: Como você explicaria caso fosse a situação ...? Como resolveria este outro problema? etc.

ANEXO B - Roteiros de experimentos analisados nesta pesquisa

Importa destacar que algumas edições foram necessárias para adequar os roteiros de experimento ao layout deste trabalho. Desse modo foram editados: o número da página, o recuo à esquerda, o recuo à direita, a posição do cabeçalho e a posição do rodapé. Não foram feitas modificações no corpo do texto.

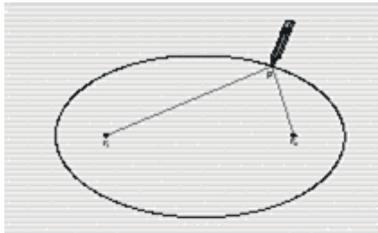
Como foi elucidado na seção 5.4 (Levantamento de dados) da Metodologia, os roteiros provenientes das Orientações para Planos de Aulas passaram por uma classificação prévia onde foi definido as Etapas que seriam analisadas. Como algumas etapas foram desconsideradas para a análise desses roteiros, fragmentos onde essas etapas são apresentadas foram retirados do corpo do texto. Esses fragmentos são identificados por um quadro branco, onde está escrito “FRAGMENTO DESCONSIDERADO”. Essa organização dos roteiros também foi necessária para manter os trechos dos roteiros analisados nas posições das páginas corretas, assim como o material original.

ROTEIRO CE.1.1.1

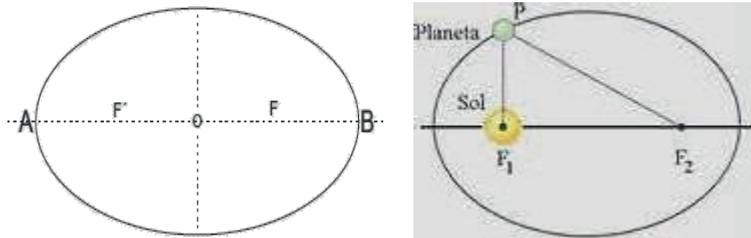
Objetivo: construir uma elipse para verificar o modelo de órbita dos planetas, que é muito próximo do circular.

Material por quarteto: dois alfinetes, 20 cm de barbante, lápis, folha de papel A4 branca e uma placa de EVA (ou *mouse pad*).

Procedimentos:

1. Dobre a folha de papel A4 na metade, juntando as pontas. Faça uma nova dobra na metade, de forma a obter quatro partes iguais. Desdobre a folha. Nela estarão marcadas as dobras. Trace, sobre as marcas das dobras, as duas retas que se cruzam perpendicularmente.
 2. Coloque a folha de papel A4 branca sobre a placa de EVA. Fixe os alfinetes em dois pontos simétricos, afastados mais ou menos 10 cm um do outro. Ao determinar os pontos de fixação, prenda as extremidades do barbante, usando os alfinetes. Trace uma reta entre esses dois pontos. Estique o barbante com o lápis, formando com ele o terceiro vértice de um triângulo. A partir dessa posição, mantenha com firmeza o barbante sempre esticado e trace a elipse.
- 
3. Sinalize os dois pontos de fixação dos alfinetes como F e F' (focos da elipse). Assinale o ponto médio (o) entre os focos da sua elipse. Marque os pontos A e B no encontro entre a elipse e o eixo em que se encontram os focos. A excentricidade (e) da órbita de um planeta é a relação entre a distância dos focos e o eixo maior de sua órbita. Analisando a figura, tem-se:

$$e = \frac{FF'}{AB}$$



Calcule a excentricidade da sua elipse.

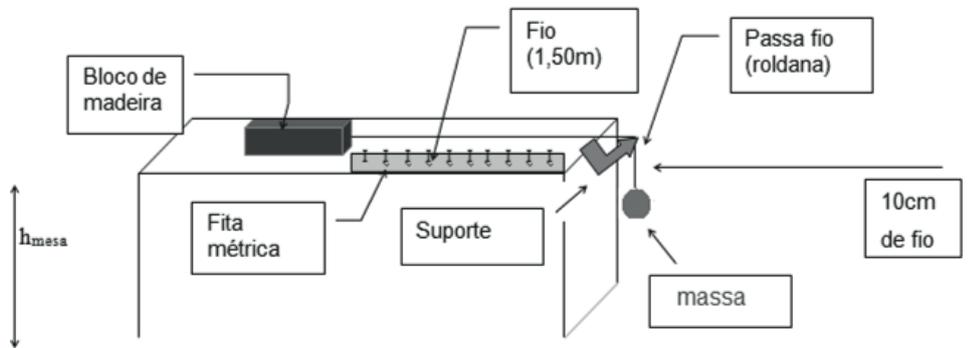
É importante observar que, quanto menor o valor da excentricidade (mais próximo de zero), mais a elipse se aproxima da forma circular. Ou seja, F e F' aproximam-se até que a distância entre eles seja zero, formando um único foco. Zero é a excentricidade da circunferência.

4. Verifique o que ocorre ao variar a excentricidade: aproxime os focos, deslocando os alfinetes, simetricamente, no sentido do centro. Seguindo a mesma orientação anterior, trace outra elipse sobre a primeira. Calcule a excentricidade e compare formas e valores das duas. O que você pode concluir?
5. A excentricidade de órbita da Terra é 0,082 (compare com os valores calculados anteriormente). Com exceção do planeta anão Plutão e do planeta Mercúrio, cujas excentricidades são de aproximadamente 0,2, os demais planetas possuem órbitas que podem ser consideradas circulares.

ROTEIRO CE.1.2.1

Objetivo: Newton disse que uma força resultante diferente de zero (força resultante de todas aquelas que agem sobre o bloco: força de atração gravitacional da Terra, força de atrito etc.), aplicada sobre um corpo de massa m , gera uma aceleração. Vocês querem verificar essa afirmativa? Se há uma aceleração, então haverá uma variação de velocidade. Assim, a meta é: verificar a variação da velocidade quando atua uma força resultante constante sobre o bloco de madeira.

Montagem do experimento



Procedimentos: Seguir as orientações do professor para a montagem e o início do experimento. Durante o movimento do bloco de madeira, marcar as sucessivas distâncias percorridas por ele a cada intervalo de tempo igual a 2 s (se, no último trecho percorrido pelo bloco de madeira, não se completar o tempo de 2 s, desprezar esse trecho). Primeiro, fazer as medidas com o bloco de massa m e, em seguida, com o bloco de massa $2m$. Preencher as tabelas com os dados obtidos e calcular a velocidade média.

Tempo Δt	Deslocamento ΔS						Velocidade média $\Delta S/\Delta t$
	ΔS_1	ΔS_2	ΔS_3	ΔS_4	ΔS_5	Média ΔS	
$t = 2s$							
$t = 2s$							
$t = 2s$							
$t = 2s$							

Tab.1. Dados experimentais para o bloco de madeira de massa $m = \dots\dots\dots$

Tempo Δt	Deslocamento ΔS						Velocidade média $\Delta S/\Delta t$
	ΔS_1	ΔS_2	ΔS_3	ΔS_4	ΔS_5	Média ΔS	
$t = 2s$							
$t = 2s$							
$t = 2s$							
$t = 2s$							

Tab.2. Dados experimentais para o bloco de madeira de massa $2m = \dots\dots\dots$

Orientação para o relatório

- **Título** (cada time poderá criar um título para o experimento, porém, cuidar para a sua adequação ao experimento).
- **Resumo** (expressando uma ideia geral do objetivo e dos resultados da pesquisa).
- **Introdução** teórica sobre o experimento (incluir pesquisa bibliográfica sobre a 2ª Lei de Newton).
- Descrição do **material utilizado**.
- Descrição do **experimento** (de forma sintética, relatar os procedimentos de pesquisa).
- **Resultados** (pode reproduzir a tabela utilizada, ampliando colunas para os dados calculados ou colocá-los em outra forma de texto).
- **Conclusão** (organizar as conclusões da equipe e da discussão de toda a classe).
- **Bibliografia**.

ROTEIRO CE.2.1.1

MATERIAIS

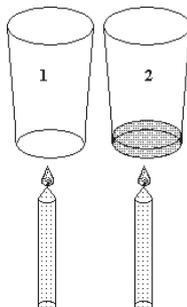
- Dois copos descartáveis grandes, de plástico firme
- Água
- Velas
- Caixa de fósforos

ORIENTAÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO

RECOMENDAÇÕES:

Tenha cuidado ao manusear a vela quando acesa.
Apenas descarte o fósforo utilizado para acender a vela depois de totalmente apagado.

1. Têm-se dois copos descartáveis de plástico disponíveis e duas velas. Coloque um pouco de água em um dos copos (nível de mais ou menos 1cm de altura) e o outro permanece vazio.
2. Aproxime (sem encostar) o fundo de cada um dos copos à chama de uma das velas, o vazio e o outro com água.



3. Para visualizar melhor a distância entre o fundo do copo e a vela durante o aquecimento, fixe a vela em uma mesa ou suporte e fique agachado, mantendo o fundo do copo na altura dos olhos.

Atenção: O copo deve ser de tamanho grande devido ao tamanho da área do seu fundo, pois se a área for pequena, haverá excesso de aquecimento do copo.

REGISTROS

1. Descreva o que foi observado tendo atenção para as diferenças entre os acontecimentos com um sistema (copo vazio) e com o outro (copo com água).

2. Elabore uma explicação para o que foi observado, justificando-a.

3. Como você explica a diferença entre usar uma panela de base com diâmetro maior e outra com diâmetro menor sobre a chama do fogão?

Lembre-se: ao término do experimento, jogue em uma lixeira os copos descartáveis utilizados e reponha dois copos novos para a próxima equipe. Deixe o tampo da mesa de trabalho limpo e seco.

ROTEIRO CE.2.1.2

MATERIAL

- Duas vasilhas de metal (opção: latinhas de refrigerante, de mesma marca, para melhor encaixe, cortadas, próximo à borda)
- Duas fontes de calor (lâmparinas)
- Água
- Copo para medir a quantidade de água
- Caixa de fósforos

ORIENTAÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO

RECOMENDAÇÕES:

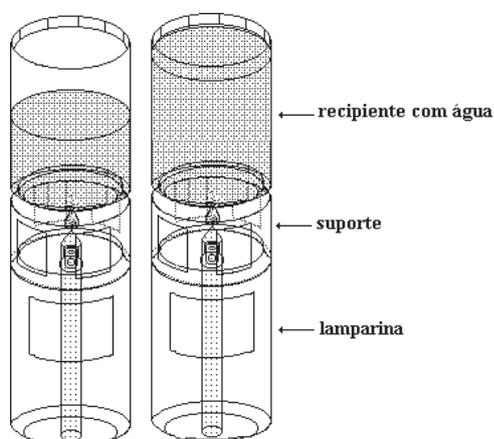
Tenha cuidado ao manusear a lâmparina quando acesa.

Apenas descarte o fósforo utilizado para acender a lâmparina depois de totalmente apagado.

Verifique se as vasilhas aquecidas estão firmemente apoiadas evitando risco de derramar água quente.

Durante a execução, ou no término do experimento, nunca toque nas superfícies aquecidas, evite queimaduras.

1. Prepare duas vasilhas com água na mesma temperatura. Uma vasilha deve ter exatamente o dobro da água da outra. Por exemplo, uma tem um copo de medida repleto de água e outra tem dois copos de medida repletos de água.
2. Coloque para aquecer simultaneamente as duas vasilhas. Porém, as chamas do fogo devem ter a mesma intensidade. Para tanto, as lâmparinas devem ser reguladas de modo que aqueçam as vasilhas de forma idêntica.



3. Enquanto a água está aquecendo, um componente da equipe coloca um dedo dentro de uma vasilha e outro dedo dentro da outra vasilha para perceber se estão acontecendo situações semelhantes ou diferentes entre as sensações percebidas nas vasilhas com menos água e com mais água. Esse movimento pode ser feito periodicamente durante o aquecimento, até que a equipe possa emitir uma conclusão. Coloque um dedo em cada vasilha, retire e registre.

4. É interessante experimentar trocar os dedos de vasilha para sentir melhor a diferença de temperatura entre ambas.

REGISTROS

1. Descreva o que seu time observou, tendo atenção para as diferenças entre os acontecimentos com um sistema (vasilha com menos água) e outro (vasilha com mais água).

2. Elabore uma explicação para o que foi observado, justificando-a.

3. Sem fazer outra experiência, responda: colocando a mão direita em contato com o gelo por um tempo suportável, enquanto a mão esquerda continua na temperatura ambiente e se, de imediato, tirar a mão do gelo e submergir as duas mãos em uma bacia com água um pouco aquecida, o que irá ocorrer (quais sensações serão experimentadas)?

Lembre-se: ao término do experimento, jogue fora a água, deixando as vasilhas vazias para a próxima equipe. Deixe o tampo da mesa de trabalho limpo e seco.

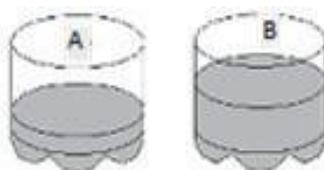
ROTEIRO CE.2.1.3

MATERIAL

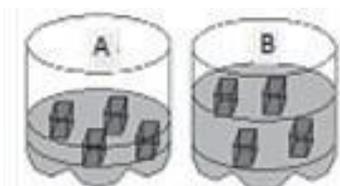
- Dois béqueres ou garrafas PET cortadas pouco acima da metade
- Um copo de medida (tamanho médio)
- Água
- Gelo
- Uma colher de sopa

ORIENTAÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO

1. Coloque um copo de água em um recipiente e dois copos de água em outro recipiente.



2. Em seguida, coloque quatro cubos de gelo de mesmas dimensões dentro de cada recipiente.



3. Espere cerca de dois minutos e retire com a colher o gelo que ainda sobrar.
4. Depois, um componente do time deve colocar uma mão dentro de cada recipiente. Trocando-se as mãos de vasilha constantemente, sente-se melhor as diferenças entre o que ocorre em ambas.

REGISTROS

1. Descreva o que seu time observou, tendo atenção para as diferenças entre os acontecimentos com um sistema (vasilha com menos água) e outro (vasilha com mais água).

2. Elabore uma explicação para o que foi observado, justificando-a.

3. Sem fazer outra experiência, responda: colocando-se gelo em quantidades proporcionais à quantidade de água em cada recipiente, quais as sensações que serão experimentadas pelas mãos mergulhadas, cada uma em um recipiente?

Lembre-se: ao término do experimento, jogue fora a água/gelo utilizados, deixando as vasilhas vazias para a próxima equipe. Deixe o tampo da mesa de trabalho limpo e seco.

ROTEIRO CE.2.1.4

MATERIAL

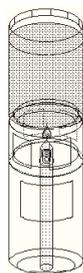
- Uma latinha de refrigerante cortada perto da borda
- Uma vasilha de boca larga (tamanho suficiente para caber, com sobra de espaço, a latinha de refrigerante)
- Um copo para medida
- Água
- Pano (para segurar a latinha de alumínio, quando ela estiver quente)
- Uma fonte de calor (lâmparina)
- Caixa de fósforos

ORIENTAÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO

RECOMENDAÇÕES:

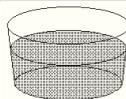
- Tenha cuidado ao manusear a lâmparina.
- Apenas descarte o fósforo utilizado para acender a vela depois de totalmente apagado.
- Verifique se a vasilha aquecida está firmemente apoiada, evitando risco de derramar água quente.
- Durante a execução, ou no término do experimento, nunca toque nas superfícies aquecidas, elas podem causar queimaduras.

1. Coloque água na latinha até acima da metade e encaixe sobre a fonte de calor usando o suporte.
2. Acenda a lâmparina e aguarde até a água ficar bem quente (começam a aparecer pequenas gotículas na borda interna da vasilha).

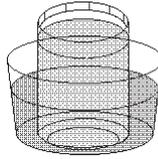


3. Coloque água à temperatura ambiente na vasilha de boca larga, até acima do meio.

Observação: o total de água colocada na vasilha deve ser menor que o dobro da quantidade de água que está dentro da latinha. Pense junto ao seu time em uma estratégia de uso do copo de medida para fazer essa estimativa.



4. Retire a latinha do suporte segurando-a com o pano e a coloque dentro da vasilha com água.



5. Toque na água que estava à temperatura ambiente.

REGISTROS

1. O que ocorreu com a temperatura da água da vasilha de boca larga?

2. Quanto maior for a diferença entre as temperaturas das águas, melhor se poderá sentir a diferença que acontece. Experimente fazer o mesmo experimento colocando água fria na latinha e água quente na vasilha de boca larga, colocando a primeira dentro da segunda. O que ocorre?

3. Elabore uma explicação para o que foi observado, justificando-a.

4. Se for colocado um ovo quente dentro de um copo com água fria, o que acontece? Explique em detalhes.

Lembre-se: ao término do experimento, jogue fora a água utilizada, deixando as vasilhas vazias para a próxima equipe. Deixe o tampo da mesa de trabalho limpo

ROTEIRO CE.2.1.5

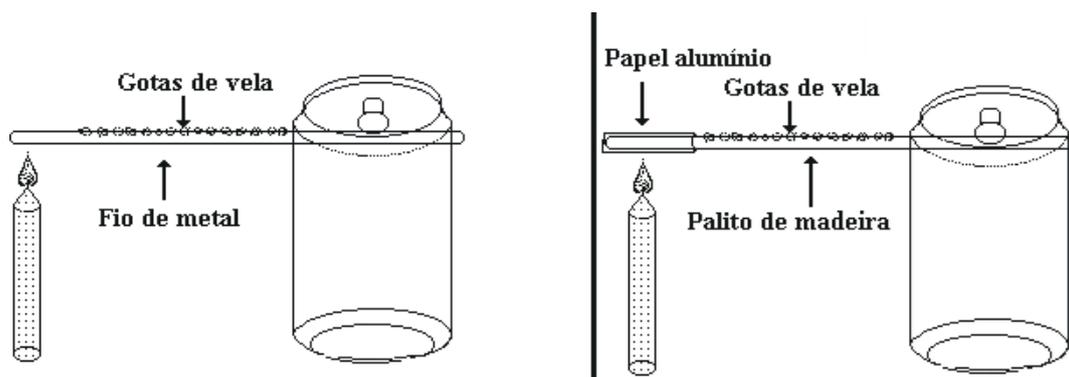
MATERIAL

- Fio de cobre (fio elétrico desencapado, de aproximadamente 15 cm de comprimento com 2 ou 3 mm de diâmetro)
- Palito de madeira (tipo espetinho de churrasco) de dimensões similares às do fio elétrico
- Duas velas comuns
- Duas latas de refrigerante vazias com argola
- Papel-alumínio (pedaço retangular com cerca de 2,0 cm x 0,5 cm)
- Caixa de fósforos para acender as velas
- Papel de rascunho (apenas para forrar a superfície em que se apoiará a montagem)

Atenção: Leia as orientações, veja o esquema de montagem e atente para as recomendações, mais adiante, antes de iniciar o desenvolvimento.

ORIENTAÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO

1. Coloque um pouco de água dentro das latas para equilibrar o sistema que será montado (as latas serão apenas pilares para manter o sistema erguido).
2. Fixe o palito na lata de refrigerante, utilizando a própria argola da lata, de tal forma que o palito fique perpendicular à parede da lata. Enrole com um pequeno pedaço de papel alumínio a pontinha do palito no lado que fica suspenso, pois este estará em contato com a chama da vela e, assim, evita-se que o palito pegue fogo.
3. Analise o esquema de montagem mais adiante, como referência para continuar a desenvolver os procedimentos.
4. Faça o mesmo procedimento do item 1, fixando o fio de cobre na outra lata (aqui é desnecessário usar o papel-alumínio).
5. Acenda a vela e pingue algumas gotas de parafina sobre o fio de cobre e sobre o palito de madeira, com espaçamentos aproximadamente iguais.
6. Espere alguns segundos, para que as gotas de parafina (vela) endureçam sobre a superfície do fio de cobre e do palito de madeira.
7. Depois, coloque as velas em posição sob as pontinhas suspensas do fio de cobre e do palito de madeira, para aquecer estas extremidades.
8. Por um tempo, observe o que ocorre nos dois sistemas.

ESQUEMA DE MONTAGEM:**RECOMENDAÇÕES:**

- Tenha cuidado ao manusear a vela, quando acesa.
- Se a vela for mais alta do que a lata, corte um pedaço da mesma para que fique do tamanho da lata.
- Utilize uma folha de papel sulfite de rascunho ou similar por baixo do esquema do experimento para que a parafina não suje a mesa que está sendo utilizada.
- Ao realizar o experimento com o palito, cubra com papel-alumínio a parte que estará em contato com a chama para evitar que ele queime, ou seja, que entre em combustão.
- Durante a execução, ou no término do experimento, nunca toque na superfície do fio, pois estará aquecida, podendo causar queimaduras.

REGISTROS

1. Descreva o que ocorre com a parafina sobre o palito de madeira e sobre o fio de cobre.

2. Elabore uma explicação para o que foi observado, justificando-a.

3. Por que é muito comum, na cozinha, utilizar colheres de pau para mexer a comida na panela?

4. Apresente alguns exemplos cotidianos que têm relação com as explicações do experimento realizado.

Lembre-se: ao término do experimento, elimine o palito de madeira e o fio de cobre utilizado (eles podem – e devem – ser guardados para outros experimentos, se retirada totalmente a parafina).

Deixe as latas vazias para a próxima equipe e o tampo da mesa de trabalho limpo e seco.

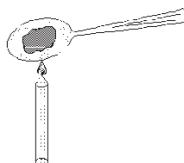
ROTEIRO CE.2.1.6

MATERIAL

- Vela (parafina)
- Caixa de fósforos
- Colher de sopa com cabo de plástico ou madeira
- Estilete
- Gelo (um cubo)
- Esponja de aço

ORIENTAÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO

1. Com o estilete raspe a vela (parafina no estado sólido), obtendo uma pequena quantidade no fundo da colher de sopa. Acenda a vela e segure a colher um pouco acima da chama, até a parafina derreter.



2. Retire a colher de cima da chama e deixe a parafina esfriar até voltar ao estado sólido. Para acelerar esse processo, encoste a colher, com a parafina no estado líquido, no cubo de gelo.



3. Recoloque a colher um pouco acima da chama da vela e mantenha nessa posição até toda a parafina “desaparecer” da colher.

4. Observe todo o processo.

RECOMENDAÇÕES:

Tenha cuidado ao manusear a vela quando acesa.

Não toquem na parafina ou na parte aquecida da colher de sopa para não correr o risco de provocar queimaduras.

REGISTROS

1. Descreva o que ocorre macroscopicamente com a parafina depois da colher ser recolocada sobre a chama da vela.

2. Descreva o que ocorre microscopicamente com as moléculas de parafina nos estados sólido, líquido e gasoso.

3. Pense e anote: a mudança de estado do sólido para o líquido é um processo reversível, ou seja, depois de liquefazer o sólido, podemos solidificá-lo novamente. E do estado líquido para o estado gasoso, o processo também é reversível? Apresente um argumento.

Lembre-se: Ao término do experimento, elimine os resíduos que ficam na colher de sopa após a decomposição da parafina. Para limpá-la, use esponja de aço. Deixe o tampo da mesa de trabalho limpo e seco.

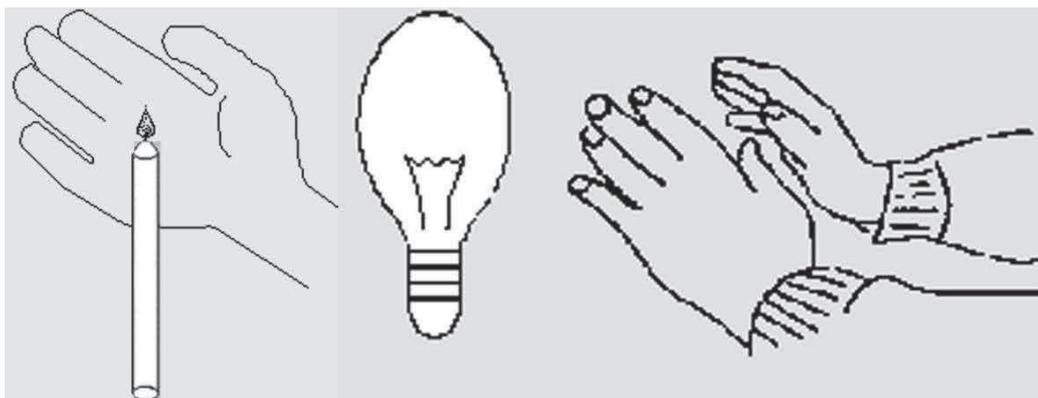
ROTEIRO CE.2.1.7

MATERIAL

- Uma vela
- Caixa de fósforos
- Uma lâmpada incandescente conectada à eletricidade

ORIENTAÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO

1. Acenda a vela e a fixe no tampo de trabalho.
2. Aproxime as mãos da chama da vela e perceba a sensação.
3. Faça o mesmo acendendo a lâmpada e aproximando-a das mãos.



RECOMENDAÇÕES:

- Não encoste a mão na chama, nem se aproxime excessivamente da lâmpada.

REGISTROS

1. Descreva o que ocorre com as mãos ao aproximar-se da vela e/ou da lâmpada acesa.

2. Elabore uma explicação para o que foi observado, justificando-a.

3. Pense e anote no mínimo mais dois exemplos de sistemas (como a lâmpada e a vela),

que provoque a mesma sensação, pelos mesmos motivos justificados por vocês. Argumente!

Lembre-se: ao término do experimento, apague a vela. Deixe o tampo da mesa de trabalho limpo e seco.

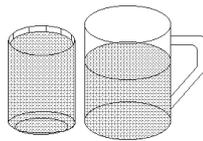
ROTEIRO CE. 2.1.8

MATERIAL

- Uma caneca de porcelana
- Um copo de alumínio (pode ser uma lata de refrigerante recortada)
- Água quente

ORIENTAÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO

1. Despeje a mesma quantidade de água quente dentro da caneca de porcelana e dentro do copo de alumínio.



2. Espere alguns segundos, e então um componente da equipe segura o recipiente de alumínio e a caneca, um em cada mão, e sente a temperatura de cada um dos sistemas.

REGISTROS

1. Descreva o que ocorre com as mãos ao segurar cada um dos recipientes.

2. Elabore uma explicação sobre a temperatura dos recipientes, de porcelana e alumínio, sentida pelas mãos.

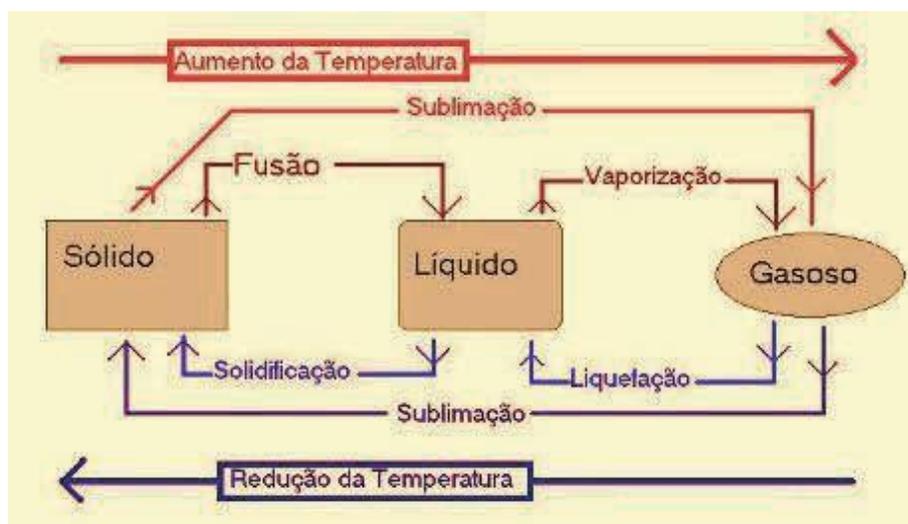
3. Converse com o time sobre experiências que tenham tido ao pisar, por exemplo em um tapete, tábua e piso de banheiro e/ou cozinha, movimentando-se de um ambiente a outro da casa. As sensações são diferentes? Esses elementos da casa estão à mesma temperatura ou com temperaturas próximas? Conte o que você e seu time pensa sobre isso e cite um exemplo similar.

ROTEIROS CE.2.1.9 E CE.2.1.10

Fundamentos teóricos

Os experimentos que serão propostos têm por objetivo estudar o comportamento de uma substância sólida durante a transição de fase, ou seja, mudança de fase da substância. Para isso, indicamos que seja determinada a temperatura do ponto de orvalho (Experimento 1) e, na sequência, o estudo do comportamento de um sólido em mudança de estado; no caso, mais conhecido como mistura frigorífica (Experimento 2).

Vale lembrar que calor nada mais é do que transferência de energia de um corpo para outro, exclusivamente por que existe uma diferença de temperatura entre eles. Entretanto, não significa que a temperatura do corpo aumente quando este recebe energia ou que sua temperatura diminua quando este perde energia. Na transição de fase (mudança de estado), a temperatura do corpo em estudo permanece constante, embora ele esteja trocando energia com a vizinhança. Isso acontece, por exemplo, na liquefação de uma amostra gasosa, na solidificação de uma amostra líquida e nas transições inversas.



Os experimentos escolhidos são simples e bastante interessantes, porque abordarão as razões pelas quais as grandezas físicas, temperatura, pressão e umidade, em conjunto, causam tanto desconforto térmico ao organismo, principalmente no verão intenso. O segundo experimento é uma forma bastante eficiente de refrigerar rapidamente bebidas.

Lembre-se de que o ar presente no meio ambiente é composto de vários tipos de gases, principalmente nitrogênio, oxigênio e argônio, além de partículas em suspensão, tais como, poeira, grãos de pólen, esporos, dióxido de carbono etc., e também de água no estado gasoso, ou seja, vapor d'água em dissolução. É importante lembrar, ainda, que não observamos o vapor d'água, ele torna-se visível somente quando atinge a saturação de forma a condensar-se.

Assim, caso a temperatura do ar baixe, isto é, "caia", como dizemos coloquialmente, de uma temperatura T_1 para uma temperatura T_2 , onde T_1 é maior do que T_2 ($T_1 > T_2$), o vapor d'água presente no ar, que inicialmente era seco à temperatura T_1 , se tornará

saturado à temperatura T_2 , começando a se condensar sob a forma de pequenas gotinhas caso a temperatura seja um pouquinho menor do que T_2 . É assim que é formado o nevoeiro tão comum durante o período de inverno. Por exemplo, em dias frios, a “fumaça” que sai de nossa boca são na realidade “mininevoeiros”. Esse é o mesmo processo que ocorre no cano de descarga dos automóveis em dias frios.

As gotículas de água que são formadas durante a condensação do vapor d'água podem ser observadas facilmente porque ficam depositadas sobre uma superfície, formando o que chamamos orvalho. Colocando de outra maneira, o ponto de orvalho é a temperatura na qual o vapor d'água presente no ar se torna saturado.

Portanto, quando a temperatura correspondente ao ponto de orvalho for inferior à temperatura ambiente, o ar não está saturado de umidade; nesse caso, a umidade do ar é inferior a 100%. Entretanto, se a temperatura do ponto de orvalho aumenta ou se a temperatura do ar diminui, a saturação do ar aumenta; nesse caso, a umidade do ar aproxima-se de 100%.

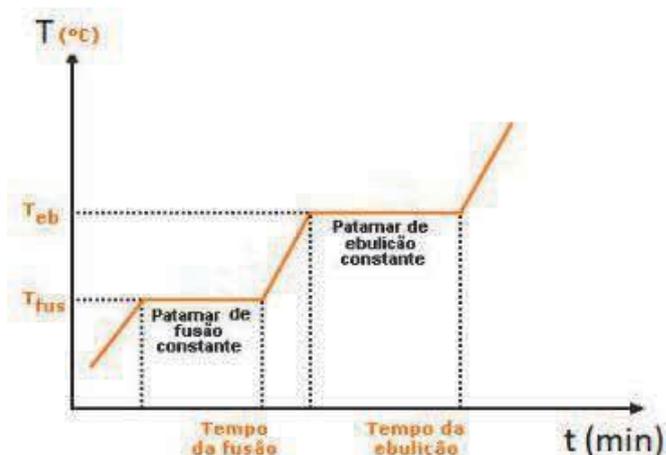
Com respeito ao corpo humano, este é capaz de manter sua temperatura constante, na casa dos $36\text{ }^{\circ}\text{C}$, mesmo quando a temperatura do ambiente em que se encontra está variando. Isso permite a manutenção metabólica de produção de energia mesmo em climas bastante quentes ou frios. É importante colocar que esses processos cessam com a morte; por essa razão, a temperatura do corpo se iguala à temperatura ambiente.

Tenha em mente que durante qualquer atividade física ou mesmo quando se está em repouso, há produção de calor nos órgãos e tecidos do corpo humano, cuja maior parte é transferida para o meio ambiente, através da pele, por radiação, convecção e evaporação. Essa é a razão pela qual, nos dias em que a temperatura está alta, nosso organismo utiliza o mecanismo da evaporação para resfriar o corpo, ou seja, transpiramos. A transpiração depende do vento existente no local, e principalmente, da umidade do ar e do quanto de vapor d'água este pode conter. Assim, caso o ar esteja saturado de umidade, o suor não evapora, e o organismo produzirá suor para manter a temperatura constante – razão pela qual ficamos suando em dias úmidos, mesmo sem fazer exercícios: é a não evaporação do suor que nos causa desconforto. Esse desconforto também ocorre quando o ponto de orvalho está baixo, na casa dos $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$, pois o ar muito seco causa irritação na pele e no aparelho respiratório.

A título de ilustração, a perda de calor de uma pessoa em repouso é de aproximadamente $1,7\text{ kcal/min}$, ou seja, cerca de 120 Watt . Ao se praticar um esporte, como o futebol, o atleta chega a eliminar até 3 litros de suor durante a partida.

A mistura frigorífica é a denominação dada à água, gelo, álcool e sal de cozinha misturados, com ponto de fusão que alcança facilmente a temperatura de $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, sendo, por essa razão, muito utilizada por vendedores ambulantes para refrigerar rapidamente suas bebidas, água, refrigerante, cervejas etc. Isso ocorre porque a água aumenta a superfície de contato com o produto que se deseja resfriar, enquanto o sal retarda a temperatura de fusão do gelo, que demorará mais para derreter. Já o álcool, através de uma reação físico-química, retira calor da mistura. Portanto, a mistura frigorífica é um mecanismo rápido, eficiente e barato para gelar bebidas em cerca de 3 minutos. Vale a pena tentar!

O gráfico mostra a variação da temperatura da água em função do tempo. Ele representa uma situação inicial em que se tem água no estado sólido (gelo), cuja temperatura é de



cerca de $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$, e à medida que o tempo decorre, há um aumento na temperatura, observando-se os intervalos em que a água está mudando de fase, do sólido para o líquido e para o vapor. Os traços inclinados do gráfico, cujo coeficiente angular das retas é diferente, correspondem, respectivamente, à água no estado sólido e à água no estado líquido.

No processo de mudança de estado, por exemplo, de sólido para líquido, a quantidade de calor sendo fornecida não é para aumentar a temperatura, mas sim para fundir a substância. Assim, enquanto toda a substância não estiver fundida a temperatura permanece constante. É comum perguntar: então, para que serve o calor fornecido? Está servindo para romper as ligações químicas entre as moléculas do material, por exemplo, gelo.

Partindo do pressuposto de que a quantidade de calor seja proporcional ao tempo, é possível, além de construir o gráfico, determinar o calor específico da água no estado sólido, primeiro patamar, como no estado líquido, segundo patamar. Entretanto, para que esse cálculo seja realizado, é necessário ter registrado o valor do calor latente de fusão do gelo, qual seja, 80 cal/g . Esse é o valor de referência do calor latente do gelo à pressão normal, o que significa que são necessárias 80 calorias para fundir 1 grama de gelo, $L_f(\text{gelo}) = 80\text{ cal/g}$.

Portanto, o calor latente de fusão de uma substância é a quantidade de calor necessária para fundir completamente uma unidade de massa da substância quando ela estiver na temperatura de fusão.

EXPERIÊNCIA 1

Objetivo: estudar o comportamento de uma substância sólida durante a transição de fase, determinando a temperatura do ponto de orvalho.

