

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS HUMANAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO**

**AS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS DE FÍSICA  
NA ESCOLA DE ENSINO INTEGRAL: UMA  
ANÁLISE CRÍTICA**

**LUIS CARLOS CLARO**

**PIRACICABA, SP  
2017**

# **AS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS DE FÍSICA NA ESCOLA DE ENSINO INTEGRAL: UMA ANÁLISE CRÍTICA**

**LUIS CARLOS CLARO**

**ORIENTADOR: PROFA. DRA. MARIA GUIOMAR CARNEIRO TOMMASIELLO**

**Texto apresentado à Banca  
Examinadora do Programa de  
Pós-Graduação em Educação  
da UNIMEP como exigência  
parcial para obtenção do título  
de Mestre em Educação**

**PIRACICABA, SP  
2017**

Ficha Catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da UNIMEP  
Bibliotecária: Marjory Harumi Barbosa Hito - CRB-8/9128.

|       |  |
|-------|--|
| C613a | <p>Claro, Luis Carlos<br/>As atividades experimentais de física na escola de ensino integral : uma análise crítica / Luis Carlos Claro. – 2017.<br/>181 f. ; 30 cm.</p> <p>Orientadora: Profa. Dra. Maria Guiomar Carneiro Tommasiello<br/>Dissertação (mestrado) – Universidade Metodista de Piracicaba,<br/>Pós-Graduação em Educação, Piracicaba, 2017.</p> <p>1. Material Didático - Física. 2. Atividade Escolar. I. Tommasiello, Maria Guiomar Carneiro. II. Título.</p> <p>CDU – 37.014</p> |
|-------|--|

## **BANCA EXAMINADORA**

Orientadora: Profa. Dra. Maria Guiomar Carneiro

Tommasiello /UNIMEP

Profa. Dra. Carolina José Maria /UNIMEP

Prof. Dra. Rosebelly N. Marques /USP

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por ter me dado sabedoria, persistência, capacidade, e, sobretudo, ter me dado a vida e tudo que nela conheci.

Para a realização deste trabalho contei com a contribuição de muitas pessoas e instituições, razão pela qual agradeço:

À sempre presente orientadora, Profa. Maria Guiomar C. Tommasiello, minha plataforma de apoio incondicional e incontestável. Minha pilastra mais forte a escorar esse árduo trabalho;

Aos Professores participantes da banca de qualificação e defesa, Profa Rosebelly e Profa Carolina, pelas correções e sugestões;

Ao Programa de Pós-Graduação da UNIMEP, ao Núcleo de Práticas Educativas e Processos de Interação em Espaços Escolares e não Escolares, aos seus professores e funcionários pelos ensinamentos recebidos e atenção;

À esposa Débora, pelo companheirismo, incentivo, amor, dedicação, uma lutadora sempre ao meu lado nas horas de angústia quando em algum momento surgia a dúvida. Nunca me deixou desistir;

Ao meu filho Leonardo, por ser minha luz em tudo que me proponho a realizar, ser meu Norte, ser minha razão de tentar ser cada vez melhor como pai, homem e cidadão;

Aos meus pais, José e Benedita, sempre minha inspiração, sempre minha alma, sempre minha mais perfeita fonte de honestidade;

Aos meus segundos pais, os sogros Irineu e Ivete, que me deram um apoio enorme quando estive na mais difícil fase da minha vida e me seguraram, para que eu pudesse me graduar, e hoje poder pleitear novo título;

Aos muitos e muitos amigos de trabalho por onde passei, que sempre me incentivaram, fazendo-me acreditar em minha capacidade e merecimento. São muitos para citar os nomes, mas sintam-se todos agradecidos.

“O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES- Brasil”.

Poesia para as Estrelas\*

Luís Carlos Claro

*Descobri que me alimento de uma estrela.  
Sua energia é a minha,  
Meu corpo tem seu calor.  
Sou uma criação, e talvez o Sol, o Criador.  
Vim de uma explosão e nem assim tive dor!  
Descobri que uma estrela me ilumina  
E me faz caminhar.  
Descobri o porquê de tudo isso,  
Me sinto mais energizar.  
Sou criação, explosão, energia e dissipar...*

\*Poema publicado na apostila de Ciências da Natureza (2001), quando fui selecionado pela SEE e fiz parte da equipe de professores multiplicadores responsáveis por ministrar cursos de capacitação para professores das escolas públicas do estado de São Paulo.

Curso para multiplicadores, Águas de Lindóia/SP.

## RESUMO

Nas últimas décadas, a experimentação tem sido defendida como estratégia de ensino-aprendizagem no ensino de Física no Brasil e também no ensino das ciências da natureza, mas não há um consenso dos pesquisadores sobre os seus objetivos, uma vez que são desenvolvidas sob diferentes concepções de ciência, de ensino e de aprendizagem. Este trabalho tem por objetivo identificar e analisar as atividades experimentais de Física nos Cadernos do Aluno, em especial quanto aos seus objetivos, distribuídos aos discentes do ensino médio de escolas públicas vinculadas à Secretaria da Educação do Estado de São Paulo e os roteiros da STEM Brasil, disponibilizados aos professores da Escola de Ensino Integral. Quais são essas atividades? Quais temas abordam? Quais os seus objetivos? Quais os níveis cognitivos exigidos? São previstas para serem realizadas pelos professores, na escola, ou não? Com quais materiais e instrumentos? São questões a serem respondidas por essa pesquisa. Também foram ouvidos os gestores de uma escola de ensino integral e o professor de física da referida escola com o intuito de identificar suas opiniões e expectativas quanto ao ensino integral e quanto à experimentação. A pesquisa é de caráter qualitativo, classificada de acordo com suas finalidades como um estudo descritivo, uma vez que intenciona conhecer o material didático utilizado em atividades experimentais por meio da precisão de detalhes e intencionalidades. Foi elaborado um *Protocolo de Análise* para se investigar os roteiros das atividades experimentais, constituindo-se em um marco analítico baseado em trabalhos de vários autores. Em função das habilidades e competências requeridas nos documentos oficiais da escola de ensino integral, os verbos de ação utilizados na proposição dos objetivos e nos encaminhamentos durante e após as atividades, foram classificados a partir da Taxonomia de Bloom do Domínio Cognitivo, que é estruturada por ordem crescente de complexidade. Foram selecionados e analisados todos os 47 experimentos, sendo 09 do Caderno 1 (vol 1 e 2), 19 do Caderno 2 (vol 1 e 2) e 19 do Caderno 3 (vol 1 e 2) e os 37 roteiros da STEM/Brasil que é um programa da ONG Worldfund, parceira de Secretarias de Educação de alguns estados brasileiros, incluindo São Paulo, e que tem entre seus objetivos, a formação de educadores em Física, Química, Biologia e Matemática utilizando uma metodologia baseada em projetos. De forma geral, os roteiros da STEM e os Cadernos trazem experimentos nas várias áreas de Física, sendo que nesse último, ondulatória é o tema mais recorrente e gravitação o menos explorado. Nos roteiros da STEM prevalecem atividades de eletricidade e, em menor número, de física moderna. Dentre as modalidades experimentais citadas pelos autores, os experimentos de verificação prevalecem sobre os de demonstração, e os de investigação são escassos. Nota-se uma valorização no caráter motivador das atividades pelo professor e gestores, em detrimento de aspectos cognitivos. Os roteiros da STEM Brasil, apesar de serem iniciados por problemas, estes não vêm, em sua maioria, em forma de pergunta, mas enunciados com verbos de ação, utilizados para se definir objetivos, como: comprovar, determinar, montar. Prevalece em grande parte dos roteiros, tanto os dos Cadernos, como os da STEM, uma visão empirista de atividade experimental, em descompasso com o caráter investigativo que os documentos oficiais apontam ser como necessário para as aulas práticas nas escolas de ensino integral.

Palavras-chave: Atividades Experimentais, Ensino de Física, Material Didático.

## ABSTRACT

In the last decades, the experimentation has been defended as a teaching learning strategy in the Physics teaching in Brazil and also in the teaching of natural sciences, but there is no researchers' consensus about their objectives, since they are developed under different Science, teaching and learning conceptions. This work aims to identify and analyze the Physics experimental activities in the Students' Notebooks, especially regarding their objectives, distributed to high school students from public schools linked to São Paulo State Educational Department and STEM Brazil scripts, which were available to the teachers from the full time teaching schools. Which are these activities? Which topics do they address? Which are the activity goals? Which cognitive levels are required? Are they planned to be carried out by the teachers at school, or not? With which materials and instruments? These are questions to be answered by this research. The managers from a full time teaching school and also the physics teacher from the mentioned school were heard with the intention to identify their opinions and expectations regarding the full time teaching and even the experimentation. The research is qualitative, classified according to its purposes as a descriptive study, since it intends to know the didactic material used in experimental activities through the precision of details and intentionalities. An *Analysis Protocol* was developed to investigate the experimental activity scripts, constituting itself an analytical framework based on the work of several authors. Due to the skills and competences required in the official full time school documents, the action verbs used in the proposing of the objectives and in the implementations during and after the activities were classified according to Cognitive Domain of Bloom Taxonomy, which is structured by an increasing complexity order. All 47 experiments were selected and analyzed, being 9 from Caderno 1 (vol 1 and 2), 19 from Caderno 2 (vol 1 and 2) and 19 from Caderno 3 (vol 1 and 2) and the 37 scripts from STEM / Brazil which is a program of the Non-governmental organization (NGO) Worldfund, a partner of Educational Secretariats from some Brazilian states, including São Paulo, and whose objectives are the educators' training in Physics, Chemistry, Biology and Mathematics using a methodology based on projects. In general, the scripts from STEM and also the Cadernos bring experiments in several Physics areas, considering that in the latter, wave is the most recurring theme and gravitation is the least explored. In the STEM scripts, electricity activities prevail and, to a lesser extent, modern physics prevails. Among the experimental modalities cited by the authors, the verification experiments prevail over those demonstration ones, and the investigation ones are scarce. It is observed a valuation in the motivating character of the activities by the teacher and managers, rather than the cognitive aspects. Despite being initiated by problems, the STEM Brazil scripts are not noticed most of times in the form of a question, however the statements are written with action verbs, used to define the objectives, such as: to prove, to determine, to assemble. It is considered that both in the scripts of STEM and Cadernos, an empiricist view of experimental activity prevails, in disagreement with the investigative character that the official documents point out to be necessary for the practical classes at full time teaching schools.

Keywords: Experimental Activities, Physics Teaching, Didactic Material.

## **SUMÁRIO**

|  |     |
|--|-----|
| Apresentação.....  | 9   |
| Introdução.....  | 13  |
| Capítulo 1. Revisão bibliográfica                                |     |
| 1.1 A escola de ensino integral.....                             | 19  |
| 1.2 As atividades experimentais e seus objetivos.....            | 32  |
| 1.3 As atividades experimentais em materiais didáticos.....      | 48  |
| Capítulo 2. Procedimentos teórico-metodológicos da pesquisa..... | 55  |
| Capítulo 3. Resultados finais e discussão.....                   | 67  |
| Considerações finais.....  | 124 |
| Referências bibliográficas.....                                  | 131 |
| Anexos.....  | 141 |
| Apêndices.....   | 160 |

## APRESENTAÇÃO

Minha vida não se resume ao trabalho docente como um objetivo determinado ainda quando criança. Não tinha essa pretensão, como na maioria das vezes se escreve quando nesta apresentação. Já fiz muitas coisas diferentes e tive como profissão muitas vertentes que contabilizam várias experiências, que podem possibilitar a um cidadão várias formas de sobrevivência.

Fui “professor” na adolescência, sem a pretensão de seguir carreira, pois ajudava os vizinhos, filhos de amigos, quando esses me pediam o auxílio em momentos de desespero e insegurança, ao chegar ao final de anos letivos com grandes chances de reprovação. Eram épocas diferentes, quando a reprovação era vista pelos alunos como um “fantasma” a atrapalhar sua ascensão acadêmica. Então, ia eu ao auxílio dos pobres arruinados a não perderem seus anos escolares. Sempre tive êxito nessa tarefa, mas isso ainda não é o motivo por me fazer seguir a carreira docente. Por motivos financeiros, entre os dezesseis e dezenove anos de idade não segui os estudos, após ter findado o ensino fundamental aos quinze. Havia uma escolha a ser feita. Trabalhar ou estudar? A primeira opção foi a escolha possível na época, e então a fiz. Após terminar um curso de mecânica, fui trabalhar como aprendiz em indústria do gênero e lá fiquei por alguns anos. Aos vinte anos reiniciei o ensino médio, vindo a terminá-lo aos vinte e dois. Apesar da idade já avançada para o ensino médio, preferi fazê-lo de forma integral, e não procurei um supletivo, pois sabia que o conteúdo seria reduzido. Cursar o ensino superior, no entanto, não estava nos meus planos pelo alto preço das universidades particulares e pela subjetividade que era na época pleitear uma vaga na universidade pública. Após passar em um concurso, fui trabalhar em uma secretaria escolar e, o contato diário com professores me colocou em um mundo totalmente novo. Lá conheci pessoas que me diziam ter potencial para alçar novos caminhos e que aquele trabalho não poderia ser minha meta para o resto da vida. Um professor conhecia o dono de um cursinho da cidade e me apresentou a ele. Consegui uma bolsa que me permitiu frequentar o curso e no final do ano fui aprovado no curso de licenciatura em Física da USP-São Carlos. A Física foi minha escolha, por afinidade, curiosidade e principalmente por minha grande vontade de experimentar.

Naquele mesmo ano perdi minha mãe e ganhei um filho e uma esposa, e minha vida mudou completamente.

No quarto ano do curso comecei a lecionar e a partir daí não parei mais. Fui me aperfeiçoando, me dedicando e tentando ser um professor respeitado e seguro naquilo que me propunha a fazer.

Sempre procurei fazer das minhas aulas algo novo para o aluno, algo que o motivasse, que lhe causasse interesse. Sempre busquei um atrativo a mais, não apenas mais um espaço preenchido por fórmulas e teorias prontas, onde o aluno apenas ouviria e se prontificaria a esquecer posteriormente, ou a “absorver” o conhecimento abordado. De certa forma, sempre procurei tornar o fenômeno mais significativo aos alunos. No entanto, não tenho a motivação como o principal objetivo, já que, no meu ponto de vista, a motivação pode ser importante no processo ensino/aprendizagem, mas sem dúvida não pode ser o foco principal.

As atividades práticas fazem parte das minhas aulas, em especial, a demonstração, por conta da dificuldade que é levar os alunos ao laboratório, por falta de material e falta de auxiliar, laboratorista. Muitas vezes me arrisco em demonstrar novos fenômenos que ainda não tenho muita familiaridade, além de outros, mais habituais. Assim, o conhecido e o novo se tornaram partes integrantes das minhas aulas.

Mas sempre que faço essas demonstrações sou assaltado por dúvidas se os alunos estão aprendendo mais e melhor. Em geral, somos levados a pensar que pelo fato de ser uma aula mais dinâmica, mais interessante, vai resultar em maior aprendizado, mas isso nem sempre ocorre, conforme constatei com os inúmeros resultados de pesquisa de colegas que também se debruçaram sobre essa temática.

Os alunos podem gostar, mas será que o experimento vai contribuir para sua formação em física? Mas como planejar uma boa atividade? O que fazer para tornar as atividades experimentais potencialmente mais significativas na aprendizagem em Física? Quais devem ser os cuidados para que atinjam os seus objetivos em termos cognitivos?

São perguntas que trouxe para o mestrado e que procurei responder ao longo do curso. Pelo exposto, o tema escolhido para essa dissertação não poderia ser outro: as atividades experimentais em Física.

Em um primeiro momento havia planejado investigar a sala de aula de colegas que ministram a disciplina física, mas por dificuldades operacionais, acabei me voltando para o material didático, disponível aos professores da rede pública de ensino do Estado de São Paulo.

E para estudar a fundo essas atividades, busquei criar um instrumento de pesquisa que chamei de *Protocolo de Análise*, melhor explicado no capítulo 2 – caminhos da pesquisa - construído com base em uma revisão bibliográfica sobre atividades experimentais e domínios cognitivos.

O foco é analisar os roteiros de atividades experimentais dos Cadernos de Física da (SEE) Secretaria Estadual da Educação (SÃO PAULO -Material de Apoio ao Currículo do Estado de São Paulo - Caderno do Aluno - Física (1ª, 2ª e 3ª série – Volume 1 e 2). Nova Edição (2014-2017): Secretaria da Educação, 2014); e da ONG<sup>1</sup> Worldfund que faz parcerias com algumas Secretarias de Educação de estados brasileiros, incluindo a do Estado de São Paulo, de forma a possibilitar uma melhoria no ensino de Física/Ciências.

Os Cadernos do professor e do aluno são apostilas disponibilizadas pela Secretaria de Educação de São Paulo às escolas públicas. A partir do lançamento do Programa Qualidade da Escola, em 2008, a SEE desenvolveu o Projeto São Paulo Faz Escola com “o objetivo de padronizar o currículo a ser trabalhado pelas escolas da rede pública estadual com o escopo de melhorar a qualidade de ensino traçando metas a serem atingidas até o ano de 2030” (SÃO PAULO, 2012). Um novo material- Cadernos do Aluno e Cadernos do Professor- foi elaborado em 2009, de forma a dar sustentação à implementação do novo currículo unificado a ser adotado em todas as escolas da rede pública de São Paulo.