Material:

- Um tubo de ensaio
- Um termômetro
- Umsuporte universal com garra (facultativo)
- Água corrente
- Gelo picado
- Bastão de vidro ou palito de madeira (tipo palito de churrasco)

Orientação para o desenvolvimento

1. Inicialmente, registre a temperatura do ambiente (T_0) do local onde a experiência está sendo realizada.
2. Em seguida, coloque um pouco de água no tubo de ensaio, acrescentando pequenas quantidades de gelo picado (use o martelo para quebrar o gelo).

3. Com o bastão de vidro, agite o sistema, água-gelo, até que ele passe pelo processo de fusão, ou seja, água no estado sólido para água no estado líquido, mantendo o termômetro no interior do sistema.

Importante! Segure o tubo de ensaio pela parte superior, de forma a evitar que o calor de sua mão interfira na experiência. O ideal é fazer uso de um suporte universal com garra.

Quando a superfície exterior do recipiente ficar coberta de gotículas de água, o vidro ficará embaçado. Tem-se então o ponto de orvalho.

Meça e registre o valor da temperatura correspondente.

É importante que todo o gelo tenha se fundido antes de medir a temperatura da água.

EXPERIÊNCIA 2

Objetivo: observar a variação da temperatura durante o processo de fusão do gelo e no processo de ebulição da água em uma mistura frigorífica.

Material:

- Um béquer
- Um termômetro
- Um tubo de ensaio
- Água corrente
- Gelo picado
- Bastão de vidro ou palito de madeira (tipo palito de churrasco)
- Sal de cozinha (cloreto de sódio)
- Papel milimetrado
- Copo de vidro ou plástico
- Suporte universal com garra (facultativo)

Orientação para o desenvolvimento

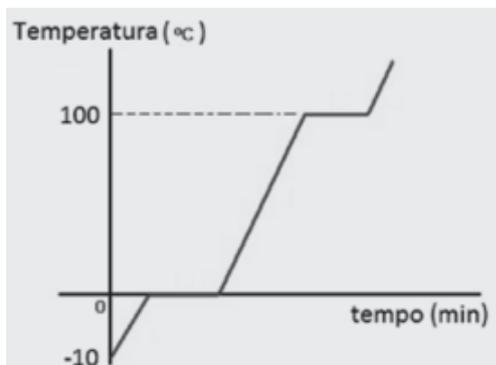
1. Antes de dar início à experiência, registre o valor da temperatura ambiente (T_0).
2. Para obter a mistura frigorífica, faça uso do béquer, misturando uma parte de sal de cozinha em um copo, com quatro partes iguais de gelo picado.
3. Meça a temperatura e verifique que rapidamente a mistura sal mais gelo torna-se negativa (menor do que $0\text{ }^{\circ}\text{C}$).
4. Coloque o termômetro no interior do tubo de ensaio contendo água natural, para registrar a temperatura da água.
5. Coloque esse sistema, tubo de ensaio com água e termômetro, no interior do béquer contendo a mistura de sal de cozinha com gelo picado.
6. Observe que, transcorridos alguns minutos, a água torna-se gelo, ou seja, solidifica-se.
7. Registre o valor da temperatura, que deverá ser inferior a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$; o ideal é uma temperatura menor do que $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$.
8. Em seguida, retire do béquer o tubo de ensaio com gelo (ou água solidificada). Segure

o tubo de ensaio pela parte superior, de forma a evitar que o calor de sua mão interfira na experiência.

9. O ideal é fazer uso de um suporte universal com garra, deixando que a troca de calor com o ambiente ocorra naturalmente.

10. Registre o valor da temperatura em função do tempo. Sugerimos o registro da temperatura a cada dois minutos, até que o processo da fusão tenha se completado.

O gráfico construído com os dados desse experimento deve ter a forma apresentada ao lado.



Com base em suas anotações do Experimento 2:

1. Admitindo-se que a troca de calor seja proporcional ao tempo, construa o gráfico, em papel milimetrado, da temperatura em função do tempo, com as medidas registradas por você e sua equipe.

2. Verifique se seu gráfico apresenta a forma sugerida no texto.

Apresente sua produção na próxima aula.

ROTEIRO OPA.1.1.1

1ª etapa: exercício de interpretação de fenômenos por meio de imagens

- Promova a mobilização inicial dos alunos com a projeção da Figura 1, incentivando-os a descrever a imagem.

Figura 1 (Fonte: bit.ly/eixorotacao)



Acesse o link clicando com o leitor de QR-Code do seu celular!

Obs.: a Figura 1 será integradora de todas as atividades desta sequência, ou seja, cada atividade será deflagrada a partir dessa imagem, implicando em idas e vindas a ela.

- Estimule a discussão com perguntas como:
 - Quais elementos estão presentes na figura?
 - O que significa cada uma das setas, linhas e tracejados?

Faça uma pergunta por vez e deixe-os comentar sobre a Figura 1, discutindo as inconsistências que possam surgir nas falas.

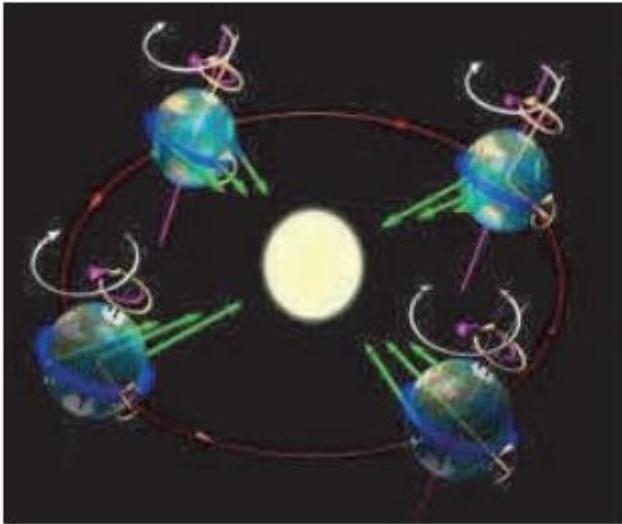
- Diga aos alunos que esse sistema tem alguns segredos que explicam situações cotidianas da natureza, tais como dia e noite, estações do ano, as fases da Lua e o fenômeno das marés, maré alta e maré baixa, e que será objetivo da aula desvendar os segredos da natureza.

Explique que cada aluno deverá anotar tudo o que considerar importante e as conclusões que forem aceitas por todos. Ao longo das aulas, lembrar, em momentos estratégicos, o valor dessas anotações.

2ª etapa: Fases da Lua e sombras

- Retorne à Figura 1, estimulando os alunos a explicar cada uma das legendas internas da figura. No decorrer da conversa, quando o foco estiver voltado para os movimentos do sistema Sol - Terra - Lua, projete a animação "Os movimentos e as fases da Lua" (Disponível em: bit.ly/movfaseslua).
- Converse com a classe sobre como entenderam a animação apresentada. Com base na Figura 2, explore o significado de precessão

Figura 2 (Fonte: bit.ly/forcasgravitacionais)



Acesse o link clicando com o leitor de QR-Code do seu celular!

3. Para continuar, tenha em mãos duas esferas de tamanhos diferentes (por exemplo, uma bola de futebol ou vôlei e uma bola de tênis ou de pingue-pongue) como representações da Terra e da Lua; uma lanterna, representando o Sol; e um anteparo, que pode ser uma parede branca.
4. Escureça a sala de aula, acenda a lanterna e mire na direção do anteparo, mantendo o feixe de luz perpendicular a ele. Coloque uma das esferas no caminho do feixe de luz. Todos devem observar a imagem formada. Repita o processo mudando a direção do feixe de luz. Coloque a outra bola e, depois, outros objetos (caneta, mão etc.) para todos observarem a relação entre objetos e as imagens formadas.
5. Problematicize o experimento com a turma, levantando questões como:
 - a. *A sombra tem sempre o mesmo tamanho e forma do obstáculo?*
 - b. *Como relacionar com o dia e a noite o fato de que partes do anteparo ficam totalmente iluminadas, outras em total sombra e outras regiões em penumbra?*
 - c. *E as fases da Lua, como podem ser explicadas?*
6. Simule as fases da Lua usando as duas esferas e a lanterna.
7. Apresente e explore as Figuras 3 e 4 para sistematizar as fases da Lua.

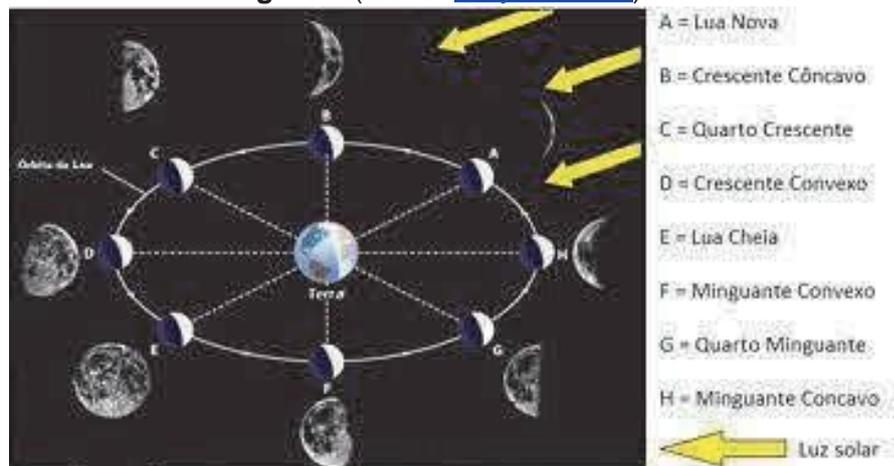
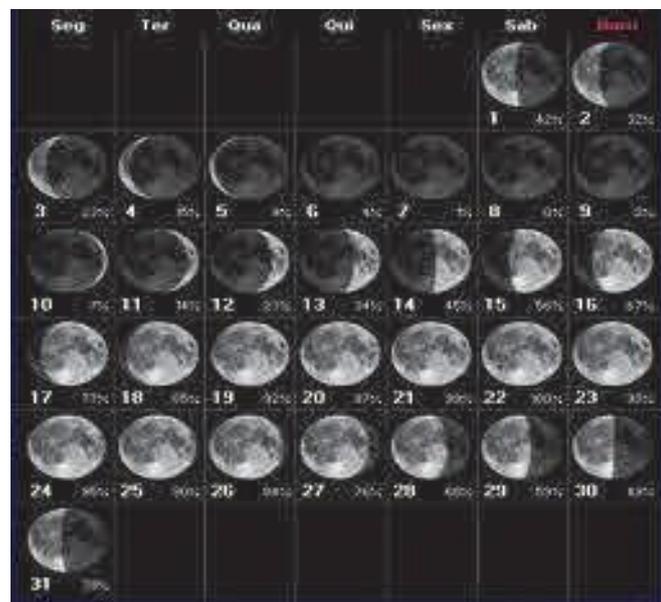
Figura 3 (Fonte: bit.ly/faseslua)

Figura 4



8. Problematize situações tais como as apresentadas na Figura 5.

Figura 5 (Fonte: Nasa)



9. Peça que os alunos organizem os registros das discussões sobre o fenômeno das sombras.

3ª etapa: Eclipse

1. Retornando à Figura 1, problematize com alunos o fenômeno dos eclipses:
 - a. Quem já observou?
 - b. O que ocorre?
 - c. Como os elementos dessas imagens estão envolvidos na formação do eclipse?
2. Provoque os estudantes para que verbalizem suas hipóteses. Escolha algumas delas e peça a eles que façam uma simulação da situação selecionada, usando a lanterna e as esferas, na sala escura. Caso os alunos não se aproximem do modelo explicativo, apresente a simulação e estimule a análise.
3. Acesse a reportagem "O maior eclipse de todos os tempos" (Disponível em: bit.ly/maioereclipse) para sistematizar a conversa com foco em eclipse.
4. Peça aos alunos que ilustrem suas anotações com desenhos de um eclipse do Sol e outro da Lua. Problematicize situações tais como a apresentada na Figura 6.

Figura 6 (Fonte: bit.ly/eclipses1)

Acesse o link clicando com o leitor de QR-Code do seu celular!



Resposta esperada: C, D, A, B

ROTEIRO OPA.1.1.2

FRAGMENTO DESCONSIDERADO

1ª etapa: Investigando os conceitos

1. Convide os alunos para uma investigação em um pátio ou outro lugar espaçoso.
2. Antes de iniciar a atividade, conte que vão participar de várias “brincadeiras” cuja finalidade é fazer pensar sobre os conceitos básicos que caracterizam os nossos movimentos, os movimentos do Universo e de todos os elementos que estão em nosso entorno. Como as brincadeiras estarão direcionadas para investigações diferentes, ressalte que é muito importante que todos fiquem atentos aos seus comandos.

Investigação 1

Diga aos alunos que, nesta atividade, os movimentos de partes do corpo (mãos, cabeça, piscar de olhos e outros) devem ser desprezados. Peça-lhes que, durante o desenvolvimento, anotem as suas respostas individualmente e depois comparem com as conclusões obtidas por seus colegas.

Oriente-os a se organizarem em duplas, um aluno a certa distância do outro, ambos fixados em seus lugares. Pergunte: seu colega está em repouso ou em movimento em relação a você? Explore as hipóteses.

Nas duplas, um dos componentes começa a caminhar aproximando-se do outro. Quem está em movimento? Em relação a quem? Explore as hipóteses.

Agora, os componentes das duplas, juntos e uniformemente, iniciam uma caminhada, mantendo as mesmas velocidades. Cada um deve pensar: seu colega está em repouso ou em movimento em relação a você? Pense também: em relação a um objeto fixo no piso, quem está em movimento, você, o colega ou o objeto? Em relação a que referencial? Explore as hipóteses.

Inicie uma conversa coletiva para formalizar as conclusões e trabalhar o significado de termos citados: repouso, movimento, referencial, partícula e corpo extenso (explore a orientação inicial de desprezar os movimentos de partes do corpo).

Dê exemplos dos movimentos no Universo: Estou aqui sentado. Em relação a um observador que está na Lua, estou em movimento ou em repouso? Sou um corpo extenso ou partícula? Depende do quê?

Dê um tempo para os alunos organizarem os registros em seus cadernos.

Investigação 2

Desta vez, os alunos vão caminhar e correr entre dois pontos demarcados por você. Os focos são os conceitos de trajetória, deslocamento, caminho percorrido, velocidade e aceleração, mas amplie, nas problematizações, a ideia de referencial, intervalo e instante de tempo, repouso e movimento.

Peça às duplas que demarquem dois pontos de referência, a certa distância um do outro. Eles devem medir as distâncias. Cada dupla faz a sua medida e anota em uma tabela no papel pardo. Depois, eles calculam a média aritmética das medidas e o valor calculado será considerado a medida oficial. Questione: por quê?

Explique, em seguida, que um componente da dupla sempre seguirá seu comando, enquanto o outro fará a medida de tempo, anotando em uma tabela (o tempo e a situação em que ele foi medido); para o comando seguinte, invertem-se os papéis.

São estes os comandos: andar de um ponto de referência a outro, depois correr (pode-se repetir esse procedimento, apostar corrida etc.); andar em linha reta – como garantir isso? Cada um deve escolher um caminho diferente, mas mantendo os mesmos pontos de referência para partida e chegada.

Ao dar os comandos, utilize abundantemente termos relacionados aos conceitos em estudo, como nos exemplos: “Maria, fique nessa posição”; “João, faça o deslocamento dessa posição àquela”; “José, corra novamente com maior velocidade”; “Lia, repita isso em uma nova trajetória”; “Lucas, comece andando e vá acelerando até alcançar a sua maior velocidade”...

Toda essa movimentação é intensa. Assim, organize os alunos em círculo para acalmá-los e iniciar uma conversa que retome cada etapa realizada, com questionamentos que os façam emitir suas hipóteses sobre cada situação vivenciada.

Utilize os termos que estão sendo trabalhados. As questões-chave a serem exploradas são: O que significa posição? E trajetória? E deslocamento?

Simule com alguns alunos situações que problematizem esses termos: tomando como referência um objeto fixo, marque dois pontos a certa distância, alinhados com o objeto fixo. Peça aos alunos que façam a medida do objeto a um ponto, e do objeto ao outro. Um aluno (José) posiciona-se sobre um ponto marcado e outro aluno (João) posiciona-se em outro. Um terceiro aluno (Maria) caminha entre os dois colegas: qual a posição do João? E a posição do José? Qual o deslocamento da Maria? Maria perfaz o mesmo deslocamento por trajetórias diferentes: Qual o deslocamento? E a distância (caminho percorrido)? Independentemente da distância percorrida entre os dois pontos, o deslocamento é o mesmo? Qual a diferença entre distância e deslocamento? Problematize trajetórias. Faça referência às trajetórias da Terra, da Lua etc.

Investigação 3

Cuide para que os alunos tenham as tabelas que produziram na investigação anterior. Inicie uma conversa: Quando vocês andaram ou caminharam entre dois pontos, as velocidades variaram. Como podemos calcular as velocidades para compará-las e saber quem foi o mais rápido? Em qual situação você obteve sua maior velocidade?

Escute e problematize as hipóteses, até que se conclua que basta calcular a razão entre o deslocamento e o tempo correspondente.

Peça aos alunos que organizem uma tabela com três colunas, registrando em cada coluna os eventos, o tempo e a velocidade que deverá ser calculada.

Dê um tempo, curto, para que, livremente, comparem os dados de sua tabela com os demais. Quem foi mais rápido na situação tal? E na outra situação?...

2ª etapa: Formalização dos conceitos

1. Formalize os conceitos de referencial, trajetória, posição, deslocamento, velocidade e aceleração, em uma exposição dialogada, isto é, incentivando os alunos a falarem sobre suas descobertas nas investigações da 1ª etapa e, a partir de suas falas, sistematizando e organizando os registros.
2. Amplie a conversa, explorando os conceitos de rapidez, velocidade média (diferenciando de média das velocidades), velocidade instantânea, aceleração média e aceleração instantânea.

Tarefa de casa: Escreva no quadro uma lista de conceitos abordados em aula, a serem pesquisados no livro didático e/ou na internet. Os alunos devem pesquisar: uma definição; o símbolo que representa o conceito, unidade de medida e, se houver, uma expressão matemática. Na aula seguinte, peça que, em grupos, os alunos compartilhem suas pesquisas e oriente a organização dos dados em uma tabela, tal como apresentada a seguir, colocando o número de linhas necessárias.

Estudo de movimentos: conceitos				
Grandezas	Símbolo	Unidade de medida	de	Conceito

3ª etapa: interpretando os conceitos

1. Indique que os alunos resolvam em duplas algumas situações problematizadoras envolvendo os conceitos básicos do estudo dos movimentos, a partir da **Ficha 5** do Caderno do Estudante (Conceitos básicos sobre movimentos).

Circule entre as duplas durante a atividade para dar suporte aos alunos, perceber as dificuldades e indentificar os que precisam de mais apoio.

1. Para corrigir, peça às duplas que troquem suas produções e uma corrige a produção da outra. Depois, as duplas se juntam e discutem suas correções.

Respostas esperadas às questões da Ficha 5 do Caderno do Estudante:

a) O foguete; b) estrada, montanha... Questione: se o Papa-léguas e o Coyote estiverem à mesma velocidade, um estará em repouso em relação ao outro?

O passageiro (A) está em repouso apenas em relação a outro passageiro sentado e em relação ao motorista. O passageiro (B) está em movimento em relação a todos os referenciais indicados na tabela.

Todo o Universo está em movimento.

Destaque para a importância de conhecer a unidade de medida de cada grandeza. O motorista interpretou que a placa informava a velocidade, desinformado de que km é unidade de medida de distância.

Tarefa de casa: É interessante que outros problemas dos livros didáticos também sejam oferecidos aos alunos.

4ª etapa: Formalização dos conceitos de grandezas físicas, escalares e vetoriais

1. Explore as noções de direção e sentido, fazendo simulações com alguns alunos: andar em uma direção; mudar o sentido etc.
2. Inicie uma conversa: O que os alunos já sabem sobre grandezas físicas? Quais grandezas já conhecem? Problematize: trajetória é uma grandeza física? E deslocamento? E referencial? O que distingue uma grandeza de um outro conceito da Física? Questione até que percebam que grandeza é tudo aquilo que pode ser medido.
3. Escreva no quadro, com a colaboração de todos, uma lista de grandezas físicas já trabalhadas. Defina grandezas vetoriais e escalares e peça-lhes que analisem: Para quais dessas grandezas precisamos informar a direção e o sentido para que fiquem bem definidas? Anote as hipóteses e discuta com a classe.
4. Mencione mais um conceito e solicite que o definam: É uma grandeza? Vetorial ou escalar? Problematize as hipóteses.
5. Apresente as representações gráficas e algébricas de um vetor e sistematize os conceitos com uma síntese coletiva: O que já sabemos sobre grandezas vetoriais?
6. Peça aos alunos que, em duplas, produzam uma tirinha que envolva significados relacionados a grandezas vetoriais.

É indicada a escolha de alguns exercícios de livros didáticos para que os alunos ampliem suas relações com o conhecimento.

ROTEIRO OPA.1.2.1

FRAGMENTO DESCONSIDERADO

1ª Etapa: Problematização inicial - O caso da maçã

1. Comente que você gostaria de destacar uma passagem do texto da **Ficha 1** do Caderno do Estudante, utilizado na atividade anterior (11º. parágrafo):

“Segundo a lenda, o insight decisivo ocorreu a Newton, num súbito lampejo de inspiração, quando viu uma maçã cair de uma árvore. Ele compreendeu que a maçã era atraída para a Terra pela mesma força que atraía os planetas para o Sol e assim descobriu a chave para a sua grandiosa síntese”.

2. Queremos estudar exatamente essa síntese. Mas para isso precisamos resolver um problema: qual a relação entre a maçã e a Lua? Como representá-la? Provoque a discussão, estando atento às hipóteses dos alunos. Quais relações eles fazem? Que conhecimentos já expressam?

3. Utilize um corpo fixo na extremidade de um barbante e faça-o girar, simulando o movimento da Lua em torno da Terra. Problematize: por que o corpo gira? Qual o papel do barbante na simulação Terra/Lua? Estimule a conversa ao surgir a hipótese da força da gravidade e explore as correlações dessa força com o cotidiano. Problematize: a mesma força que “puxa” os corpos em direção do centro da Terra, “puxa” a Lua? Será que essa ideia serve para o sistema Terra/Sol e o sistema Terra/gotas de chuva? Por que o texto afirma “leis universais”? Qual o significado da frase “as leis do céu são as mesmas da Terra”? Faça referências ao campo gravitacional e como a força gravitacional age ao aproximarmos mais um corpo do outro ou afastá-los.

Organização do conhecimento

Apresente a formulação matemática para a Lei da Gravitação Universal. Explore-a matematicamente: a relação direta entre as massas e inversa com o quadrado da distância; o valor e a unidade da constante gravitacional (G).

2ª Etapa: Nova problematização

1. Entregue para cada dupla o roteiro Lei da Gravitação (**Ficha 3** do Caderno no Estudante). Depois de concluída a primeira questão, peça a um grupo que coloque seus resultados para a primeira questão no quadro. *Quem achou um resultado diferente?* Discuta as duas questões: *O que ocorre ao diminuir ou aumentar a*

distância? Que curva foi traçada no gráfico? Quais relações com suas aulas de Matemática?

2. Para a segunda questão, proceda da mesma forma que na anterior. Explore/reforce que: desde que haja massa, há força gravitacional. Uma borracha não se aproxima de um lápis porque a força gravitacional é muito pequena, no entanto, eles estão se atraindo.

Produção esperada para a Questão 1

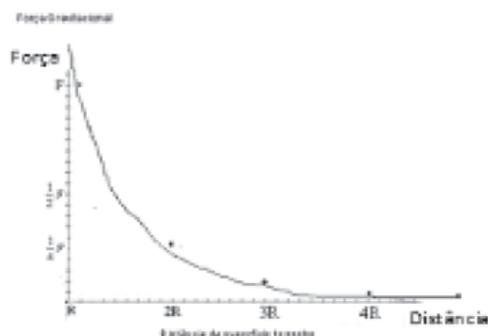
Será igual a G , ou seja, $G = 6,67 \text{ m}^3/\text{s}^2 \cdot \text{kg}$. Dobrando uma das massas, dobra a força; triplicando, triplica a força... O gráfico será uma reta inclinada em relação ao eixo das abscissas, portanto, uma função do 1º. grau, como esperado na relação de grandezas diretamente proporcionais.

Produção esperada para a Questão 3 –

comparando as ordens de grandeza das forças gravitacionais das duas situações, percebemos que a massa da Terra faz com que a força gravitacional seja enorme em relação à força entre dois corpos de pequena massa.

Produção esperada para a Questão 4 –

conforme duplicamos a distância entre os dois corpos, a força gravitacional será reduzida à quarta parte do valor anterior. O gráfico ficará similar ao aqui representado.



3. Alertamos o professor sobre a importância da forma como os alunos expressam suas tabelas e gráficos. Verifique se: têm título; se as colunas e as linhas estão devidamente indicadas com as grandezas correspondentes; se os eixos do plano cartesiano apresentam indicações da grandeza a que correspondem; se as unidades de medida estão indicadas corretamente.

3ª Etapa: Resolução de problemas - Aplicação do conhecimento

1. Elabore uma lista com cerca de 6 questões, teóricas e numéricas, para que, organizados em grupos de 3 ou 4, os alunos possam aplicar os conhecimentos,. Sugerimos que use pelo menos uma das seguintes questões:

- ✓ Teoria que remeta à discussão do texto, realizada na atividade 1.
- ✓ Problemas simples de aplicação da equação da Lei da Gravidade, envolvendo elementos do Universo, Sol, planetas, satélites etc. Nesses problemas, forneça dados para calcular a intensidade da força (F) e também situações em que F é dada e os alunos calculam a massa (m) ou a distância entre as massas (d).
- ✓ Problemas envolvendo diferentes linguagens (gráfico e/ou ilustração).

2. Na resolução, o professor circula na classe apoiando o trabalho e sanando dificuldades.

3. Para correção, indicamos a troca entre pares: um colega corrige a lista de problemas do outro, quando o professor desenvolver a correção no quadro, assinalando os erros e, nesses casos, dando uma dica para o colega sobre como evitar o erro.

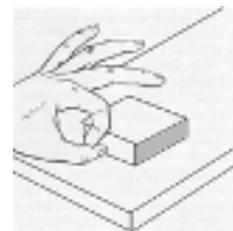
ROTEIRO OPA.1.2.2

Problema-chave:

As forças que agem em uma caixa de fósforos, antes, durante e depois do peteleco.

1ª etapa – Problematização inicial - Experimentação problematizadora coletiva I

1. Inicialmente, oriente os alunos para que anotem todas as conclusões que surgirem no desenvolvimento do experimento. Expresse a situação-problema que será demonstrada: uma caixa de fósforos é colocada sobre uma mesa. Se você dá um peteleco, como na figura ao lado, a caixa de fósforos entra em movimento e depois de curto intervalo de tempo ela para.



2. Para direcionar a discussão, pergunte: *O que fez a caixa de fósforos entrar em movimento? (uma força!) Provocada pelo quê? Por que a caixa de fósforos para se nada agiu sobre ela, ou seja, ninguém a fez parar? A velocidade da caixa de fósforos variou?* Elabore outras perguntas conforme as respostas emitidas pelos alunos. Diga: Pensem em quais são as forças que agem na caixa de fósforos em cada uma das seguintes situações: quando a caixa de fósforos está em repouso sobre a mesa; no momento em que a caixa de fósforos recebe o peteleco; depois que a caixa de fósforos recebe o peteleco.

3. Entregue uma folha de papel sulfite e peça que os alunos, em equipes de quatro, decidam como representar as quatro situações por meio de desenho, simbolizando a superfície da mesa, a caixa de fósforos e as forças que agem em cada um dos citados momentos. Caso algum grupo coloque a resistência do ar, faça um rápido comentário sobre essa força e diga para a desconsiderarem.

4. Coloque os desenhos em um painel (por exemplo, fixando em papel pardo, estrategicamente colocado em local de acesso a todos). Reorganize a classe para que todos fiquem posicionados na frente do painel.

5. Convide algumas equipes a explicarem seus desenhos. Quando houver atrito de ideias ou diferenças nos símbolos utilizados pelas equipes, problematize, fazendo-os expressar seus argumentos. Conduza à análise alguns dos desenhos com a classe. Por exemplo, pergunte: Quais são os desenhos em que as forças estão simbolizadas da forma cientificamente aceita? Quais equipes expressaram a força da gravidade? A força normal nesse momento não será considerada, a não ser que venha a surgir como ideia levantada pelos próprios alunos.

6. Depois da conversa sobre os desenhos, escolha um deles para problematizar conceitualmente a situação estudada.

Organização do conhecimento

A meta é conduzir perguntas que instiguem os alunos a concluir que, sem um agente externo (no caso, o peteleco), a caixa de fósforos permanece em repouso (velocidade constante igual a zero); se a caixa de fósforos, depois de um intervalo de tempo em

movimento, retornou ao repouso, então algum agente externo agiu (foi necessária a aplicação de uma força externa para a caixa entrar em movimento, será necessária outra força para que pare?). Ou seja, dessa maneira, você estará conduzindo aos conceitos-chave: força, como agente que modifica o estado de repouso ou de movimento de um corpo; e força de atrito (conceitual).

Uma observação importante: perceba que alguns ou muitos alunos expressam um raciocínio baseado no *impetus* (concepção aristotélica, considerando como uma propriedade do objeto, transferida pelo agente motor externo e que pode “gastar-se” com o tempo, conforme a força inicial, a forma, tamanho, peso etc.). Novas perguntas precisam ser dirigidas aos alunos para estabelecer o conflito de ideias.



**Avaliação em
processo**

Como posso avaliar o que aprenderam

Finalize solicitando aos alunos que retomem a organização de equipes de quatro componentes e produzam uma síntese do experimento realizado e as conclusões principais. Solicite às equipes que só entreguem suas sínteses quando se sentirem seguras de que estão satisfeitas com a sua produção. Mas estipule um prazo. Essa produção poderá ser considerada no seu plano de aulas como um instrumento para avaliação.

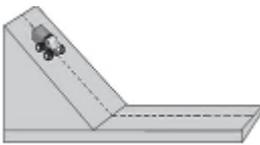
ROTEIRO OPA.1.2.3

FRAGMENTO DESCONSIDERADO

3ª etapa: Problematização inicial – Experimentação problematizadora coletiva II

1. Inicie a etapa perguntando à classe: *Quem pode citar ou ler a definição de força (trabalhada no início do bimestre)? Depois da leitura, pergunte: o que podemos entender agora por “agente capaz de modificar o estado de movimento de um corpo”? Por “estado de movimento” considera-se com velocidade variável ou velocidade constante, igual a zero (repouso) ou diferente de zero (movimento com velocidade constante e em linha reta, pois a velocidade não varia em intensidade, nem em direção)?* Discuta essa interpretação com a classe.
2. Em seguida, desenvolva uma demonstração com plano inclinado, evidenciando que um objeto em repouso tende a permanecer em repouso e, quando em movimento, tende a permanecer em movimento (1ª Lei de Newton).

Problemas-chave:

- a. Qual inclinação máxima da pista inclinada até à iminência de movimento de um carrinho?
 - b. Qual força supera a força de atrito para, no plano inclinado, o carrinho iniciar o movimento?
 - c. Por que o carrinho em movimento para diante de um obstáculo e a esfera que ele carrega continua em movimento?
- 
3. Montar o plano inclinado e colocar o carrinho em posição para iniciar a descida. Modificar a inclinação do plano, lentamente, até observar o momento em que o carrinho entra em iminência de movimento. Deixe claro, para os alunos, o que você está objetivando ao variar a inclinação do plano inclinado. Desenvolva perguntas que os faça pensar a situação, por exemplo: *Vou provocar um pouco de inclinação nessa pista; o que vai ocorrer com o carrinho? Devo inclinar muito ou pouco? Por quê?*
 4. Discutir a resistência do carrinho para entrar em movimento, o que significa o momento de iminência de movimento e como a força de atrito entre as rodas do carrinho e a superfície inclinada está envolvida nesse problema. Pergunte: *Quando o carrinho iniciou o movimento, qual força prevaleceu superando o atrito? A conversa deve ser desenvolvida até que eles concluam: um objeto em repouso tende a permanecer em repouso, até que uma força resultante diferente de zero comece a atuar sobre ele. Pergunte quem gostaria de representar na lousa as forças que estão agindo no carrinho, enquanto ele permanece em repouso. Quem representaria diferente? Todos concordam?*
 5. Em seguida, prenda, sem fixar muito, a bolinha de aço sobre o carrinho, usando a massa de modelar ou fita-crepe. Coloque um obstáculo (as régua acopladas ou outro material) a cerca de 10 cm do início da pista horizontal. Deixe o carrinho, com a bolinha presa a ele, rolar ao longo da rampa e chocar-se com o obstáculo. Ao atingi-lo, o carrinho para e a bolinha de aço, estando apenas levemente presa ao carrinho, tende a continuar seu movimento, sendo lançada para a frente: *Por que a bolinha continua em movimento? Verifique se expressam: a bolinha continua o seu movimento pelo fato de estar fracamente ligada ao carrinho, não sofrendo, portanto, a ação de nenhuma força externa.*
 6. Pergunte: *Que situações similares a essa vocês conhecem em seu cotidiano? Verifique se os alunos citam algumas relações ou instigue-os com perguntas sobre o cotidiano: O que ocorre quando você está em um veículo e ele dá uma freada brusca? Justifique. E quando o ônibus aumenta rapidamente a sua velocidade? Por que nos filmes de ação, quando alguém se joga de um carro ou trem em movimento, o personagem rola no chão por um tempo? Uma abordagem de interesse nessa discussão é sobre o cinto de segurança nos veículos e sua importância. Pergunte: por que é perigoso viajar em carrocerias de caminhão, como ocorre, comumente, em nossas rodovias? Justifique. O que pode ocorrer com uma pessoa sentada no banco dianteiro de um carro, sem estar com o cinto de segurança, quando o motorista freia bruscamente? Por quê? Como esse conhecimento pode ser utilizado para reduzir as consequências de um acidente sofrido por pessoas, na colisão de um veículo? (referência à importância do cinto de segurança).*

Organização do conhecimento

7. Apresente a 1ª Lei de Newton:
$$\vec{F}_R = \sum_{i=1}^{i=n} \vec{F}_i = 0 \Leftrightarrow \vec{a} = 0$$

ROTEIRO OPA.1.2.4

4ª Etapa: Problematização inicial – Experimentação problematizadora coletiva III

Objetivo: Noção de inércia.

1. Peça à classe para prestar atenção, apenas observando, sem comentar, as duas demonstrações que você irá desenvolver. Em seguida, organizados em equipes de cinco ou seis alunos, eles terão cerca de oito minutos para escrever um texto, argumentando fisicamente o que se passou em suas demonstrações. Veja as imagens que ilustram as duas situações.

2. Coloque o quadrado de papel-cartão sobre o copo e, sobre ele, bem no centro, uma moeda. Puxando o papel com bastante rapidez, sem incliná-lo em relação à horizontal, a moeda irá cair dentro do copo.

3. Para a outra demonstração, monte uma pilha com as moedas. Com movimento brusco, arraste a régua até bater fortemente na moeda que está sob toda a pilha.



Orientação de estudos

Selecione no livro didático adotado pela escola 3 ou 4 exercícios teóricos sobre inércia. Corrija no início da próxima aula, problematizando.

ROTEIRO OPA.1.2.5

FRAGMENTO DESCONSIDERADO

5ª Etapa: Problematização inicial - Experimentação problematizadora coletiva IV

Objetivo: Aceleração da gravidade.

1. Comente o seguinte problema: Já sabemos que a força da gravidade é uma força, logo, obedece à 2ª Lei de Newton. A questão agora é analisar a aceleração devido a essa força. *Como a aceleração de um objeto em queda livre é descrita? É constante ou varia? É dirigida para cima ou para baixo? Existe uma magnitude que é comumente associada a essa força?*
2. Discuta com a classe a força da gravidade, apresentando algumas demonstrações que conduzam os alunos a buscar respostas para essas questões. Para organizar as discussões, deixe as questões acima registradas na lousa ou em papel pardo previamente preparado (melhor!).