A presença obrigatória de material didático em sala de aula, no Brasil, deve-se à tentativa dos governos em suprir as falhas da educação (CASSIANO, 2004, apud MARIA et al., 2015). Mas é uma tentativa que nem sempre se efetiva da forma como foi planejada, pois os docentes trazem consigo conceitos e concepções acerca de educação, ensino, aprendizagem. Maria et al. (2015) ao investigarem o uso dos Cadernos de Química no ensino médio, concluíram que apesar de o Caderno estar presente nas práticas de ensino de sala de aula como

---

<sup>1</sup> A ONG não permitiu a divulgação de roteiros de experimentos alegando ter direitos autorais, portanto serão exibidas somente partes desse material, de interesse para a pesquisa. (Ver apêndice 2)

autoridade externa, a professora atua com alguma independência e as concepções epistemológicas e pedagógicas do Caderno não foram identificadas nas práticas de ensino da docente.

E os roteiros do programa STEM/Brasil são disponibilizados aos professores que participam de cursos de formação oferecidos pela ONG e aos professores de física da rede, mediante um cadastro prévio.

O professor tem liberdade para fazer e/ou sugerir aos alunos outras atividades experimentais em sala de aula, que vão além das apresentadas pelos Cadernos e pela ONG Worldfund. Podem, por exemplo, utilizar os experimentos encontrados nos livros didáticos que recebem do PNLD (Plano Nacional do Livro Didático), entre outros. Os livros do PNLD são os selecionados pelo MEC (Ministério da Educação e Cultura) e enviados para as escolas, dependendo da escolha dos professores. No entanto, atualmente, as atividades experimentais mais acessíveis aos docentes e alunos são as disponibilizadas nos Cadernos do aluno e, para as escolas de ensino integral, as oferecidas pela ONG.

O interesse em analisar esses roteiros é o de promover, dentro do possível, uma discussão ampla e criteriosa quanto às possibilidades desse material didático atender à expectativa da Secretaria Estadual da Educação de São Paulo de possibilitar aos alunos uma educação pública de melhor qualidade, a partir da escola de ensino Integral.

## INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como objetivo identificar e analisar as atividades experimentais de Física presentes nos Cadernos do Aluno, distribuídos aos discentes do ensino médio de escolas públicas vinculadas à Secretaria da Educação do Estado de São Paulo e nos roteiros de aulas práticas sugeridos pela ONG Worldfund (utilizados apenas em Escola de Ensino Integral). No caso dos Cadernos de Física, vamos investigar apenas os materiais disponibilizados aos alunos, pois os Cadernos do Professor, oferecidos aos docentes, contêm as mesmas atividades práticas, com a diferença de que as questões estão todas respondidas. De posse de todas as resoluções dos problemas e das questões, torna-se possível, mesmo que de forma precária, um professor, formado em qualquer área do conhecimento, ministrar aulas de Física, não sendo necessariamente licenciado em Física.

Como professor da rede pública, tenho acesso a todo o material disponibilizado aos professores de física, inclusive ao material oferecido pela ONG, após a efetivação de um cadastro online, uma vez que os roteiros da ONG, a princípio, são para os professores que atuam na rede de ensino integral.

Há variadas denominações para o mesmo tipo de trabalho: experiência, experimentação, trabalho experimental, aulas experimentais, trabalho prático, aulas práticas, aulas de laboratório, laboratório prático, laboratório didático, atividades experimentais e outras. Neste estudo vamos procurar utilizar a expressão “atividades experimentais”, designando atividades que envolvam materiais específicos de laboratório e/ou do cotidiano, planejadas para compreender um determinado fenômeno.

Em geral, as atividades experimentais não sugerem a obrigatoriedade de uso de laboratórios especializados. Podem ser realizadas na própria residência dos alunos, por exigir bancada, água corrente e maior espaço. As atividades realizadas em sala de aula, geralmente, são realizadas pelo professor, a título de demonstração.

Aqui cabe um esclarecimento sobre as atividades *de* demonstração e as *por* demonstração. As *de* demonstração (verificacionista) têm como objetivo ilustrar o que foi falado pelo professor, mostrar que ele estava certo, enquanto que as *por* demonstração partem de questões problematizadoras que tanto

despertam a curiosidade como buscam orientar a visão dos alunos sobre as variáveis do fenômeno que está sendo estudado, segundo Carvalho et al. (1999, apud SUART e MARCONDES, 2008).

Assim, para as autoras, as atividades experimentais realizadas de maneira demonstrativa podem ser planejadas com o objetivo de desenvolver habilidades de elaboração de hipóteses e questionamentos, diferentemente das atividades só verificacionistas, utilizadas para provar, evidenciar alguma teoria.

Ausência de aulas em laboratórios e experimentos de demonstração em sala de aula são fatos que ocorrem na maioria das escolas, mas concordamos com Borges (2002) quando diz que para a realização de uma atividade prática não há necessidade de um ambiente próprio, podendo ser desenvolvida em qualquer sala de aula, especialmente as idealizadas com materiais simples, de baixo custo.

Nas últimas décadas, a experimentação tem sido defendida como estratégia de ensino-aprendizagem no ensino de Física no Brasil e também no ensino das ciências da natureza, especialmente com a implantação de projetos de ensino nacionais e internacionais a partir das décadas de 1960-1970.

Não há um consenso dos pesquisadores sobre os objetivos das atividades experimentais. Estas são desenvolvidas a partir de diferentes concepções de ciência, de ensino e de aprendizagem. Assim, diferentes objetivos são propostos.

A pesquisa é de caráter quanti/qualitativo uma vez que estão sendo verificadas concepções de professores, Frequências por temas/conceitos e os objetivos das atividades experimentais sugeridas pelos materiais didáticos.

Essa pesquisa está inserida num projeto maior coordenado pela Profa Maria Guiomar Carneiro Tommasiello aprovado pela FAPESP (2015/21973-2) e pelo FAP/UNIMEP, denominado “Pesquisa- Intervenção na Prática Pedagógica de Professores de Ciências da Natureza e Matemática do Ensino Médio de Escolas de Ensino Integral”.

A Escola pública de ensino integral (em tempo integral) tem um horário no contra turno no qual os alunos participam de projetos, oficinas etc. Para ser ensino integral a escola deve ter, entre outros espaços, vários laboratórios, inclusive um laboratório de Física. E o governo de São Paulo tem muitas

expectativas em relação a essas aulas de laboratório. Vejamos o que dizem as Diretrizes do programa de ensino integral<sup>2</sup> quanto as atividades experimentais:

*Dentre os benefícios que as atividades experimentais podem proporcionar aos jovens, destacamos:*

*Despertar o interesse pelas ciências, e a motivação para o estudo; Aprimorar a capacidade de observação e registro de informações; Aprender a analisar dados e propor hipóteses; Aprender conceitos científicos; Detectar erros conceituais; Compreender a natureza da ciência e o papel do cientista em uma investigação; Estabelecer relação entre ciência, tecnologia e sociedade; Aprimorar habilidades manipulativas; Desenvolver a capacidade de trabalhar em grupos; Desenvolver iniciativa pessoal e tomada de decisão; Estimular a criatividade.*

Como podemos observar, as expectativas do governo do Estado são muitas quanto às atividades experimentais a serem realizadas nas escolas de ensino integral. Entretanto, há muitas críticas sobre determinados objetivos. Quanto ao primeiro deles, por exemplo, segundo Gil-Pérez; Valdés-Castro, 1996; Hodson, 1994 apud Souza et al (2013), a experimentação cujos objetivos principais são a motivação da turma ou a comprovação de teorias pouco contribui para a aprendizagem dos estudantes, uma vez que a função do laboratório é pedagógica, envolve a formação de conceitos, habilidade de pensamento, e desenvolvimento da capacidade de argumentação científica. Quando o objetivo é só a motivação, torna-se um problema, perde-se a essência do verdadeiro papel da experimentação.

Para Borges (2002), o importante não é a manipulação de objetos e artefatos concretos, e sim o envolvimento comprometido com a busca de respostas/soluções bem articuladas para as questões colocadas, em atividades que podem ser puramente de pensamento. Para esse autor, se caminarmos nesse sentido, uma atividade não precisa ser necessariamente aquela típica de laboratório, podendo ser simulações em computador, desenhos, pinturas, colagens ou simplesmente atividades de encenação e teatro.

As finalidades das atividades experimentais são muitas, não havendo consenso entre os pesquisadores, por isso é preciso conhecer as ideias e

---

<sup>2</sup> Disponível em: <http://www.educacao.sp.gov.br/a2sitebox/arquivos/documentos/726.pdf> Acesso em 05 de maio de 2017.

analisá-las em seu conjunto, de forma que possamos ter subsídios para investigar os roteiros dos materiais didáticos disponibilizados aos professores.

O **objetivo geral** do trabalho é investigar os roteiros de atividades experimentais de Física disponibilizados nos Cadernos do aluno e pela ONG Worldfund por meio do Programa STEM Brasil<sup>3</sup> e analisar as possibilidades de este material didático atender à expectativa da Secretaria Estadual da Educação de São Paulo de possibilitar aos alunos uma educação pública de melhor qualidade, a partir da escola de ensino Integral.