3. O experimento consiste em observar a queda de pares de objetos com massas diferentes. Para iniciar, use o catálogo e uma folha de papel. Com a folha de papel em uma mão e o catálogo na outra, soltam-se os dois, da mesma altura e ao mesmo tempo. Diga o que será realizado e pergunte aos alunos: *Os dois chegaram juntos ao chão? Justifiquem.* Realize a demonstração. O resultado esperado na primeira queda é que o catálogo chegue ao chão antes da folha, o que é confirmado pela experiência. Esse tipo de resultado é que cria o senso comum de que os objetos mais “pesados” caem mais rápido.
4. Faça uma nova experimentação, mas, desta vez, com a folha de papel sobre o catálogo. Antes de realizá-la, pergunte: *Deixar os dois objetos caírem juntos, dessa forma, mudará o resultado anterior? Por quê?* Realize a demonstração. Como resultado, verifica-se que os dois objetos caem juntos. Discuta as hipóteses dos alunos. Problematize as questões que eles apresentam.
5. Pegue agora duas folhas de papel, pergunte: *As duas têm a mesma massa?* Espere-se uma resposta positiva, caso contrário, problematize. Amasse uma das folhas formando uma bolinha de papel. Pergunte: *Ao amassar a folha, alterei a sua massa? O que vai acontecer quando eu abandonar essa bolinha de papel e a folha ao mesmo tempo e da mesma altura? Elas chegam ao chão juntas?* Realize a demonstração. Discuta o fato de ambos os objetos chegarem juntos. Caso os alunos não estejam convencidos, use outros pares de objetos, tais como duas bolas de tamanhos e massas diferentes, uma bola e o catálogo etc.
6. Depois, comente que a resistência do ar tem efeito muito maior sobre a folha de papel do que sobre o catálogo. Quando a folha é colocada sobre o catálogo, no entanto, a força de resistência do ar é praticamente eliminada, permitindo que a folha caia livremente, chegando ao mesmo tempo que o catálogo ao chão. Da mesma forma, quando a folha é amassada, estaremos diminuindo a área de atrito com ar, a força de resistência do ar é praticamente eliminada, permitindo que a folha caia livremente, chegando ao mesmo tempo que o catálogo ao chão. Questione: *Esse experimento é conclusivo para respondermos a nossas perguntas?* Certamente ainda falta saber a magnitude da aceleração da gravidade, mas, com os experimentos, pode-se observar que todos os objetos caem do mesmo modo, devido à força da gravidade, a menos que a resistência do ar retarde o movimento, logo, todos os corpos estão sujeitos à mesma aceleração.

Organização do conhecimento

7. Apresente essa força que “puxa” igualmente todos os corpos na direção do centro da Terra como a força peso, ilustre etc. Problematize a diferença entre massa e peso. Uma balança mede massa ou peso? É correto chegar ao açougue e perguntar: *Qual o peso dessa carne?* Apresentar também o quilograma-força como outra unidade de força que pode ser utilizada, relacionando a transformação de kgf em Newtons com a gravidade. Assim, na superfície da Terra, o valor padrão da gravidade é $9,8 \text{ m/s}^2$, logo, $1 \text{ kgf} = 9,8 \text{ N}$. Na Lua, $1 \text{ kgf} = 1,6 \text{ N}$.

ROTEIRO OPA.1.2.6

FRAGMENTO DESCONSIDERADO

1ª Etapa: Brincadeira cabo de guerra – 3ª Lei de Newton

1. Convide os alunos para uma brincadeira: cabo de guerra. Eles serão divididos em três equipes. Enquanto duas equipes fazem a disputa, a terceira equipe observa e esquematiza simbolicamente diferentes situações que configuram a brincadeira, tais como: posição de equilíbrio; posição em que a equipe A se encontra apresenta uma força maior do que a força da equipe B; as forças que podem ser representadas nos pés dos colegas, nas mãos, inclinação dos corpos etc. Essa equipe também fará o papel de juiz (quem ganhou a brincadeira?). Os alunos definem os critérios antes de iniciarem as atividades. Depois trocam de lugar, até que todas as equipes passem pelo papel de observador/juiz.
2. No término da brincadeira, organize a classe em roda e promova uma conversa: como foi a brincadeira, o que sentiram, o que perceberam etc. E, finalmente, se algum dos conhecimentos de Física que estudaram até o momento está presente na atividade. Certamente eles irão citar força, velocidade, inércia... Diga, então, que a 3ª Lei de Newton está muito bem representada nessa brincadeira. Trata-se da conhecida frase: a toda ação corresponde uma reação.
3. Pergunte: *Como interpretam essa frase na brincadeira do cabo de guerra?* Deixe-os falar à vontade, anotando na lousa ou em papel pardo as expressões-chave que

denotam erro ou acerto de interpretação.

4. Enuncie a 3ª Lei de Newton: $F_{A-B} = -F_{B-A}$. Escreva o texto correspondente (ou apresente-o escrito em papel pardo ou em *Power Point*): *Se um corpo A exerce sobre um corpo B uma força de intensidade F_{AB} , então o corpo B também exerce sobre o corpo A uma força de intensidade F_{BA} , de modo que essas duas forças têm mesmo módulo, a mesma direção, porém, sentidos opostos e, o mais importante, são aplicadas em corpos diferentes.*

5. Peça a um aluno que leia alto para todos e estipule um tempo para a releitura individual. Responda às dúvidas, se houver, que surgirem na interpretação da Lei. Em seguida, inicie uma discussão em função daquelas expressões-chave que você destacou na conversa anterior, lembrando as afirmativas feitas. *Quais estão coerentes com o enunciado da lei? Que correção eles fazem em suas falas?*

6. Em seguida, peça às equipes para analisarem em seus desenhos/esquemas o que eles podem melhorar nessas representações. Peça que cada equipe escolha, no mínimo, duas de suas melhores representações e nelas simbolize os pares de força de ação e reação.

7. Exponha os desenhos em um painel, na sala de aula, para que todos analisem, comentem, discutam.

Tarefa:

Solicite que os alunos assistam aos seguintes vídeos (indicados também na **Ficha 7** do Caderno do Estudante): bit.ly/terceiraleinewtone e bit.ly/newtonterceiralei.

Solicite que, com base nos vídeos e na atividade do cabo de guerra, produzam uma síntese com dois ou três parágrafos, explicitando o entendimento da 3ª Lei de Newton.

Avaliação em processo

Como posso avaliar o que aprenderam

Ostextos produzidos podem ser utilizados como instrumentos de avaliação. Na análise das produções, considerar os seguintes indicadores: enuncia corretamente a 3ª Lei de Newton; reconhece a Lei em diferentes situações cotidianas; representa as forças de ação e reação em situações diversas, de forma coerente com a direção, sentido e ponto de aplicação em corpos diferentes.

ROTEIRO OPA.1.3.1

1ª etapa – problematização inicial

1. Organize a classe em quartetos para que discutam o que cada um sabe sobre a origem do Universo. De onde vem? Para onde vai? Dê cerca de 10 minutos para as discussões.
2. Distribua recortes de papel pardo, ou folha branca, e peça que cada grupo faça uma representação, por meio de desenho, do entendimento que tem sobre o Universo.

2ª etapa – organização do conhecimento

1. Mantendo a mesma organização dos grupos, peça que os alunos visitem os seguintes sites:

Big Bang – Teoria da origem do Universo Tina Andreolla). Disponível em:

bit.ly/bigbangteoria

Mundo Oculto - A Teoria Do Big Bang. Disponível em: bit.ly/bigbangmundo. Acessos em: fev. 2017.

E produzam uma lista de 5 ou 6 palavras ou expressões-chave que aparecem nas duas fontes de consulta.

2. Em outro momento, projete, uma por vez, as figuras apresentadas a seguir, para explicar a teoria do Big Bang.
3. Use a primeira figura para contar a história do Universo, na relação com o tempo, e explorar o significado de singularidade; a segunda figura para evidenciar como a expansão do Universo evoluiu, fazendo abordagem, inclusive, sobre o espaço curvo devido ao efeito gravitacional, logo, à massa; e a terceira para explorar os indícios sobre o possível futuro do Universo: estático, *Big Crunch* (possível contração) e *Big Rip* (continuamente em expansão, até o grande rompimento – representado na sequência de figuras).

Imagens de apoio – Teoria do Big Bang – Origem e evolução do Universo

Figura 1

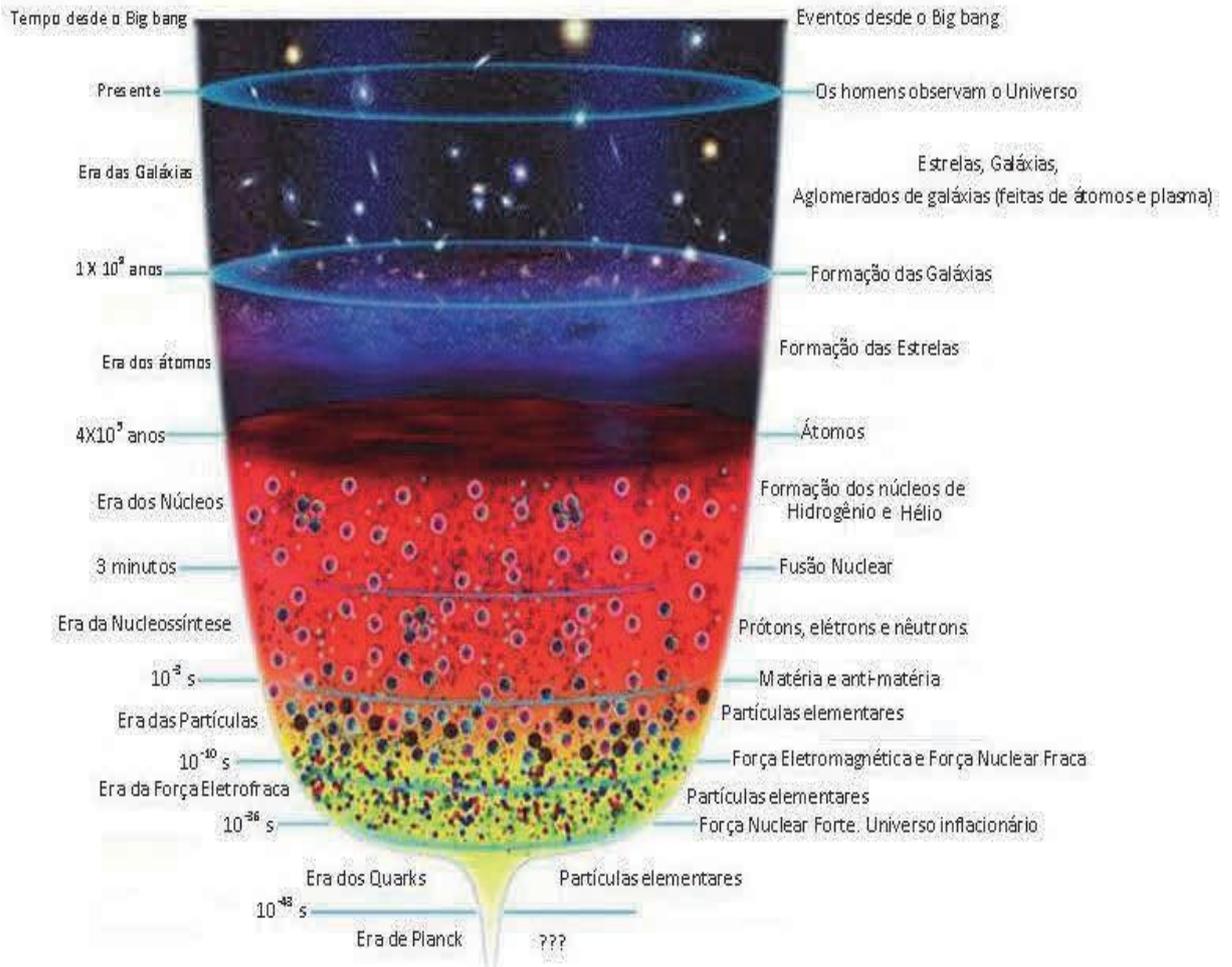


Figura 2

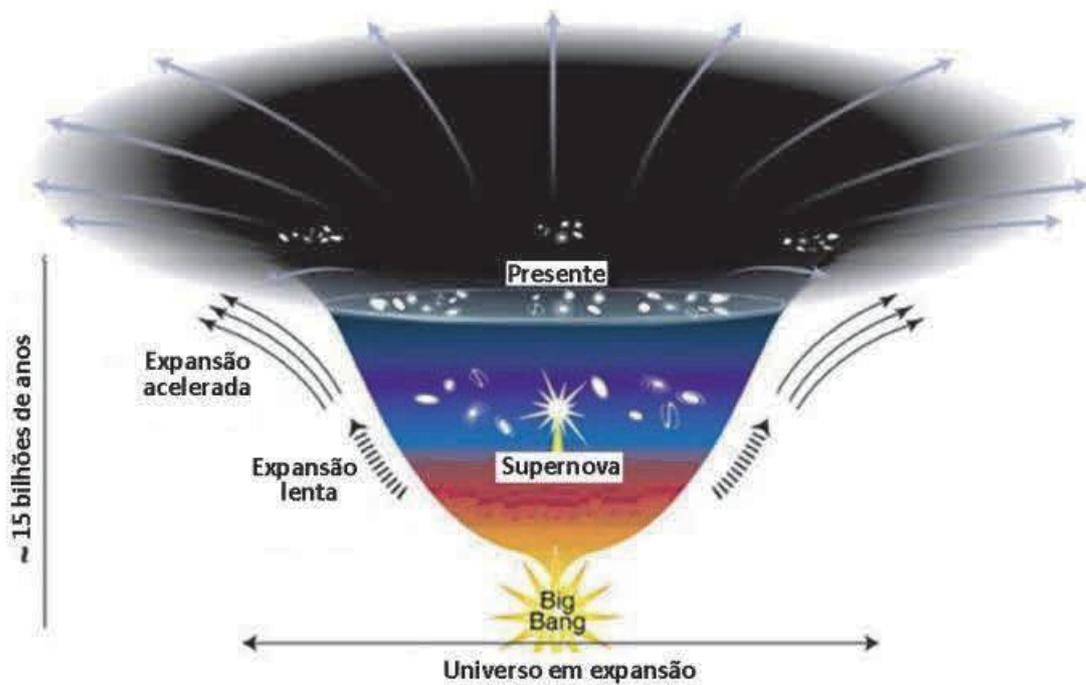
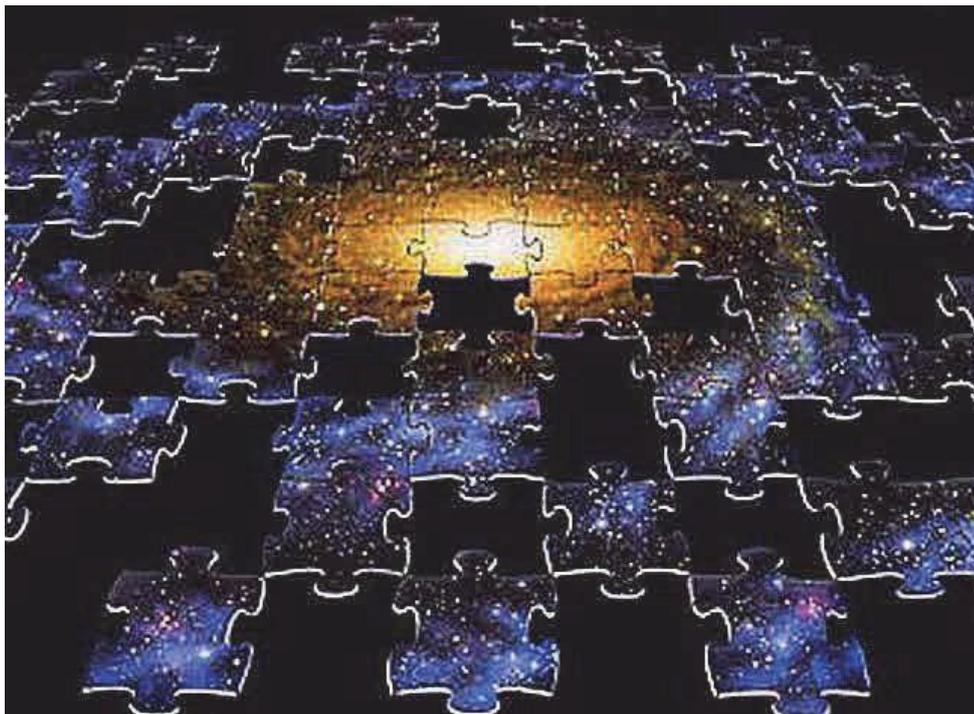


Figura 3



4. Os alunos, até esse momento, já fizeram uma leitura e assistiram aos vídeos; é importante que a explicação seja construída com toda a classe. Direcione perguntas, tais como: *O que ocorreu no instante inicial? Quais partículas surgiram nos primeiros segundos após o Big Bang?*
5. Peça que eles utilizem a lista de palavras e expressões-chave para se organizarem na conversa e também que a ampliem ou alterem durante a discussão teórica.
6. Para a exploração da terceira figura, é indicada uma rápida demonstração do modelo cosmológico, conforme descrito a seguir.

Modelo cosmológico

Material: bexiga e canetas coloridas de ponta grossa.

Procedimento:

- Com as canetas, faça algumas manchas, com mais ou menos 0,5 cm de diâmetro, espaçadas umas das outras (espaços de 2,0 cm ou 3,0 cm), na superfície da bexiga vazia. Use cores diferentes.
- Sopre a bexiga, com cuidado para que ela não estoure.
- Peça que os alunos observem que você está simulando um modelo do Universo estático, sem movimento. Cada mancha representa um elemento do Universo, e a distância entre elas é sempre a mesma.
- Solte a bexiga deixando escapar o ar. Mostre que nesse caso o Universo estará se comprimindo. Este é o modelo do Universo em contração – *Big Crunch*.
- Encha novamente a bexiga até retomar o modelo original. Diga, então, qual a outra perspectiva para o Universo, enchendo a bexiga continuamente e vagarosamente, até que estoure.

No caso, as manchas, que representam os elementos do Universo, estão cada vez se afastando mais.