Os **objetivos específicos** são:

Identificar as áreas da física contempladas pelos roteiros;

Analisar os objetivos das atividades e o domínio cognitivo almejado;

Identificar e analisar as questões problematizadoras das atividades experimentais, se possibilitam (ou não) um caráter investigativo à prática;

Analisar o grau de abertura do roteiro, se do tipo aberto ou fechado, ou seja, se há possibilidade de abertura/ reflexão;

Identificar se os experimentos foram idealizados para serem reproduzidos pelos alunos, em casa, sem a participação do professor, ou em sala de aula, com a orientação do professor;

Identificar e analisar os materiais utilizados nas atividades, enquanto materiais de baixo custo, do cotidiano, ou materiais de laboratório;

Identificar a matematização das atividades;

Analisar as questões propostas durante e após a realização das atividades;

Analisar o entendimento do professor e dos gestores sobre as atividades experimentais, frente aos objetivos propostos pelo governo do Estado;

Criar um *Protocolo de Análise* que sirva de apoio à apreciação de atividades experimentais.

---

<sup>3</sup> STEM, acrônimo, em inglês, de Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática é um movimento internacional que vem ocorrendo nos países desenvolvidos, de melhoria do ensino de Ciências e Matemática, no qual há parcerias de empresas privadas de tecnologia, Ongs, com departamentos de educação, preocupados com a formação de mão de obra para ocupações não convencionais, ligadas às áreas tecnológicas.

**Questões de pesquisa:**

Quais são os objetivos das atividades experimentais? O que é mais enfatizado, ou seja, quais as práticas sugeridas nos roteiros, as áreas envolvidas? Como os roteiros são apresentados? Quais as questões problematizadoras? Possibilitam dar um caráter investigativo à atividade? Que material usam na realização das atividades? É prevista a mediação do professor, entre outras.

Foram selecionados todos os 47 experimentos do caderno do aluno, sendo 09 do Caderno 1 (vol 1 e 2) , 19 do Caderno 2 (vol 1 e 2) e 19 do Caderno 3 (vol 1 e 2) (APÊNDICE 1<sup>4</sup>) que é o material cedido pela Secretaria Estadual da Educação aos alunos da rede pública de São Paulo e 37 roteiros de aulas práticas da ONG. Os roteiros dessa instituição são oferecidos apenas aos estudantes de Escola de Ensino Integral, e sua análise é fundamental, pois são essas as atividades desenvolvidas pelos professores de física, em geral, em aulas experimentais que visam relacionar conhecimentos de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática.

Os experimentos foram analisados a partir do tema abordado, dos materiais utilizados, se têm ou não roteiros na forma de um receituário, se partem de uma questão problematizadora e quais os seus objetivos. Para a classificação dos objetivos foi utilizada a Taxonomia de Bloom que é “um instrumento de classificação de objetivos de aprendizagem de forma hierárquica (do mais simples para o mais complexo) que pode ser utilizado para estruturar, organizar e planejar disciplinas, cursos ou módulos instrucionais”. (SILVA e MARTINS, 2014, p. 201).

Foram realizadas entrevistas com gestores de uma escola de ensino integral sobre os objetivos das atividades experimentais e analisadas as atividades presentes nos Cadernos e nos roteiros.

O trabalho está assim delineado:

No capítulo 1, de Revisão Bibliográfica, tratamos de fazer um paralelo entre a escola de tempo integral e alguns pensadores que defenderam sua plena execução. Nesse contexto, inserimos os estudos de John Dewey e Anísio

---

<sup>4</sup> Em função do espaço, serão anexados somente alguns roteiros dos Cadernos.

Teixeira, este sendo o introdutor da Escola Nova no Brasil, influenciado pelas ideias de Dewey. Desenvolvemos nesse capítulo um breve histórico da escola de tempo integral e sua aplicação no estado de São Paulo, tais como número de escolas atendidas e projeções futuras de implantação e implementação.

As atividades experimentais de física também são contempladas nesse primeiro capítulo e quanto aos seus objetivos na visão de especialistas. Finalizando o capítulo atentamos para os estudos dos materiais didáticos utilizados em sala de aula, tais como os próprios livros didáticos e as atividades práticas das apostilas oferecidas para os alunos pelo governo do estado de São Paulo e ainda, as atividades desenvolvidas pela ONG.

O capítulo 2 traz os procedimentos teórico-metodológicos e suas etapas. Iniciamos com um apanhado das especificações da escola pesquisada, que se trata de uma escola de ensino integral do interior paulista, inserida no projeto de Escola Integral no ano de 2015. Apresentam-se nesse capítulo os protocolos de pesquisa elaborados para a análise dos roteiros.

No capítulo 3 encontram-se as análises das entrevistas com o professor de física, o coordenador e a vice-diretora da escola pesquisada e os resultados das análises e discussão sobre os roteiros dos experimentos sugeridos.

Nas considerações finais retomam-se os objetivos da pesquisa e faz-se uma análise se estes foram ou não atingidos. Procura-se também nesse item levantar questionamentos sobre a possibilidade (ou não) desse material didático dar conta das expectativas da SEE/SP quanto às atividades experimentais na escola de ensino integral, de forma a contribuir para a melhoria da qualidade do material didático de Física da Secretaria da Educação do Estado de São Paulo.

Algumas atividades experimentais dos Cadernos do aluno oferecidos pela Secretaria da Educação do Estado de São Paulo foram anexadas ao trabalho.

## **CAPÍTULO 1: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **1.1. A ESCOLA DE ENSINO INTEGRAL**

Para o desenvolvimento do trabalho, primeiramente se buscou uma fundamentação teórica em pensadores que estudaram e propuseram o Ensino integral procurando conhecer suas visões de mundo, as circunstâncias em que esse tipo de educação surge e seus objetivos. John Dewey é um desses educadores uma vez que a Escola de Tempo Integral é uma re-interpretação da Escola Nova, introduzida no Brasil pelo educador Anísio Teixeira, influenciado pelo filósofo americano, que contrariava os princípios e métodos da escola tradicional.

John Dewey (1859-1952), filósofo norte-americano, influenciou educadores de várias partes do mundo, tendo por base o conceito de “educação como reconstrução da experiência”. No Brasil, inspirou o movimento da Escola Nova, liderado por Anísio Teixeira, ao colocar a prática e a democracia como importantes ingredientes da educação. (MOTA, 2006, p.3)

Assim, o pensamento de John Dewey e a corrente pragmática que ele representa podem ter grande valia para o entendimento dos propósitos das escolas de tempo integral e das aulas experimentais que, segundo as Diretrizes do Programa Ensino Integral do Estado de São Paulo devem ser “ambientes férteis de aprendizado e de construção de conhecimentos científicos, e para tanto há necessidade de uma metodologia apropriada”. (SÃO PAULO, 2013, p.33).

Se, por um lado, os pragmatistas trataram de temas comuns como o combate às filosofias especulativas; a abordagem da realidade do ponto de vista do pensamento, ou seja, do sujeito; a superação da filosofia contemplativa pela racionalidade científica e a formulação de uma nova concepção de verdade, por outro lado, estes temas foram abordados de maneira bastante diferenciada por cada um de seus propositores. (TIBALLI, 2003).

O que se espera dos professores que ministram aulas experimentais é uma mudança e uma reorganização de suas práticas pedagógicas. Do ponto de vista da educação pragmática, as aulas experimentais possibilitariam o contato entre o momento teórico e o prático, de tal modo que o “fazer” do educando se

tornaria o momento central da aprendizagem, segundo Magalhães (2006). As metodologias tradicionais, que trabalham os experimentos com roteiros fechados, ou seja, com alunos que passivamente seguem as orientações dadas pelo professor, com conteúdos fragmentados, sem significação, não atendem à proposta da escola de Ensino Integral.

Por isso, as escolas devem ser pensadas como locais onde se potencializem as atividades cooperativas e conjuntas. São essas atividades que levam efetivamente ao conhecimento, pois a aprendizagem é sempre indireta e se dá através de um meio social. No caso da escola, um meio social intencionalmente preparado, uma micro sociedade, em permanente mudança, em função da também permanente mudança nos objetivos a serem alcançados; um ambiente favorável ao que o autor chama de reconstrução social da experiência (DEWEY, 1959, apud CAVALIERE, 2007).

### **A teoria da experiência em Dewey**

Neste item, vamos buscar o entendimento de alguns autores sobre a experiência em Dewey. Foram consultados alguns trabalhos, recuperados do Google e do Google Schollar, a partir das palavras-chaves: experiência Dewey.

A filosofia de Dewey articula-se em torno de uma “teoria da experiência”, vista como o âmbito do intercâmbio entre sujeito e natureza (CAMBI, 1999, apud Magalhães, 2006, p. 5). O que seria experiência para Dewey?