3ª etapa – aplicação do conhecimento

1. Reorganize os alunos nos pequenos grupos da etapa inicial da sequência. Peça para discutirem entre si as compreensões que tiveram do modelo cosmológico. Distribua novos recortes de papel pardo ou folha branca, solicitando que cada grupo faça uma nova representação, por meio de desenho, tendo como parâmetro a lista de palavras e expressões-chave que produziram no segundo tempo da atividade.

um anote em uma folha branca, com letras grandes e legíveis (podendo imprimir diretamente do computador) ao menos uma curiosidade sobre o Big Bang não abordada nas aulas. Na próxima aula, peça que todos coloquem sua anotação em um painel (uma grande folha de papel pardo). Escolha duas ou três curiosidades e comente-as. O painel deve ficar exposto ao longo do bimestre.

Avaliação em processo

Recolha os desenhos (os dois) e o texto produzido. Analise-os observando como evoluiu o entendimento de cada grupo sobre o modelo do Universo. O texto produzido evidenciará o que eles perceberam ter aprendido com as aulas.

2. Quando as representações estiverem prontas, devolva a representação anterior, solicitando que eles escrevam um pequeno texto, apontando “as semelhanças e diferenças no modo como representamos o Universo antes e após nosso estudo”. Discuta possíveis divergências de compreensão do modelo teórico.

ROTEIROS OPA.2.1.1 E OPA.2.1.2

FRAGMENTO DESCONSIDERADO

1ª etapa: Refletir e registrar

1. Organize a classe em equipes de quatro alunos e peça que acessem a **Ficha 9** - Como você explica, do Caderno do Estudante.
2. Estabeleça o tempo (cerca de 15 minutos) para o desenvolvimento do roteiro.
3. Inicie a discussão coletiva da seguinte forma: direcione a primeira questão para uma equipe, que deve ler sua resposta. Incentive a discussão: *Todos concordam? Alguma equipe apresentou uma resposta diferente?* Depois direcione a segunda questão para outro grupo, e assim sucessivamente, com o mesmo movimento, explorando as cinco questões do roteiro.

2ª etapa: observar, discutir e anotar

1. Organize a classe em forma de U para uma boa visibilidade dos experimentos que devem ser realizados por você, na modalidade de observação.
2. Tenha por perto os recursos necessários para realizar os experimentos.
3. Oriente os alunos sobre os registros, que são fundamentais, tanto para a aprendizagem quanto para a tarefa que será solicitada.
4. A ideia é seguir a seguinte rotina, para cada um dos experimentos:
 - 1º. Apresente o objetivo do experimento, a proposta e os materiais utilizados (uma síntese do roteiro do professor, apresentado a seguir).
 - 2º. Demonstre o experimento, envolvendo os alunos em cada etapa por meio de perguntas.
 - 3º. Coletivamente, provoque-os com perguntas relacionadas à interpretação do experimento.
 - 4º. Com base nos registros dos alunos, discuta as compreensões.
 - 5º. Sistematize as discussões conduzindo à aula teórica dos conteúdos relacionados ao experimento.

FICHA COM ROTEIRO DOS EXPERIMENTOS – PROFESSOR

Experiência 1: esfera metálica

Introdução: Provavelmente, o registro mais antigo da experiência sobre dilatação térmica tenha sido a realizada por Willem Jacob's Gravesande (1688-1742) no século

XVIII. É a experiência da esfera metálica e de um anel, pelo qual ela passa com facilidade, quando esta não está aquecida. Entretanto, ao se aquecer a esfera metálica ela não consegue mais passar por dentro do anel. Não é possível visualizar esse aumento de seu diâmetro, entretanto conseguimos observá-lo ao tentar passar a esfera pelo anel.

Objetivo: comprovar que os corpos aumentam suas dimensões quando aquecidos.

Material :

– Um *kit* “anel de Gravesande”, com esfera e chapa com furo circular (mais adiante apresenta-se uma proposta alternativa).



– Chama para aquecimento do material (lâmparina, bico de Bunsen etc.).

Desenvolvimento experimental:

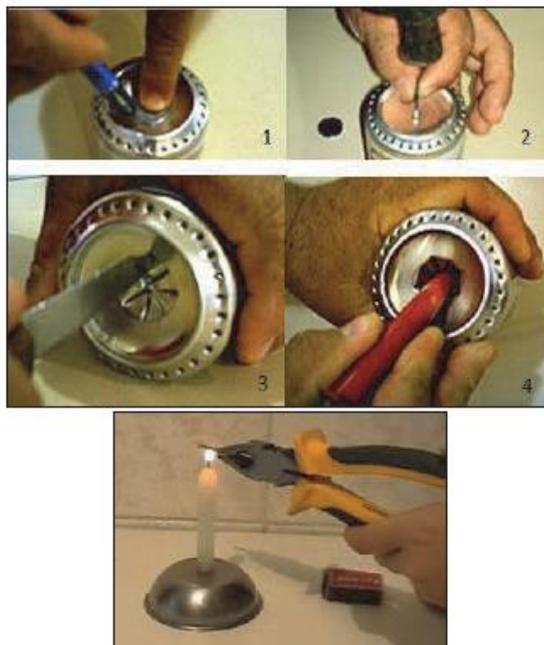
1. Antes de aquecer a esfera, comprove que ela mesma passa sem dificuldade pelo furo circular.
2. Após fazer a comprovação anterior, aqueça a esfera, por alguns minutos, utilizando a lâmparina ou o bico de Bunsen.
3. Apague a chama e tente novamente passar a esfera pelo furo circular.

Discussão: Motive a discussão das justificativas que os alunos apresentam para o fato da esfera não atravessar o furo circular após o aquecimento.

Exploração: a temperatura dos corpos está relacionada com o grau de vibração das moléculas que o constituem. Assim, o aumento da temperatura do corpo corresponde a um aumento da agitação molecular fazendo com que a distância média entre as partículas aumente, ou seja, o material dilata-se, expande-se resultando num aumento nas dimensões do corpo. A este aumento é dado o nome de dilatação térmica. De forma análoga, quando a temperatura diminuiu também acarreta redução nas dimensões do material, é a chamada contração térmica. O calor é espontaneamente transferido do corpo que possui temperatura mais alta para o que possui temperatura mais baixa, e o calor só é transferido enquanto os corpos possuírem temperaturas diferentes entre si, isso porque uma vez que é atingido o equilíbrio térmico, os corpos atingem a mesma temperatura e deixa de ocorrer o fluxo de energia, ou seja, calor.

Material alternativo (caso a escola não disponha de um *kit* “anel de Gravesande”)

- Moeda de um real
- Pinça, pregador ou alicate, para segurar a moeda com segurança
- Chama para aquecimento do material, vela, lamparina, bico de Bunsen etc.
- Placa de alumínio com furo circular com 2,72 cm de diâmetro (a placa de alumínio pode ser substituída por uma tampa de lata de alumínio e o furo deve ser feito tendo uma moeda de um real como molde; a figura abaixo mostra a produção desse material usando uma latinha de refrigerante e, mais adiante, outro modelo que pode ser produzido).



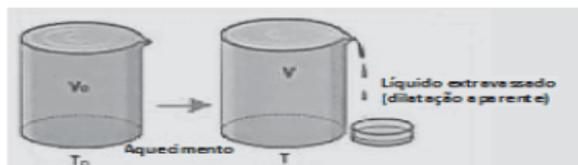
Desenvolvimento experimental:

1. Faça a montagem com o material alternativo antecipadamente, estando com o material pronto no momento da aula.
2. Seguir os mesmos procedimentos indicados para o experimento com o “anel de Gravesande”.

Professor, atenção aos registros dos alunos.

Experiência 2: dilatação dos líquidos

Introdução: A dilatação dos líquidos ocorre tal como a dilatação dos sólidos. No entanto, um líquido não tem forma própria, tomando a forma do recipiente que o contém. Assim, ao aquecermos o líquido, estaremos também aquecendo o recipiente, fazendo com que os dois se dilatem. A dilatação observada experimentalmente é o que chamamos **dilatação aparente**.



Objetivo: observar a dilatação aparente do líquido ao ser aquecido.

Material:

- Água.
- Balão de ensaio de vidro com fundo chato (ou recipiente com o mesmo formato).
- Rolha com o mesmo diâmetro da boca do balão de ensaio.
- Lâmparina ou bico de Bunsen.
- Tinta guache.
- Bastão de vidro (ou palito de madeira, tipo espetinho de churrasco).
- Béquer (ou um copo comum).
- Suporte universal com garra.
- Tubo de vidro vazado dos dois lados ou canudinho de refrigerante transparente, de material resistente.
- Saca-rolha.

Desenvolvimento experimental

1. Use o saca-rolha para fazer um furo no centro da rolha, para nele encaixar o tubo de vidro vazado dos dois lados. É importante que o tubo de vidro fique bem ajustado ao furo. Reserve este material.

Professor, faça esse procedimento antecipadamente, estando com o material pronto no momento da aula.

2. Coloque uma quantidade de água no béquer e misture um pouco de tinta guache. Mexa circularmente com o bastão de vidro (ou palito de madeira) até que a tinta guache esteja completamente dissolvida, obtendo uma substância colorida, homogênea.

3. Em seguida, derrame a mistura dentro do balão de vidro.

4. Coloque, no balão de ensaio, a rolha com o tubo de vidro vazado, de tal forma que parte do tubo fique encostado no fundo do balão de vidro e a outra parte para fora do balão.

5. Finalmente, fixe o sistema montado, com a ajuda da garra, no suporte universal. Analise a imagem para verificar a montagem.



6. Acenda a lâmparina, colocando-a embaixo do sistema, para aquecê-lo.

7. Peça aos alunos que observem o que acontecerá no sistema montado!

Professor, atenção! Durante o desenvolvimento experimental, lembre os alunos sobre a importância dos registros.

Resultado observado: Depois de transcorridos alguns minutos, é possível observar a substância colorida subindo no bastão de vidro vazado (ou canudinho de refrigerante), à medida que a temperatura do sistema vai aumentando.

Discussão: Para discutir o experimento, pergunte à classe:

- *O que foi observado? Houve dilatação do líquido? E do vidro?*
- *Diga que o líquido que subiu no bastão de vidro corresponde à dilatação aparente do líquido: Como explicam o significado de “dilatação aparente”?*

Orientação de estudos

Apresente a seguinte questão: *Por que o mercúrio do termômetro “sobe” quando aumenta a temperatura?* Peça que os alunos pesquisem como funciona um termômetro clínico e que façam uma pesquisa sobre o termostato, explicando seu funcionamento. Os registros de pesquisa devem ser entregues ao professor. (Este é um bom instrumento de avaliação. Verifique se os alunos relacionam a pesquisa com as experiências 2 e 3).

Avaliação em processo

Peça aos alunos que, em times, produzam um relato escrito comentando como foi desenvolvido cada um dos experimentos, as justificativas para as observações feitas e as principais conclusões da discussão coletiva. Indicamos que as produções dos alunos sejam recolhidas e avaliadas pelo professor, e posteriormente devolvidas com uma devolutiva.

ROTEIRO OPA.2.2.1

FRAGMENTO DESCONSIDERADO

1ª Etapa

1. Nesta primeira etapa a proposta é colocar os alunos diante de situações cotidianas para que discutam uma explicação aceitável e o professor possa diagnosticar os conhecimentos prévios do aluno.
2. Organize a classe em grupos de quatro alunos e peça que acessem o Caderno do Estudante.
3. Peça para desenvolverem a **Ficha 1**. Essa ficha tem como função fazer o

levantamento prévio do conhecimento dos alunos sobre o tema, colocando-os diante de situações cotidianas.

4. Dê um tempo para as discussões, circule pelos grupos, observe e anote as falas que expressam conclusões, indícios interessantes sobre as concepções que os alunos apresentam ao justificarem / explicarem um fenômeno etc.
5. Coletivamente, e oralmente, peça que cada grupo exponha uma resposta a ser aceita, complementada ou corrigida pelos demais. Utilize suas anotações e explore os conceitos de temperatura e calor, buscando corrigir incompreensões. Verifique, problematize e explore a discussão tendo como aporte as seguintes questões:
 - Reconhecem a temperatura de um corpo como uma grandeza associada à sua energia interna?
 - Diferenciam calor e temperatura?
 - Interpretam a relação entre fenômenos naturais envolvendo calor e temperatura, relacionando-os com as propriedades da matéria?
 - Interpretam calor como energia em trânsito, reconhecendo que calor não é uma propriedade da matéria?

Além dos conhecimentos já formalizados, pretendemos que os estudantes discutam e reflitam sobre questões relacionadas ao próximo conteúdo a ser formalizado: transferência de calor, o que inclui perceber quais explicações os alunos apresentam para os fenômenos envolvidos nas situações descritas. Procure envolver a ideia de *sistema, meio e fonte*, para fazer as primeiras aproximações com assuntos futuros.

RESPOSTAS E EXPLORAÇÕES

A questão 1 tem como foco a revisão dos conceitos de calor, temperatura e energia térmica, numa abordagem que inclui a linguagem da termodinâmica. Alguns comentários para contribuir com o encaminhamento, diante das discussões.

- O termômetro, em contato com o corpo, tende ao equilíbrio térmico. Como o corpo é muito maior comparado com o termômetro, o corpo é considerado o **meio** enquanto o termômetro o **sistema**. Essa troca de calor, entre sistema e meio, corpo e termômetro, não altera a temperatura do corpo; logo, a alteração será verificada no termômetro. Esta é a razão pela qual o termômetro “lê” a temperatura do corpo.
- Qualquer corpo que possa ceder ou receber calor sem que a sua temperatura se altere é denominado Fonte de Calor (no caso, o corpo humano cuja temperatura está sendo medida). É comum identificar o corpo que fornece o calor como **Fonte Quente**, enquanto a fonte que recebe o calor é **Fonte Fria**.
- Qualquer troca de calor, por mais insignificante que seja, sempre provocará variação na temperatura. **A Lei Zero da Termodinâmica diz: se dois corpos estão em equilíbrio térmico entre si, também estão em equilíbrio térmico com um terceiro corpo.**
- O que se observa no termômetro é a dilatação do mercúrio, ao sofrer variação de temperatura. O mercúrio tem alto coeficiente de dilatação.
- Os 36 °C do corpo da pessoa independem do termômetro de mercúrio; essa medida nos diz que as moléculas do corpo da pessoa têm uma Energia Interna que corresponde a 36 °C. Logo, igualdade de temperaturas significa igualdade das Energias Internas.
- A Energia Interna diz respeito aos componentes microscópicos de um sistema e está associada ao movimento aleatório dos átomos e moléculas e inclui a energia cinética, energia potencial e energia intermolecular do sistema.

As questões 2 e 3 têm como foco a abordagem dos processos de transmissão de calor. A análise da questão 2 remete à transmissão por contato e transmissão por

irradiação. Na questão 3, temos os exemplos clássicos de correntes de convecção. Para essas questões, a ideia é ouvir e anotar as respostas, ou seja, não as discutir nesse primeiro momento. Avisar aos alunos que vocês conversarão mais sobre os conhecimentos referentes aos processos de transmissão de calor (2ª etapa) e no final dessa conversa eles vão rever suas respostas para verificar se mantêm ou fazem ajustes.

2ª Etapa

1. Para formalizar os conceitos envolvidos nos processos de transmissão de calor por condução e por irradiação, retome, verbalmente, as experiências realizadas no bimestre anterior, em especial aquelas referentes às ilhas 4 (**Conceito:** Lei zero da termodinâmica), 5 (**Conceitos:** propagação de calor por condução; condutores e isolantes térmicos) e 7 (**Conceito:** propagação de calor por irradiação).
2. Desenvolva a abordagem em aula expositiva, preferencialmente com uso de imagens em *PowerPoint*. Um exemplo simples, que faz parte do cotidiano, é o sistema formado por panela e mão, conforme a imagem a seguir. Apresente a imagem, peça que observem e comentem. A partir das falas dos alunos, problematize e explore os três processos de transferência de calor!

Acesse o link clicando com o leitor de QR-Code do seu celular!



Disponível em: bit.ly/TransferenciaCalor. Acesso em: set. 2017.

RESPOSTAS E EXPLORAÇÕES

- No mecanismo de propagação de calor por condução, para que ocorra a transmissão de energia é preciso que os corpos estejam em contato, a temperaturas diferentes. É importante colocar que nesse processo não há transporte de matéria, a transferência de energia se dá por colisão a nível microscópico. Neste mecanismo ocorre uma troca de energia cinética, em que as moléculas mais energéticas cedem energia para aquelas menos energéticas. Assim, ao segurarmos a extremidade de uma barra metálica e colocarmos a extremidade livre em uma chama, a temperatura do metal em contato com a mão logo se elevará.
- Na irradiação não é necessário um meio material para que a energia se propague. Essa energia chamada radiante é transmitida por ondas eletromagnéticas. Logo, a propagação de calor por radiação não é mais do que a transmissão de energia por ondas eletromagnéticas. Todos os corpos, sem exceção, irradiam energia na forma de ondas eletromagnéticas devido ao movimento térmico de suas moléculas. O corpo que emite a energia radiante é chamado emissor; o que recebe, receptor. Quando o calor radiante incide na superfície de um corpo, ele é parcialmente absorvido, parcialmente refletido e parcialmente transmitido. Vale enfatizar essa característica, considerando que, mais adiante, os alunos precisam ter essa noção para compreensões do efeito estufa.
- Na representação, tem-se: Q_i = parcela incidente; Q_r = parcela refletida; Q_a = parcela absorvida; Q_t = parcela transmitida.

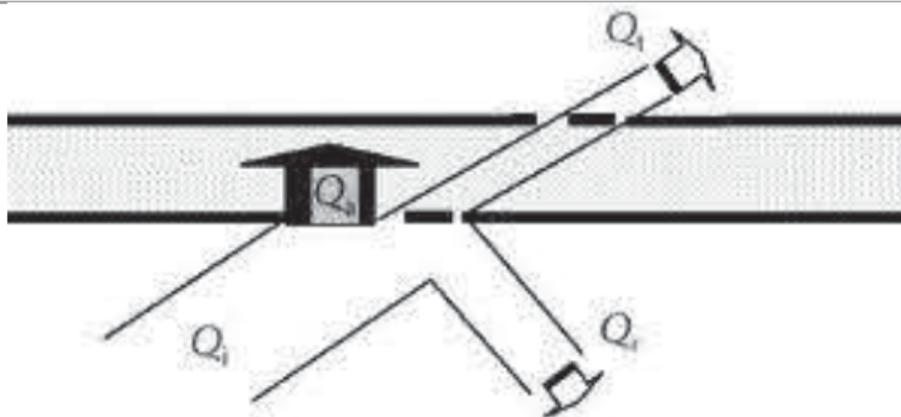


Figura 1. Emissão e recepção de energia radiante.

- No sistema panela e líquido, visto na Figura 1, colocada para discussão, explicita-se a convecção pelo transporte de matéria e energia. Nesse mecanismo de propagação do calor, a transferência de energia se dá pela movimentação do meio material, ar ou líquido, devido à diferença de temperatura. O movimento ocorre porque o fluido a uma temperatura mais alta é menos denso do que o fluido a uma temperatura mais baixa. Assim, o fluido menos denso sobe enquanto o fluido mais denso desce, gerando uma circulação no fluido. São duas as formas de convecção, natural ou forçada. Na convecção natural, o movimento do fluido (ar ou líquido) ocorre devido à diferença de densidade, como, por exemplo, a movimentação do ar em torno de uma fogueira. Já na convecção forçada, a movimentação do fluido para ocorrer precisa do auxílio de um fole ou mecanismo similar.

3ª Etapa

1. Para expandir a ideia de correntes de convecção para todos os fluidos, sugerimos um experimento que pode ser desenvolvido por você. Os alunos em observação são

conduzidos ao processo investigativo por meio de perguntas. A Ficha do professor, a seguir, orienta esse experimento. Sugerimos que o material utilizado seja preparado antecipadamente.

FICHA DE EXPERIMENTO – Professor

Objetivo do experimento: mostrar como ocorre transmissão de calor por convecção em gás sob aquecimento.

Conceito: propagação de calor por convecção.

Expectativa da aprendizagem: perceber que o ar aquecido pela chama de uma vela se movimenta.

Material

Vela.

Cata-vento de material leve (um cata-vento pequeno é barato e fácil de se encontrar no mercado, ou pode ser montado de forma simples, com uma de latinha de refrigerante ou lacre de alumínio comum em latas de leite em pó ou achocolatados). A seguir tem-se uma opção de montagem de um cata-vento.

Observação / explicação: observa-se o cata-vento girar pelo movimento de massas de ar aquecidas pela chama, visto que o ar aquecido sobe e o ar mais frio desce, devido às correntes de convecção.

Desenvolvimento experimental:

- a. Acenda a vela e fixe-a no tampo de trabalho. Segurando o cata-vento pela linha, cerca de quinze centímetros de distância da chama da vela.

Acesse o link clicando com o leitor de QR-Code do seu celular!



Disponível em: bit.ly/ExperimentoFisicalmagem. Acesso em: set. 2017.

- b. Peça aos alunos que observem o que ocorre com o cata-vento. Depois de discutirem coletivamente, solicite os registros conforme indicado na Ficha 2 do Caderno do Estudante.

EXPLORAÇÃO: “Como o vento se forma? A resposta está na propagação de calor por convecção. A palavra *convecção*, de acordo com o dicionário *Aurélio*, significa “processo de transmissão de calor que é acompanhado por um transporte de massa”. A convecção em um gás ocorre quando a parte de baixo é aquecida, sua densidade diminui (fica mais leve) e ele sobe (sofre um empuxo), enquanto que o ar frio, portanto com densidade maior (mais pesado), desce para ocupar o lugar do ar que subiu; desse modo, a energia térmica vai-se espalhando por todo o gás. No caso da formação dos ventos ocorre um processo semelhante, e o calor que aquece as massas de ar é o calor irradiado do Sol que aquece a superfície da Terra, aquecendo, assim, o ar que está em contato com a superfície. O vento se forma nos movimentos realizados pelas massas de ar quente e fria. O relevo da crosta terrestre também influencia nos ventos a baixa altitude, pois o movimento do ar tem de seguir seu contorno.”

Disponível em: bit.ly/ExperimentoConveccao1. Acesso em: set. 2017.

FICHA MONTAGEM DE UM CATA-VENTO - Professor**Material**

- ✓ Uma latinha de refrigerante.
- ✓ Estilete.
- ✓ Compasso e régua.
- ✓ Cerca de 50 cm de linha de costurar roupas.

Montagem

- a. Faça dois cortes na latinha de refrigerante: um retirando a parte superior e outro retirando a parte inferior da latinha.
- b. Após retirar as extremidades da latinha, restará um cilindro. Faça um corte na lateral do cilindro para transformá-lo em um retângulo. Em seguida, divida o retângulo em duas partes (dois quadrados).
- c. Com a ponta de metal do compasso, faça um furo no centro do quadrado. Coloque a ponta de grafite no furo e risque um círculo com a ponta de metal no quadrado da latinha. Coloque o quadrado que tem o círculo marcado em cima do outro quadrado da lata, para proteger a superfície que está sendo usada como apoio para fazer os cortes. Recorte o círculo.
- d. Usando a régua e o estilete, faça riscos conforme a figura que se segue. Não aperte muito o estilete para não cortar a lata.

- e. Faça cortes com o estilete nas marcas feitas anteriormente, deixando um espaço de 5 mm entre o furo do centro e o corte. Torça cada uma das partes do mesmo modo, tal que resulte na roda de um cata-vento.
- f. Afine a ponta de um palito de fósforo com o estilete. Encaixe a ponta afinada do palito no furo do cata-vento e amarre a linha de costura no palito.

Disponível em: bit.ly/ExperimentoConveccao1. Acesso em: set. 2017.

Respostas esperadas – Ficha 2 do Caderno do Estudante.

- ✓ O cata-vento começa a girar.
- ✓ A chama da vela aquece o ar. O ar quente, menos denso, sobe e é substituído pelo ar frio, mais denso, que desce. O movimento do ar, que forma correntes de convecção, movimentam o cata-vento, que começa a girar.
- ✓ Sim, a explicação é a mesma que a anterior: de dia, a areia aquecida, devido à absorção de calor da irradiação do Sol, aquece o ar que, menos denso, sobe, tomando lugar das partículas de ar mais frias, e que desce. À noite, é o contrário, a água do mar aquecida faz o mesmo processo.

2. Em seguida, peça que os alunos revejam suas respostas às questões 2 e 3 da etapa anterior (**Ficha 1** do Caderno do Estudante), para verificar se mantêm ou fazem ajustes. Dê um tempo para esta ação e discuta as respostas dadas. Na sequência, dê outras questões, escolhidas por você, para que resolvam.

Professor, atenção aos registros dos alunos.

Orientação de estudos

Solicite que os alunos reflitam, pesquisem e façam registros da situação descrita na **Ficha 3** do Caderno do Estudante. Socialize respostas na próxima aula.

Resposta esperada – Ficha 3: a parte friccionada da superfície metálica dá a sensação de ser mais quente. Isso porque no metal a energia interna das moléculas se desloca rapidamente por meio da condução térmica da região friccionada para as outras regiões. O metal é um bom condutor térmico. No caso da superfície de madeira, que não é um bom condutor térmico, a energia interna das moléculas da região friccionada não pode deslocar-se rapidamente para outras áreas da superfície, apresentando, assim, acentuada diferença de temperatura.

3ª Etapa

1. Socialize e discuta com a classe as respostas da tarefa anterior, antes de entrar no tema da aula: efeito estufa.
2. Utilize *PowerPoint* para apresentar as imagens que se seguem (ou similares), e aborde a Física que explica como funciona a estufa de plantas. Fazendo referência a essa primeira explicação, estabeleça a explicação para o efeito estufa da Terra, enquanto fenômeno natural.

As imagens:

Acesse o link clicando com o leitor de QR-Code do seu celular!



Disponível em: bit.ly/Estufalmagem. Acesso em: set. 2017.

ROTEIRO OPA.3.1.1

FRAGMENTO DESCONSIDERADO

1. Planeje o tempo das duas aulas para, inicialmente, desenvolver uma breve conversa com a classe retomando os estudos desenvolvidos anteriormente, sobre a geração de energia elétrica, conforme abordado nos parágrafos anteriores deste texto. Instigue-os para que digam o que aprenderam sobre esse assunto. Chame a atenção dos alunos para o fato de que no mundo moderno não conseguiríamos sobreviver sem energia elétrica! Esse é um fato! Isso porque a eletricidade é nossa principal fonte de energia. Sem ela, atividades como assistir à televisão, navegar na internet, fazer funcionar equipamentos essenciais em hospitais, dentre outros muitos exemplos que poderiam ser relacionados, simplesmente não seriam possíveis. Isso sem falar dos últimos avanços tecnológicos que alcançamos, em sua maioria, graças à energia elétrica.
2. Após a rápida recordação, usando, preferencialmente, PowerPoint como suporte, desenvolva uma explanação sobre os fatos históricos que retratam a descoberta da eletricidade, desde 625 a.C. – Tales de Mileto na Grécia Antiga – até 1800, quando o físico italiano Alessandro Giuseppe Anastásio Volta, desenvolveu meios práticos de gerar um fluxo constante de eletricidade, passando por marcos tais como 1600 – Willian Gilbert, 1737 – Charles Du Fay e 1750 – Benjamin Franklin.
3. Apesar de se constituir em farto material, você pode utilizar as bibliografias 1 e 2 indicadas no quadro “resumo da atividade”, para selecionar essas histórias mais marcantes, que situam o aluno sobre como o ser humano observou, reconheceu e interpretou eventos elétricos. Não faça apenas citações de fatos e datas, seja um contador de história, que viaja pelos marcos mais expressivos. Transforme em vivência as observações de Tales de Mileto, simulando a descoberta de que esfregando uma peça de âmbar em lã, ela passava a atrair corpos leves, tais como folhas secas, papel, tecido etc.
4. Desenvolva as “mágicas” que eram feitas em público no percurso do século 6 a.C. até o século 16, em que os fenômenos envolvendo cargas elétricas ficavam restritos a curiosidades. Ou seja, desenvolva experimentações simples para explicar a eletrização dos corpos.

Como sugestões para os experimentos:

- ✓ Atrite (esfregue) o retalho de pano com o canudo de plástico e coloque o canudo na parede. Os alunos se surpreendem ao ver que, por um tempo, ele fica “preso”, não cai;
- ✓ Utilize o pente ou o tubo de caneta esferográfica para atritar com o retalho de pano e, na sequência, aproxime-o de um punhado de papel picado em pequeníssimas partes. Os alunos vão observar que o papel passa a ser atraído pelo corpo que foi friccionado;
- ✓ Para dois interessantes experimentos com balões de encher (bexigas), faça uso dos filmes bit.ly/atracaoresultado (palestra do Prof. Dr. Fernando Lang da Silveira, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul) e bit.ly/caboeletrico (do Portal Pontociência, um projeto desenvolvido por alunos e professores da Universidade Federal de Minas Gerais), ambos acessados em 10 jun. 2018. Os dois filmes são interessantes, esclarecedores e úteis para tomar como exemplos de “mágicas” para a classe.

5. Use outros recursos experimentais que conheça, com a mesma finalidade, e, estimulando que os alunos coloquem suas hipóteses para explicar as observações feitas, explique o fenômeno da eletrização dos corpos. Partindo do modelo atômico, explore o conceito de carga elétrica e as leis empíricas que descrevem as cargas elétricas. Aproveite o momento para explicar a diferença entre materiais condutores e isolantes de eletricidade. Cite alguns exemplos.
6. Na sequência de apresentação da história, indicamos abordar a retomada da investigação dos fenômenos elétricos, a partir do século 16, com William Gilbert (que nomeou a eletricidade), Charles Du Fay (o primeiro cientista a falar da existência de duas eletricidades) e Benjamin Franklin, já em 1750.
7. Nesse momento, sugerimos que comente com a classe sobre os raios elétricos (veja na bibliografia de apoio, quadro resumo da atividade, a indicação de número 3) como apoio. Além de apresentar por meio de esquemas e imagem como os raios se formam, segundo as hipóteses mais atuais (esse é um debate científico ainda não totalmente resolvido), de preferência indique a tarefa antes de dar continuidade à abordagem histórica, ressaltando a importância de Alessandro Volta, que, ao dar continuidade aos estudos de Galvani, constrói efetivamente a primeira pilha elétrica, em 1800.

Orientação de estudos

Tarefa

Uma indicação para tarefa é a leitura de um texto escrito especificamente para os jovens, e que traz informações curiosas, além da relevância para a aprendizagem. Trata-se do artigo de SABA, M. F. “A Física das tempestades e dos raios”. *Física na Escola*, v. 2, n. 1, 2001, disponível em bit.ly/raiosfisica, acesso em jun. 2018.

Solicite a cada um dos alunos que apresente três informações do texto que considere úteis para seu cotidiano ou que esclareceram dúvidas que tinham anteriormente.

Bibliografia de apoio ao professor: veja no quadro resumo da atividade a indicação 3.

8. Na próxima aula, inicie socializando as marcações feitas pelos alunos. Peça que, um por vez, diga uma, e apenas uma das anotações, de tal forma que sinalizações já citadas não voltem a ser colocadas na conversa. Se necessário, faz-se outra rodada. Enquanto

os alunos dizem as informações sinalizadas, anote-as sucintamente no quadro, em forma de lista. Avalie a lista coletivamente, aprimorando a redação. Para isso, por exemplo, junte expressões correlatas, ordene ideias etc. Dessa forma, você estará ajudando o aluno a organizar uma síntese a partir de uma leitura.

ROTEIRO OPA.3.2.1

FRAGMENTO DESCONSIDERADO

Etapa 1: Fenomenologia do magnetismo

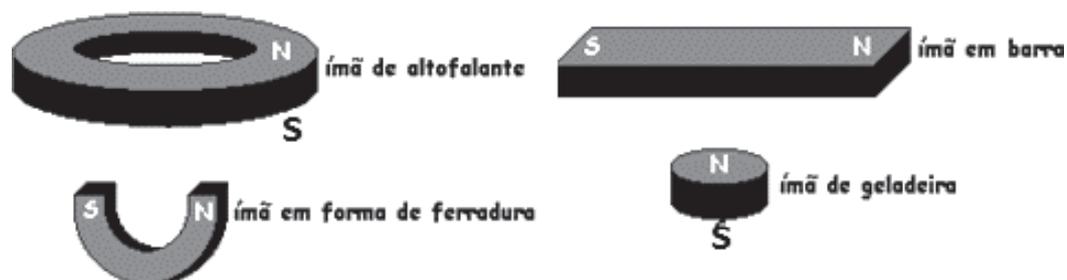
1. Para dar início à atividade, peça aos alunos que acessem a **Ficha 1 do Caderno do Estudante** para fazerem a leitura do texto, em duplas. Depois da leitura, solicite que as duplas realizem a segunda atividade: produzir uma tabela com duas colunas, numa folha branca de papel, e listar os conceitos que eles conhecem e aqueles que ainda desconhecem.
2. Em seguida conduza a classe para que os alunos socializem suas listas acrescentando informações que passaram despercebidas pelos grupos para que você possa complementar e comentar os conceitos que serão abordados ao longo do bimestre. As tabelas devem ser guardadas, pois serão retomadas mais adiante.

3. Depois, peça as duplas que formem, com outra dupla, grupos de quatro alunos. Distribua bússolas para os grupos.

Atenção: caso a escola não tenha bússolas, elas podem ser adquiridas em magazines populares, em versões bem baratas, mas verifique antes se há alunos que têm *smartphones*, pois esse celular contém um dispositivo de bússola como aplicativo. Se houver disponibilidade, cada grupo deve contar com um *smartphone*. Caso contrário, providencie algumas bússolas comuns para os grupos que não tenham esse tipo de celular.

4. Permita que os alunos explorem como a bússola funciona, circulando pela classe para investigarem o movimento do ponteiro. Em seguida discuta com a classe as descobertas que fizeram. Para finalizar essa exploração, instigue os alunos a explicarem por que o ponteiro da bússola sempre aponta para o norte? Dê alguns minutos para que pensem, deixando-os levantar hipóteses sobre esse fenômeno. É provável que alguns alunos tenham noção sobre esse fenômeno em experiências no Ensino Fundamental, entretanto o momento é para instigá-los cientificamente da razão pela qual isso ocorre. Faça as intervenções necessárias e registre no quadro as principais conclusões da classe. Não formalize o conceito de campo magnético, nem apresente formulações matemáticas; deixe os alunos evoluírem sozinhos até a visualização dessa ideia.
5. Em seguida, mantendo uma bússola por grupo, distribua um conjunto de ímãs diferentes para cada grupo (ao menos duas formas diferentes por grupo).

Atenção: ímãs são encontrados em alto-falantes, protetor de porta de carro (ver em ferro-velho), lojas de materiais elétricos, em alguns brinquedos, porta de armário, ímãs de geladeira, de quadro de avisos, de porta retrato ou outros acessórios de enfeite etc. A seguir, quatro modelos mais comuns.



6. A atividade deve ser orientada no sentido de incentivar os alunos a investigarem o que ocorre ao colocar um ímã próximo a outro, em uma posição, em outra, buscando encostar extremidades unidas, inclinar... Depois pergunte: *Se o ímã for colocado perto de outros objetos, ocorrerá algo diferente?* Escute as hipóteses. É esperado que os alunos já tenham essa noção científica; assim, o importante é perguntar: *Por quê?* Peça que experimentem aproximar um ímã da bússola: *O que ocorre? Por quê?* Anote as principais conclusões dos estudantes para, depois, coletivamente discuti-las. Nesse momento, as hipóteses e os argumentos que os alunos utilizam são os focos principais dessa investigação.
7. Em seguida, entregue, por grupo, o conjunto de sucatas que tenha ao menos ferro, níquel e alumínio, dentre outros materiais. Peça que experimentem: um ímã com cada um dos materiais; dois ímãs colocados um sobre e outro sob cada um dos demais materiais. Deixe que testem várias possibilidades.

Atenção: instigue os alunos a descreverem o que são ímãs e como eles funcionam. Se surgirem explicações muito inqênuas, oriente para obter explicações mais científicas.

Antes de iniciar outra fase, pergunte para a classe o que observaram e a que conclusões chegaram. Registre as principais conclusões no quadro e questione aquelas que podem gerar reflexões, alterações de ideia ou que direcionem para a compreensão do fenômeno.

8. Na sequência, distribua para os grupos um pouco de limalha de ferro e papel sulfite branco, além de mantê-los com as bússolas e os ímãs.