Em primeiro lugar, o conceito de experiência em geral, está intimamente relacionado com o conjunto dos sentidos (tato, audição, paladar, visão, olfato) e que estes, por sua vez, interagem com a cognição de um agente. Para Dewey, este conceito vai um pouco mais além, colaborando com a instauração ou manutenção de hábitos. Experiência, nesta perspectiva, passa a ter relevância nas atividades de um agente no plano da ação cotidiana. (FERREIRA, 2011, p.151)

Assim, para Ferreira (2011, p.152) experiência “é a ferramenta para os seres humanos adentrarem e examinarem continuamente a natureza; não é uma singela observação à distância dos objetos da natureza, mas sim uma forma de nos aproximar a ela, sentindo-a por completo”.

No que se refere às ciências da natureza, para Dewey, a interação experiência/natureza é fundamental para as teorias científicas, suas práticas e seus resultados. Nas ciências, a experiência é muito pertinente, pois sem ela, não se pode afirmar que uma teoria ou prática é, de fato, científica.

Conforme Dewey (1929, apud Ferreira, 2011), nas ciências naturais há uma união entre experiência e natureza que não é acolhida como monstruosidade; pelo contrário, o pesquisador deve usar o método empírico (método indutivo)<sup>5</sup> em suas descobertas para que sejam tratadas como genuinamente científicas. O investigador assume como procedimento padrão que a experiência, controlada de maneira específica, é a avenida que direciona aos fatos e leis da natureza.

Segundo o autor, ainda que os cientistas tenham objetivos e critérios para análise de dados, de fatos e fenômenos, há coisas em comum que são fontes de experiência para todos os seres humanos e não apenas para os cientistas. Portanto, além de “servir como base aos métodos propostos para as ciências, a experiência permite uma compreensão da natureza extraído de seus planos mais profundos suas características ainda não reveladas”. (FERREIRA, 2011, p. 153).

Para Santos (2011) a experiência é vida, uma vez que os seres humanos, ao interagirem com as coisas do mundo, estão constantemente experienciando. A vida é então essencialmente educativa em consequência do contato e da comunicação intensa dessas experiências na sociedade. Contudo, para Dewey há experiências que são deseducativas que resultam em consequências não construtivas, mas ao contrário, impedem e distorcem o amadurecimento das experiências vindouras.

Isso por que,

[...] toda experiência modifica quem a faz e por ela passa e a modificação afeta, quer o queiramos ou não, a qualidade das experiências subseqüentes, pois é outra, de algum modo, a pessoa que vai passar por essas novas experiências (...) o princípio da continuidade da experiência significa que toda e qualquer experiência toma algo das experiências passadas e

---

<sup>5</sup> Método Indutivo: método científico que obtém conclusões gerais a partir de premissas individuais. Trata-se do método científico mais usual, que se caracteriza por quatro etapas básicas: a observação e o registro de todos os fatos; a análise e a classificação dos fatos; a derivação indutiva de uma generalização a partir dos factos; e a contrastação/verificação. Disponível em: <http://conceito.de/metodo-indutivo>. Acesso em: 25/07/2017

modifica de algum modo as experiências subsequentes. (DEWEY, 1979 apud MOGILKA, 2010).

Para Aranda e Silva (2015, n.p.), a experiência educativa em Dewey é

[...] uma experiência em que participa o pensamento, através do qual se percebe relações e continuidades antes não percebidas. A experiência amplia os conhecimentos, enriquece o espírito e dá significação mais profunda à vida. É nisso que consiste a educação. Educar é crescer, não no sentido puramente fisiológico, mas no sentido espiritual, no sentido humano, no sentido de uma vida cada vez mais rica e bela, em um mundo cada vez mais adaptado e propício ao homem.

Um dos mais consistentes fundamentos da escola nova norte-americana é o conceito de Dewey de experiência, segundo Mogilka (2010). Segundo esse autor, Dewey recupera a dignidade da prática sem subordinar o pensamento e o conhecimento a ela. Para o filósofo americano, a dicotomia entre sujeito e objeto e a decorrente desvalorização da prática, nas sociedades capitalistas, é uma das causas principais dos males que afligem a educação. (MOGILKA, 2010).

Contudo, para Mogilka (2010, n.p.), Dewey caiu em contradição “ao defender que os objetivos de uma atividade educativa precisam ser definidos internamente à atividade, e não escolhidos externamente à natureza desta”. Com isso, Dewey assume uma posição inatista que destoa, segundo Mogilka (2010), do conjunto de suas ideias.

Mas para alguns autores, como Pimenta (2005, apud Magalhães, 2006), as ideias de Dewey estão longe de serem ultrapassadas. Segundo a autora, mesmo a escola tradicional não tendo sido superada, esta foi abalada em suas certezas e naturalidade pelas ideias desse filósofo americano.

O pensamento deweyano ecoou direta ou indiretamente na obra de Paulo Freire, que, segundo Muraro (2012) levou adiante a ideia de Dewey de democracia como “forma de vida”.

Contudo, outros (BRANCO, 2010) criticam a democracia de Dewey alicerçada em grupos sociais cooperativos considerando-a utópica, questionando-a até que ponto constitui uma proposta viável na atual sociedade capitalista, atravessada por flagrantes desigualdades e dominada por um ideal de consumo. Para Branco (2010, p.609) a democracia de Dewey, “exclui do âmbito social um conjunto de interações importantes, nomeadamente as

relações de conflito e de competição, erigindo, ainda, como critério exclusivo de sociabilidade a democracia entendida de forma corporativa”.

Outro crítico de Dewey é o filósofo brasileiro Dermeval Saviani que embora não critique diretamente o filósofo americano, ele o faz ao movimento escolanovista. Esse autor faz restrições, especialmente, o entendimento de educação como um instrumento de correção.

[...] essa maneira de entender a educação, por referência à pedagogia tradicional tenha deslocado o eixo da questão pedagógica do intelecto para o sentimento; do aspecto lógico para o psicológico; dos conteúdos cognitivos para os métodos ou processos pedagógicos; do professor para o aluno; do esforço para o interesse; da disciplina para a espontaneidade; do diretivismo para o não-diretívismo; da quantidade para a qualidade; de uma pedagogia de inspiração filosófica centrada na ciência da lógica para uma pedagogia de inspiração experimental baseada principalmente nas contribuições da biologia e da psicologia. Em suma, trata-se de uma teoria pedagógica que considera que o importante não é aprender, mas aprender a aprender (SAVIANI, 1986 apud SANTOS, 2011, p. 83).

Saviani (1986, apud Santos, 2011, p.84) esclarece o que chamou de “mecanismos de recomposição da hegemonia da classe dominante”.

[...] ao enfatizar a "qualidade do ensino", ela [a Escola Nova] deslocou o eixo de preocupação do âmbito político (relativo à sociedade em seu conjunto) para o âmbito técnico-pedagógico (relativo ao interior da escola), cumprindo ao mesmo tempo uma dupla função; manter a expansão da escola em limites suportáveis pelos interesses dominantes e desenvolver um tipo de ensino adequado a esses interesses.

Como toda teoria, a de Dewey não está isenta de críticas. A nosso ver, suas ideias reforçam o projeto neoliberal que embasa as escolas de tempo integral do Estado de São Paulo.

O Modelo Pedagógico do Programa Ensino Integral se orienta em quatro princípios: - A Educação Interdimensional, A Pedagogia da Presença, Os 4 Pilares da Educação para o Século XXI (o aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a viver juntos e aprender a ser) e o Protagonismo Juvenil, sendo este último, um processo no qual o jovem é simultaneamente sujeito e objeto das ações no desenvolvimento de suas próprias potencialidades

As atividades experimentais, segundo as Diretrizes, devem possibilitar aos alunos manipular materiais e equipamentos especializados no ambiente de laboratório, comparar, estabelecer relação, ler e interpretar gráficos, construir tabelas dentre outras habilidades, a partir da investigação com práticas eficientes. O documento enfatiza que as aulas práticas devem seguir os pressupostos do ***ensino por investigação***, considerado como central no desenvolvimento da alfabetização científica. Assim, no laboratório, as atividades investigativas podem contribuir para o desenvolvimento de competências e habilidades tais como: formular hipóteses, elaborar procedimentos, conduzir investigações, formular explicações, apresentar e defender argumentos científicos (SÃO PAULO, 2013. p.32).

O documento é claro ao rejeitar aulas meramente ilustrativas, pois não cumprem os objetivos do Ensino Integral. Os laboratórios devem ser “ambientes férteis de aprendizado e de construção de conhecimentos científicos, e para tanto há necessidade de uma metodologia apropriada”. (SÃO PAULO, 2013, p.33).

Quanto às atividades investigativas não há um consenso sobre o tipo de prática a ser realizada, mas, em geral, os autores concordam que estas possibilitam a manifestação de habilidades cognitivas. Para Carvalho et al. (1999, apud Stuart et al 2009, p. 2-3), as atividades de caráter investigativo buscam “uma questão problematizadora que ao mesmo tempo desperte a curiosidade e oriente a visão do aluno sobre as variáveis relevantes do fenômeno a ser estudado, fazendo com que eles levantem suas próprias hipóteses e proponham possíveis soluções”. Em uma atividade de natureza investigativa,

[...] a ação do aluno não deve se limitar apenas ao trabalho de manipulação ou observação, ela deve também conter características de um trabalho científico: o aluno deve refletir, discutir, explicar, relatar, o que dará ao seu trabalho as características de uma investigação científica (AZEVEDO, 2004, p. 21).

Para Carvalho et al. (2004) uma atividade investigativa não pode ser uma mera observação ou manipulação de dados uma vez que ela deve levar o aluno a refletir, discutir, explicar e relatar seu trabalho aos colegas.

Sá et al. (2007) apresentam características das atividades investigativas: Construir um problema; valorizar o debate e a argumentação; propiciar a obtenção e a avaliação de evidências; aplicar e avaliar teorias científicas; permitir múltiplas interpretações. Para os autores,

Neste tipo de atividade, o professor propõe e discute questões, contribui no planejamento da investigação dos alunos, orienta no levantamento de evidências, auxilia no estabelecimento de relações entre evidências e explicações teóricas, incentiva a discussão e a argumentação entre os estudantes e promove a sistematização do conhecimento. (SÁ et al, 2007, p.12).

Segundo Tommasiello e Gurgel (2000, p.15), uma atividade experimental

sem uma preocupação problematizadora e/ou crítica, baseada apenas em roteiros assépticos, sem articulação entre teoria e prática, acaba por estabelecer uma associação reducionista entre trabalho científico e práticas experimentais, fragilizando o ensino com pesquisas nas escolas e contribuindo para um vazio de significado em suas proposições. Tal procedimento torna o saber ilusório, frágil, fragmentado, desatualizado em sua base teórica e sem qualquer relação com a realidade concreta dos sujeitos. Acrescentaríamos ainda que, nesse processo educativo, é importante que se enfatize os conhecimentos prévios dos alunos, suas pré-concepções sobre as Ciências e sobre os fenômenos que se situam no âmbito das Ciências, porque diariamente eles interagem em seus contextos sociais e constroem suas próprias ideias.

Muitos outros investigadores se debruçaram para discutir e teorizar a questão do problema da investigação.

Gomides (2002, p.7) define problema de pesquisa como: “consiste em dizer de maneira explícita, clara, compreensível e operacional, qual a dificuldade com a qual nos defrontamos e que pretendemos resolver. O objetivo da formulação do problema da pesquisa é torna-lo individualizado, específico”.

Gil (1991) cita algumas regras para a atividade de formular problemas: i) Um problema deve ser formulado como pergunta; ii) Um problema deve ser claro e preciso; iii) O problema deve ser suscetível de solução; iv) O problema deve ser empírico; v) O problema deve ser delimitado a uma dimensão viável.

Mas, em geral, as atividades experimentais, segundo Suart e Marcondes (2009), tanto no ensino médio como em muitas universidades, ainda são muitas

vezes tratadas de forma acrítica e poucas oportunidades são dadas aos alunos no processo elaboração de hipóteses, de obtenção e análise de dados. Para os autores,

A ciência é tratada de forma empírica e algorítmica. O aluno é o agente passivo da aula e a ele cabe seguir um protocolo proposto pelo professor para a atividade experimental, elaborar um relatório e tentar ao máximo se aproximar dos resultados já esperados (SUART e MARCONDES, 2009, p.51).

Nas atividades investigativas as perguntas têm um papel central. Segundo De Pro Bueno (1999) as perguntas estão sempre presentes na sala de aula, seja para motivar, para iniciar um tema, depois de uma explicação, na avaliação de um conteúdo.

Mas em geral, a análise de perguntas presentes em livros didáticos e utilizadas pelos professores em sala de aula (MÁRQUEZ et al, 2004) aponta que estas não são significativas nem para os alunos, nem do ponto de vista da ciência., pois a maioria é reprodutiva, ou seja, ao aluno basta repetir o que está nos livros ou nas anotações de aula. As perguntas mediadoras reprodutivas são fechadas e admitem uma só resposta, na qual o aluno basicamente reproduz o conhecimento. (BARGALLÓ e ROCA TORT, 2006). Exemplos de perguntas/questões não produtivas: O que é? Quando ocorreu? Defina. Classifique. Calcule.

Assim, dada a importância que têm as perguntas não se pode improvisar, segundo as autoras acima citadas, pois os alunos dependem delas para ativar de maneira criativa e inédita seus conhecimentos para elaborar respostas produtivas.

Os aspectos que se deve ter em conta ao se formular perguntas produtivas são, segundo (ROCA TORT, 2001, apud ROCA TORT, 2006, p.75), a necessidade de um contexto, a necessidade de dar indícios do modelo, teoria ou conceitos implicados e a necessidade de se apresentar uma demanda clara.

No quadro 1, abaixo, são estabelecidas correspondências entre os tipos de perguntas e os diferentes estágios da aprendizagem.

Quadro 1- Tipos de perguntas

| <b>EXPLORAÇÃO</b>   |   |                     |  |  |   |                            |  |  |   |   |  |  |
|---|---|---------------------|--|--|---|----------------------------|--|--|---|---|--|--|
| <p>Responder a perguntas centradas na opinião da pessoa em torno de situações com um contexto bem definido, problemas atuais.</p> <p>Planejar problemas ou situações atuais e contraditórias que provoquem o desafio de encontrar explicações. Propor paradoxos. Fazer perguntas produtivas que focalizem o objeto de estudo.</p> | <p>O que você acha?<br/>Como você imagina?<br/>Por que você acha ...?<br/>Como talvez .... no entanto, se ....?<br/>Sobre esse tema, o que você acha?</p>       |                     |  |  |   |                            |  |  |   |   |  |  |
| <b>INTRODUÇÃO</b>   |   |                     |  |  |   |                            |  |  |   |   |  |  |
| <p>Fazer perguntas que levem à descrição dos componentes e processos envolvidos no fenômeno.</p> <p>Encontrar explicações para as relações que ocorrem</p>  | <p>Como? Onde? O quê? Quantos?<br/>O quê? Como?<br/>Por quê? Por causa do que? Como o que ...?</p>  |                     |  |  |   |                            |  |  |   |   |  |  |
| <p>Ler textos que introduzem alguns conhecimentos.</p> <p>Ler textos sobre experiências ou dados</p>  | <p>O que diz o texto que nós não sabíamos? Como se pode saber?<br/>Como é que eles sabem?<br/>Como isso é feito?</p>  |                     |  |  |   |                            |  |  |   |   |  |  |
| <p>Analisar situações abertas e contextualizadas</p>  | <p>O que pode ser deduzido a partir dos dados? Por que tomar essas medidas e não outras? Por que comparar estes dados? Por que esses materiais?</p>             |                     |  |  |   |                            |  |  |   |   |  |  |
| <p>Realizar experiências</p>  |   | <b>ESTRUTURAÇÃO</b> |  | <p>Ler textos que dão uma imagem global.</p> <p>Incentivar a elaboração de textos que sintetizam as ideias gerais.</p> | <p>O que diz o texto? Como você diria com suas palavras?<br/>Como explicar o fenômeno a um companheiro que não entende?</p> | <b>APLICAÇÃO/AVALIAÇÃO</b> |  | <p>Aplicar os conhecimentos para prever situações futuras.</p> | <p>Quais são as consequências?<br/>Poderia ser? O que aconteceria se?</p> | <p>Aplicar o conhecimento para dar soluções a situações problema.</p> | <p>O que você pode fazer? Como você pode resolver?</p> | <p>Elaborar textos com o objetivo de expressar opiniões, argumentar.</p> |
| <b>ESTRUTURAÇÃO</b>   |   |                     |  |  |   |                            |  |  |   |   |  |  |
| <p>Ler textos que dão uma imagem global.</p> <p>Incentivar a elaboração de textos que sintetizam as ideias gerais.</p>  | <p>O que diz o texto? Como você diria com suas palavras?<br/>Como explicar o fenômeno a um companheiro que não entende?</p>                                     |                     |  |  |   |                            |  |  |   |   |  |  |
| <b>APLICAÇÃO/AVALIAÇÃO</b>  |   |                     |  |  |   |                            |  |  |   |   |  |  |
| <p>Aplicar os conhecimentos para prever situações futuras.</p>  | <p>Quais são as consequências?<br/>Poderia ser? O que aconteceria se?</p>   |                     |  |  |   |                            |  |  |   |   |  |  |
| <p>Aplicar o conhecimento para dar soluções a situações problema.</p>   | <p>O que você pode fazer? Como você pode resolver?</p>  |                     |  |  |   |                            |  |  |   |   |  |  |
| <p>Elaborar textos com o objetivo de expressar opiniões, argumentar.</p>  | <p>O que você acha sobre?<br/>Argumente usando alguma justificativa baseada em teorias científicas.<br/>O que você acha? O que é para você mais importante?</p> |                     |  |  |   |                            |  |  |   |   |  |  |

Fonte: Adaptado de: Roca Tort (2006, apud SILVA e TOMMASIELLO, 2017, p.191)

Assim, as perguntas mediadoras têm como característica o fato de serem questões *abertas*, que não têm uma resposta única, que motivam os alunos a buscar informações e a reelaborar as suas ideias. São consideradas como aquelas com as quais os alunos não se limitam a reproduzir respostas prontas, mas que pensem e atuem para construir boas respostas.