Atenção: a limalha de ferro pode ser conseguida em ferro-velho ou serralherias. Também pode ser “fabricada”. Indicamos duas formas: limar um pedaço de ferro ou prego ou usar palha de aço. No segundo caso, uma forma de obter a limalha é desenrolar a palha de aço (dessas utilizadas na limpeza doméstica), colocá-la dentro de um vasilhame de metal (uma lata) e queimá-la. Depois, deixar esfriar e passar em um coador, e está pronta a limalha de ferro. Naturalmente, é uma tarefa a ser feita por adulto, não aluno, e não deve ser realizada a queima dentro de ambientes fechados, pois a chama pode ultrapassar os limites do vasilhame. Além disso, quem faz o procedimento deve ficar um pouco distante das chamas, até que todo o material seja queimado.

9. A proposta agora é de que os alunos “descubram” as linhas de campo, caminhando na direção do conhecimento sistematizado sobre o campo elétrico, e não apenas reconhecendo-o como uma região em que as interações magnéticas acontecem. Oriente a investigação pedindo que desenvolvam os seguintes passos:

- Colocar o ímã no centro da mesa de trabalho (começar pelo ímã em barra) e apoiar a folha de papel branco sobre o ímã, deixando-o centralizado.
- Um aluno pulveriza a limalha de ferro na região periférica da folha branca, em todo seu contorno, e todos observam o que ocorre. Se necessário, pode ser feita uma levíssima trepidação da folha (fraco peteleco na borda da folha) para que a limalha comece a se movimentar.

Importante: preferencialmente, o professor faz a primeira configuração para que toda a turma acompanhe como fazer.

- Os alunos observam a configuração do desenho formado e repetem o procedimento com outro ímã, até que tenham as várias folhas com os “desenhos” produzidos pela limalha de ferro.
- Eles também podem buscar outras configurações, repetindo o procedimento para mais de um ímã sob o papel ao mesmo tempo, dispostos de diferentes formas. Por exemplo, colocar dois ímãs de barra alinhados a certa distância um do outro. Depois, juntam, como se formasse um único ímã.

Importante: seus alunos estão anotando as observações? Lembre-os de registrar!

10. Depois das primeiras surpresas e encantamento com o fenômeno e as configurações que deixam marcas (borrões) no papel, peça que comparem as configurações de todos os grupos buscando padrões.
11. Em seguida, peça aos alunos que retirem os ímãs, devolvam as poções de limalha de ferro ao recipiente de origem e, com lápis preto, reforcem as marcas da limalha, deixando os padrões identificados (marcas no papel) bem visíveis (completar os desenhos, deixando as marcas das configurações). Expondo em painel algumas das configurações, inicie o debate sobre as descobertas feitas.

Atenção: as configurações devem estar disponíveis para atividade da próxima etapa. É importante preservá-las.

Peça que descrevam o que observaram, os padrões que identificaram e as hipóteses que eles têm. Identifique se os alunos já se apropriaram do conhecimento de que um ímã tem dois polos e que polos iguais se repelem e contrários se atraem. Verifique se eles concluem que existe um campo invisível em torno de cada ímã. É na região desse campo que ocorrem as interações magnéticas. Embora o campo seja invisível, quando a limalha de ferro é atraída, ela apresenta maior concentração em algumas regiões, significando que o campo é mais intenso. As configurações que os alunos observaram são padrões e por isso formam um modelo, com o traçado de todos os pontos onde há campo, mais ou menos intenso, e onde não há campo.

12. Para mediar essa discussão com os alunos, eis algumas questões-chave: *Vocês podem ver o campo magnético? Ele ocupa toda a região em torno do ímã? As linhas de campo se configuram da mesma forma para todo tipo de ímã? As linhas de campo que vocês veem serão diferentes quando usarem diferentes ímãs? Onde o campo parece ser mais intenso?*
13. Explore as configurações que eles obtiveram. Reforce que, por ser padrão, tomamos essas configurações como modelo (utilizando como exemplo as duas barras de ímã que, colocadas juntas, formam um único ímã e apresentando como modelo o mesmo padrão que cada barra mostra individualmente). Assim, podemos dividir um ímã em n pedaços e cada um formará um novo ímã; logo, vamos obter n ímãs.
14. A seguir, apresentamos algumas das configurações esperadas, conforme a forma do ímã.

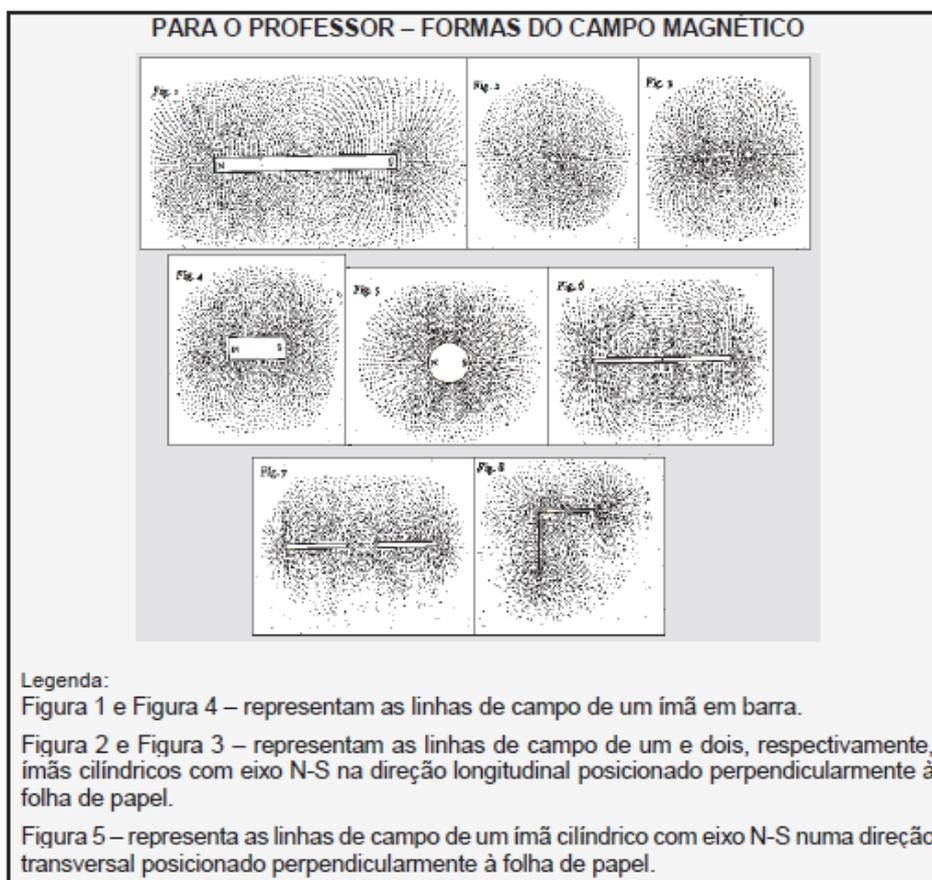


Figura 6 e Figura 7 – representam as linhas de campo de dois ímãs em barra com polos opostos unidos e separados, respectivamente.

Figura 8 – representam as linhas de campo de uma montagem em forma de "L" de dois ímãs em barra, com polos iguais próximos.

Orientação de estudos

Sugestão de tarefa: peça aos alunos para assistirem ao vídeo da TV Educativa de Ontário (Canadá), o primeiro da série Conceitos em Ciência: eletromagnetismo, com cerca de 9 minutos. Disponível: <bit.ly/eletromagnetismo>. O vídeo, indicado na atividade "Tarefa", da **Ficha 1 do Caderno do Estudante**, apresenta, na forma de animação, a história e a compreensão sobre o campo magnético da Terra. Nessa exposição, várias das descobertas que os alunos fizeram nessa primeira etapa serão abordadas. Assim, vale investir nessa atividade como tarefa antes de iniciar a próxima etapa.

Para complementar a tarefa, peça aos alunos que façam uma representação da Terra e do campo magnético por ela gerado. Essa representação será utilizada na 2ª etapa.

Roteiro OPA.3.2.2

FRAGMENTO DESCONSIDERADO

Etapa 3: Eletricidade e magnetismo

1. Inicie a aula apresentando para a classe a experiência de Oersted. Possivelmente você terá problemas para que todos visualizem a bússola. Assim, realize-a em local estrategicamente escolhido para que todos possam ver a experiência em andamento, mas chame grupo por grupo, um depois do outro, para dar uma espiada mais de perto. Ou, se possível, use uma câmera que projete seu feito em uma tela. Para isso, você precisa preparar o material antecipadamente; é simples, mas solicita o preparo antecipado. Você pode usar os vídeos indicados a seguir como referência

PARA O PROFESSOR – EXPERIÊNCIA DE OERSTED

Material: bússola, fio condutor, pilha.

Vídeos para apoiar a montagem:

- Disponível: <bit.ly/oerstedexperiencia> - Esta forma simples de apresentação é indicada.
- Disponível: <bit.ly/experimentoerster> - Mais completo; a experiência é feita com uma bússola comum e com uma bússola caseira, montada com água, rolha e uma agulha imantada, previamente, utilizando-se um ímã. O vídeo em espanhol é autoexplicativo, por essa razão consideramos que não haverá problema para a sua compreensão. Porém, para facilitar, pode ser colocada legenda (do próprio YouTube) em português, conforme indicamos a seguir:



Em 1819 o físico dinamarquês Hans Christian Oersted observou que, quando a agulha de uma bússola é colocada próxima de uma corrente elétrica, essa agulha é desviada de sua posição. Ora, uma agulha magnética, suspensa pelo centro de gravidade, só entra em movimento quando está em um campo magnético.

Com seu experimento, Oersted inspirou as grandes conquistas científicas de André-Marie Ampère e Michael Faraday, quando descobriram o desvio provocado em uma agulha imantada ao ser colocada junto a um condutor elétrico, por onde circula uma corrente elétrica, demonstrando, assim, a existência de um campo magnético.

2. Apresente o experimento sem dar explicação, inicialmente. Apenas pergunte: *O que estou fazendo? Que materiais estou utilizando? O que observam?* Em seguida, peça a seus alunos que conversem em trios e pensem que explicação eles dariam para o que observaram. Depois dessa discussão em grupos, peça que socializem as interpretações que deram e coloque-as em discussão. Conduza a conversa sem formalizar ou dizer o que está certo ou o que está errado. Quando considerar que a discussão esgotou, inicie a próxima proposta. A ideia é que os alunos façam o link entre o experimento que você apresentou e o que eles investigarão no simulador, para constatar se as previsões iniciais estavam corretas ou não.
3. Peça aos alunos que se organizem em trios. Esta atividade se apoia nos assuntos já estudados nas etapas anteriores, porém serão introduzidas noções da lei de indução eletromagnética de Faraday, abordando, além do ímã em forma de barra, solenoide, eletroímã, transformador, gerador e turbina. Os alunos experimentarão, no simulador, o mecanismo de produção da energia elétrica. Assim, no endereço <bit.ly/bobinasimas> solicite que cada grupo descreva o que observa, respondendo às questões da **Ficha 3**

do Caderno do Estudante. Peça que respondam no próprio roteiro, que deverá ser

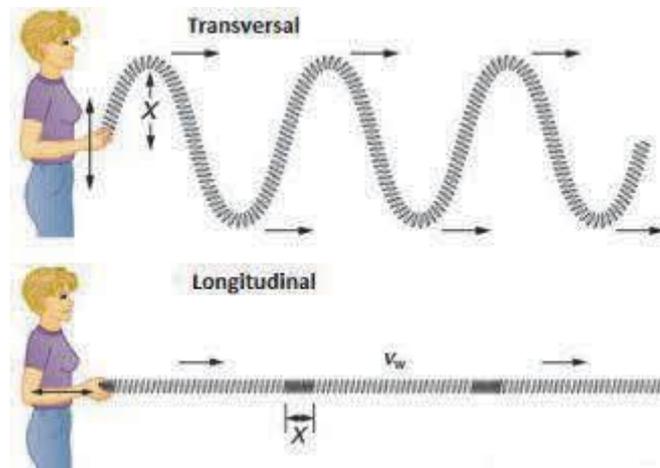
socializado ao final da atividade com toda a classe.

4. Circule na classe apoiando os grupos e problematizando as situações para as quais os alunos não encontrem saídas. No término da atividade, socialize os registros, pedindo a um grupo, por exemplo, que responda à primeira pergunta e, com as respostas dadas, os demais acrescentam ou discutem suas respostas diferentes até que toda a classe chegue a um consenso, com sua mediação. Repita o processo com cada uma das outras perguntas, até que toda a lista seja contemplada. Sistematize, listando no quadro as principais ideias envolvidas, e apresente uma breve abordagem sobre a importância da lei da indução eletromagnética como sustentação de uma nova (dita segunda) revolução industrial, no fim do século 19. O material indicado como referência, na introdução da atividade 1, é o apoio que pode contribuir para sua fala.

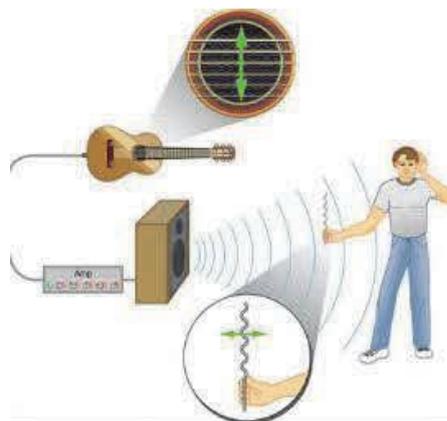
ROTEIRO OPA.3.3.1

Etapa 3: Ampliando os conceitos relacionados a ondas

1. Chame atenção para o fato de que as ondas mecânicas podem ser classificadas como **transversais** ou **longitudinais**. Esclareça que a energia pode propagar-se numa direção diferente em relação ao movimento da onda. Uma onda transversal tem uma perturbação perpendicular à sua direção de propagação, enquanto uma onda longitudinal tem uma perturbação paralela à sua direção de propagação. Diga que essa distinção é importante para entender como diferentes tipos de ondas afetam os materiais ao seu redor. Cite exemplos desses tipos de ondas e use ilustrações esclarecedoras.
2. Como sugestão, para exemplificar as ondas transversais de forma mais interativa, indicamos que você use uma mola (vendem-se molas de plástico de brinquedo), para desenvolver um experimento demonstrativo. Faça como no vídeo que apresentamos como referência. Disponível em: <bit.ly/ondaslongitudinais>. Acesso em: 15 jun. 2018.



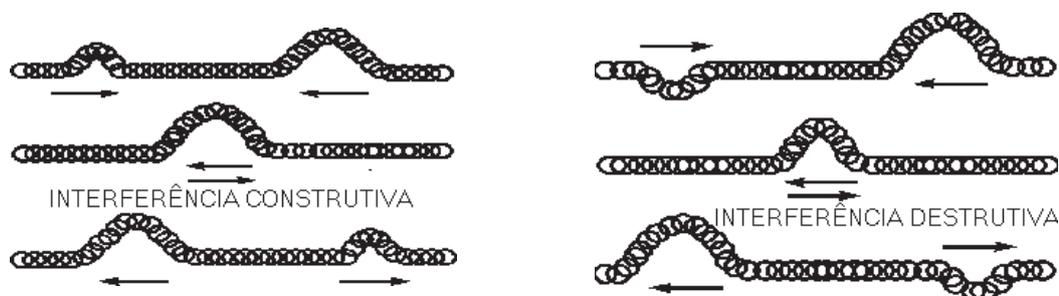
3. Apresente as ondas sonoras, como exemplo. A onda produzida na corda do violão é transversal, enquanto o som que sai da caixa acústica do violão chega aos nossos ouvidos por onda longitudinal. Indicamos o site física ondas. Disponível em: bit.ly/fisicaondas>. Acesso em: 13 jun. 2018, para apresentar o exemplo em aula e discutir a compreensão coletivamente.



4. Chame a atenção dos alunos para mostrar algumas das limitações dos seres humanos, no que diz respeito ao sistema auditivo, quando comparados a outras espécies. Por

exemplo, nosso sistema auditivo é capaz de captar sons, ondas sonoras, numa faixa de frequência muito pequena, entre 20 Hz e 20 kHz, enquanto alguns animais podem captar sons na faixa de frequência entre 15 Hz e 50 kHz (como os cães), entre 60 Hz e 65 kHz (os gatos), entre 10 kHz e 120 kHz (os morcegos) e entre 10 kHz e 240 kHz (os golfinhos). Coloque que sons com frequência abaixo de 20 Hz, são chamados de infrassom e, acima de 20 kHz, de ultrassom.

5. Após a introdução aos dois tipos de ondas, coloque que uma ou mais ondas podem ser combinadas. É o que chamamos de **superposição das ondas**, gerando o **fenômeno de interferência**, que é exclusivo do movimento ondulatório. Quando duas ou mais ondas se superpõem, elas podem gerar ondas construtivas e ondas destrutivas.



Disponível em: <bit.ly/referenciaondas>.

Acesso em: 4 jun. 2018.

6. Você pode explicar esses dois fenômenos utilizando os seguintes vídeos (acesso em: 2 ago. 2018):
- Disponível em: <bit.ly/interferenciafisica>;
 - Disponível em: <bit.ly/fisicareferencia2>.

O primeiro vídeo é uma ilustração dinâmica do modelo do fenômeno e, o segundo, uma situação prática no meio ambiente (sugerimos que desligue o som e você seja o comentarista do fenômeno observado).

Avaliação em processo

Sugerimos uma autoavaliação de conteúdo (**Ficha 2 do Caderno do Estudante**), que deve ser desenvolvida individualmente. Para aplicá-la, indicamos alguns procedimentos.

- Tenha para cada um dos conteúdos (ou pequenos conjuntos deles) uma orientação de estudo. Por exemplo, a indicação de um texto, um vídeo ou uma teleaula virtual, que o aluno possa utilizar para buscar compreender o “não aprendido” ou tirar suas dúvidas.
- Oriente os alunos a colaborarem uns com os outros. Aquele que teve uma boa aprendizagem para um conhecimento ensina para outro colega.
- Peça que os alunos guardem e monitorem sua autoavaliação. Estudem e solicitem auxílio quando necessário. Na semana seguinte ao primeiro preenchimento do instrumento, peça que revejam a autoavaliação e modifiquem as marcações de X, se já alcançaram conhecimentos não aprendidos ou em que tinham dúvidas.