## O Programa de Ensino Integral do Estado de São Paulo

Para o melhor entendimento o programa de ensino integral do estado de São Paulo é preciso voltar à história, mais precisamente na Revolução Francesa, ocorrida no final do século XVIII, e no movimento operário francês, surgido com a revolução, segundo Ferreira (2007). Para essa autora, fomentados pela ideia de emancipação humana proposta pelas diversas correntes do socialismo, que lutavam pelo fim da exploração e do domínio capitalista, os operários exigiam uma melhor educação a seus filhos.

Paul Robin (1837-1912), pedagogo francês, militante da Revolução Francesa, organizou a prática pedagógica concebida no ensino integral, de forma a melhorar o ensino, conforme Gallo (2002, apud Ferreira, 2007).

Em 1868, o próprio Robin tem sua proposta aprovada por Marx no Congresso Internacional dos Trabalhadores. Ainda, segundo Gallo (2002, apud Ferreira, 2007), esse pedagogo desenvolveu o conceito de ensino integral como uma forma de formação permanente. Esse conceito torna a ensino integral correlata à formação integral, sobre o qual escreveu o revolucionário e anarquista russo, Bakunin (1814-1876), de acordo com Ferreira (2007).

[...] para que os homens sejam morais, isto é, homens completos, no sentido mais lato do termo, são necessárias três coisas: um nascimento higiênico, uma instrução racional e integral, acompanhada de uma educação baseada no respeito pelo trabalho, pela razão, pela igualdade, e pela liberdade, e um meio social em que cada indivíduo, gozando de plena liberdade, seja realmente, de direito e de fato, igual a todos os outros. (BAKUNIN apud FERREIRA, 2007, p.19).

A educação, na perspectiva anarquista, deve se estruturar em três instâncias básicas: a educação intelectual, a educação física e a educação moral, segundo Gallo (2002, apud Ferreira, 2007).

No final do século XIX chega ao Brasil a ideia da educação integral, com os imigrantes europeus. Esse conceito, no entanto, sofreu diversas interpretações ao longo do tempo, a partir das diferentes correntes do pensamento educacional brasileiro, conforme Gallo (2002, apud Ferreira, 2007).

O pensamento de Dewey embasou a Escola Nova capitaneada por Anísio Teixeira, que encampava a educação integral. Em 1950, Anísio Teixeira

implantou uma escola de horário integral na cidade de Salvador. Desde então muitas experiências foram realizadas no Brasil, sendo que no primeiro governo de Fernando Henrique Cardoso, a educação foi fortemente marcada pelo neoliberalismo. Hoje, diante dos graves problemas educacionais do país, assiste-se à retomada do discurso da escola de tempo integral, segundo Ferreira (2007), por governadores e prefeitos.

É o que vem acontecendo no estado de São Paulo. A Secretaria de Educação, em 2011, lançou o Programa Educação Compromisso de São Paulo, instituído pelo Decreto nº 57.571, de 2 de dezembro de 2011, tendo como base um novo modelo de escola e de um regime mais atrativo na carreira do magistério. (SÃO PAULO, 2013).

Nesta perspectiva foi implantado o Programa de Ensino Integral, instituído pela Lei Complementar nº 1.164, de 4 de janeiro de 2012, alterada pela Lei Complementar nº 1.191, de 28 de dezembro de 2012. Esse Programa foi iniciado em 2012, em 16 Escolas de Ensino Médio do estado de São Paulo e desde então, expandido em todos os municípios do estado.

Nesse novo Modelo de Escola de Tempo Integral, Ensino Fundamental e Ensino Médio, a jornada é de até nove horas e meia, oferecendo, no contra turno das aulas regulares, atividades esportivas e culturais, incluindo três refeições diárias. Na matriz curricular, os alunos têm orientação de estudos, preparação para o mundo do trabalho e auxílio na elaboração de um projeto de vida. Além das disciplinas obrigatórias, os estudantes contam também com disciplinas eletivas, que são escolhidas de acordo com seu objetivo. Os professores desse modelo atuam em regime de dedicação exclusiva e, para isso, recebem gratificação de 75% em seu salário, inclusive sobre o que foi incorporado durante sua carreira. (SÃO PAULO, 2015, s.d.)

O Programa de Ensino Integral (PEI) coexiste com as escolas do Projeto Escola de Tempo Integral (ETI), criadas em 2006. (DANTAS, 2013).

Esse programa tem merecido críticas pelo seu caráter populista visto que as escolas estaduais, em geral, não têm condições físicas e humanas para a ampliação, com qualidade, da jornada dos alunos. Apesar do número ainda pequeno de estabelecimentos, as escolas de ensino integral estão em expansão nesse atual governo. Para o governador Geraldo Alckmin é comprovado que alunos que estudam mais tempo, têm melhor desempenho. (BIBIANO, 2015).

Entretanto, os dados do índice de Desenvolvimento da Educação básica (IDEB) das 309 escolas de tempo integral revelam que não há diferença de aprendizagem entre alunos da rede normal e os de tempo integral.

Cabe aqui identificar os diferentes propósitos das escolas de ensino integral das escolas em tempo integral. Há várias formas de se definir um ensino integral, segundo Galian e Sampaio (2012, p. 406), de acordo com as diversas correntes de pensamento em diferentes momentos da história da educação. As autoras alertam que o ensino integral não se resume à ampliação de tempo de permanência na escola- as chamadas escolas de tempo integral.

Para a Comissão Internacional para o Desenvolvimento da Educação, da Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (UNESCO), na educação, que é global e permanente, todos os espaços, tempos e saberes da cidade são encarados como potencialmente educativos, ultrapassando o espaço e o tempo escolar como ambientes formativos (FAURE et al., 1972, apud GALIAN e SAMPAIO, 2012, p. 407).

No Brasil, segundo as autoras acima citadas, a LDB n. 9.394/96, em seu artigo 2º, determina como princípio e fim da educação o "pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho", apontando também para uma concepção de educação integral, mesmo sem assim nomeá-la e também prevê a ampliação progressiva da jornada escolar do ensino fundamental para o regime de tempo integral (art. 34, § 2º e art. 87, § 5º), sem citar os demais níveis de escolaridade. Mas em 2001, o Plano Nacional da Educação (PNE 2001) "estendeu o tempo integral também para a educação infantil e delimitou um tempo mínimo de sete horas diárias para a escola de tempo integral" (MENEZES, 2009, apud GALIAN e SAMPAIO, 2012, p. 407).

Desde o século XIX, segundo Galian e Sampaio (2012), muitas são as discussões sobre escolas de ensino integral/ escolas de tempo integral: seria uma escola para os pobres, para filhos de pais trabalhadores? Seria para diminuir a permanência das crianças nas ruas? Solução para diminuir a violência? Seria para a devida preparação profissional? Para uma formação humana ampla?

Para as autoras, o desafio é pensar: "que formação pretendemos fomentar? Que cidadão se busca formar e por quê? E, para a formação desse

cidadão, que conhecimentos, valores e habilidades são considerados essenciais nas diferentes propostas? ” (GALIAN e SAMPAIO, 2012, p. 411).

Segundo as Diretrizes do Programa Ensino Integral do Estado de São Paulo, a escola de ensino integral é uma alternativa para adolescentes e jovens ingressarem numa escola que, ao lado da formação necessária ao pleno desenvolvimento de suas potencialidades, amplia as perspectivas de auto realização e exercício de uma cidadania autônoma, solidária e competente. (SÃO PAULO, 2013, p.6-7)

De acordo com o documento, o Programa Ensino Integral oferece condições diferenciadas de trabalho aos docentes e equipes técnicas, uma vez que, o regime de trabalho desses profissionais passa a ser de dedicação plena e integral. A escola de ensino integral tem como características: 1) jornada integral de alunos, com currículo integralizado; 2) escola alinhada com a realidade do jovem, preparando os alunos para realizar seu Projeto de Vida; 3) infraestrutura com salas temáticas, sala de leitura, laboratórios de ciências e de informática. (DANTAS, 2013).

Nas Diretrizes do Programa Ensino Integral (São Paulo, 2013) os laboratórios destinados às escolas de ensino médio e de ensino fundamental são: Laboratório de Física, Matemática e Robótica; Laboratório de Química e Biologia; Laboratório de Ciências Físicas e Biológicas.

Muitos dos princípios da escola de ensino integral são comuns às escolas progressivas, o que evidencia que a escola de ensino integral é uma reedição da escola nova. Ao pretender desenvolver a iniciativa pessoal, estimular a criatividade, aprimorar habilidade, assemelha-se à educação na tradição ativista, cujo maior legado foi colocar no centro o aluno e suas necessidades, o fazer precedendo o conhecer.

Para Dewey (1976, apud Magalhães, 2006, p.3) são importantes na escola: a) expressão e cultivo da individualidade; b) atividade livre; c) aprender por experiência; d) aquisição de habilidades e técnicas para atingir fins que respondam a apelos diretos e vitais do aluno; e) aproveitar-se ao máximo das oportunidades do presente; e f) tomada de contato com um mundo em mudança. Características essas, comuns às escolas ativistas da sua época.

## 1.2. AS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS E SEUS OBJETIVOS

Há mais de cem anos, o trabalho experimental nas escolas inicia-se influenciado pelo trabalho que era desenvolvido nas universidades, segundo Galiazzi et al (2001). Segundo os autores as atividades práticas tinham por objetivo “melhorar a aprendizagem do conteúdo científico, porque os alunos aprendiam os conteúdos, mas não sabiam aplicá-los”. (GALIAZZI et al, 2001, p.252).

Como professor de física, já há alguns anos venho observando que a experimentação em si não possibilita um aprendizado maior, apesar de dinamizar a aula e torná-la mais atrativa. É na interação professor-aluno-instrumentos que os conceitos passam a ter significado. Explicar a corrente elétrica induzida, por exemplo, sem manipular ímãs e bobinas, vai exigir do professor um esforço muito maior e às vezes infrutífero, uma vez que os alunos, sem experiência anterior com a temática, vão ter muitas dificuldades em dar significado a esse conceito abstrato. Além de que a atividade experimental, nesse caso, permite analisar com os alunos as possíveis variações na forma de obtenção da corrente induzida como a movimentação de um ímã próximo a um circuito, manter fixo o campo, mas variar a área do circuito em contato com o campo magnético, ou ainda variar a orientação do circuito em relação ao campo. Dessa forma é facilitada a elaboração de hipóteses pelos alunos como orientadoras da investigação e a discussão das teorias envolvidas.

As atividades experimentais possibilitam a obtenção de dados, a elaboração de tabelas, gráficos, equações, dando mais significado aos alunos a determinados conceitos. Mas é preciso cuidado para não se basear em uma concepção empirista- indutivista de "descobrir a lei a partir de resultados experimentais". Um mesmo conjunto de pontos é compatível com um número infinito de funções, sendo que a decisão por uma função de ajustamento transcende os resultados experimentais, envolvendo considerações teóricas, segundo Silveira e Ostermann (2002). Lembrando que “todo o nosso conhecimento é impregnado de teoria, inclusive nossas observações” (POPPER, 1975, apud SILVEIRA E OSTERMANN, 2002, p.23).

A experimentação tem sido defendida como *estratégia* de ensino-aprendizagem no ensino de Física e também no ensino das ciências da natureza. Para Higa e Oliveira (2012) a incorporação das atividades experimentais se intensificou no Brasil nas décadas de 60-70 com a implantação de projetos de ensino nacionais e internacionais (como o Physical Science Curriculum Study-PSSC, por exemplo). No PSSC todos os alunos realizavam os experimentos ao mesmo tempo e os materiais deveriam ser simples e resistentes (BARRA e LORENZ, 1986).

O projeto Harvard trazia cerca de 50 experimentos, e a novidade era que um mesmo experimento poderia ser feito de formas diferentes. (ALVES, 2000).

Além do PSSC, outra proposta foi apresentada pela Universidade de Harvard, o Nuffield Physics. Outros projetos foram também lançados no Brasil.

Segundo (ALVES, 2000; p. 25),

[...] Além do PSSC, o pioneiro dos novos currículos, a Universidade de Harvard, apresenta outra proposta curricular através do “Project Physics Course”. Na Inglaterra, o movimento renovador se concretiza através do projeto “Nuffield Physics”. A UNESCO promove no Brasil a elaboração do Projeto Piloto, cujo tema era “Física da Luz”. No Brasil o “PEF – Projeto de Ensino de Física”, o “FAI – Física Auto Instrutiva” e o “PBEF – Projeto Brasileiro de Ensino de Física” são frutos nacionais da semente inovadora do pioneiro PSSC.

O Projeto Nuffield contemplava exaustivamente novos métodos de ensino, particularmente, atividades de discussão e laboratório. Com este último houve um cuidado especial: os experimentos foram organizados em “kits” com uso previsto de um kit para cada dois alunos.

De acordo com (ALVES, 2000), em 1955 iniciou-se a era dos projetos, pela grande gama de projetos voltados para o ensino de ciências usando laboratório de experimentação. Não só novos experimentos, mas novas metodologias, novos métodos, foram apresentados.

Entre as modificações contidas nas propostas didáticas dos diferentes projetos, constata-se uma nova sequência para os conteúdos; novos objetivos educacionais, agora mais explícitos; a adoção de novas metodologias e técnicas de ensino; um

laboratório didático muito ligado aos conteúdos e um comportamento mais ativo do aluno. (ALVES, 2000 p. 25).

Em 1961, a UNESCO, interessada em reforçar suas atividades para o melhoramento do ensino de Ciências convida o Dr. Alberto Baez a participar deste movimento como diretor da nova Divisão de Ensino de Ciências vinculada ao Departamento de Ciências Naturais da UNESCO. (FERREYRA, 1979 apud, ALVES, 2000, p. 36).

Esses foram projetos pioneiros que tentaram alavancar o ensino de Ciências/Física através do uso de laboratórios e experimentação. Eles deixaram um legado significativo, já que desencadearam a experimentação de forma a atrair a atenção dos alunos e a melhorar a aprendizagem.

Do lado comercial, a empresa “Firma Otto Bender” de São Paulo, inicia, nos anos 60, a produção de material experimental para laboratórios de Ciências e Física. A empresa usava um ônibus, como um laboratório móvel onde eram ministrados cursos do material Bender. Esses materiais eram caixas com equipamentos para se montar experimentos de Mecânica, Hidrostática, termologia, Ótica e Eletricidade. (ALVES, 2000).

Mesmo não realizando atividades experimentais na escola, conforme vários pesquisadores atestam, como Feitosa et al (2011), Zanovello et al (2014), o professor atribui ao ensino prático “uma importância e prestígio dadas às ideias progressistas ou desenvolvimentalistas no pensamento educacional que descendem de Rousseau, Pestalozzi, Spencer, Huxley, Dewey, entre outros” (BYBBE; DEBOER, 1996, apud BORGES, 2002).

A ideia central é: qualquer que seja o método de ensino-aprendizagem escolhido, deve mobilizar a atividade do aprendiz, em lugar de sua passividade. Usualmente, os métodos ativos de ensino-aprendizagem são entendidos como se defendessem a ideia de que os estudantes aprendem melhor por experiência direta. Embora verdadeiro em algumas situações, esse entendimento é uma simplificação grosseira, como apontam os trabalhos baseados nas ideias de Dewey, Piaget e Vigotsky, entre outros. (BORGES, 2002, p.12).

A experimentação continua atraindo as atenções de estudiosos e pesquisadores das áreas de Ciências, em especial, o de Física e os de Química.

Só para o descritor “Atividades Experimentais” há 388 resultados no Banco de Teses<sup>6</sup> da Capes. Grande parte desses trabalhos tem como foco a apresentação de aulas práticas diferenciadas e suas potencialidades, em especial, os de alunos de cursos de mestrado profissionalizantes.

Mas apesar de ser bastante louvada especialmente por professores, não há um consenso entre os especialistas sobre os objetivos das aulas experimentais, uma vez que estas são desenvolvidas sob diferentes concepções de ciência, de ensino, de aprendizagem e pressupõem “diferentes papéis ao estudante, ao professor, ao conhecimento e à atividade experimental” (HIGA e OLIVEIRA, 2012, p. 76).

Em um trabalho da década de 1960, época de grande difusão de atividades experimentais nas escolas de todo o mundo, professores entrevistados por Kerr (1963, apud Galiazzi et al, 2001) apontaram dez motivos para a realização de atividades experimentais na escola. De certa forma, esses motivos são repetidos e/ou complementados por outros autores em pesquisas mais recentes.

- 1. estimular a observação acurada e o registro cuidadoso dos dados;*
- 2. promover métodos de pensamento científico simples e de senso comum;*
- 3. desenvolver habilidades manipulativas;*
- 4. treinar em resolução de problemas;*
- 5. adaptar as exigências das escolas;*
- 6. esclarecer a teoria e promover a sua compreensão;*
- 7. verificar fatos e princípios estudados anteriormente;*
- 8. vivenciar o processo de encontrar fatos por meio da investigação, chegando a seus princípios;*
- 9. motivar e manter o interesse na matéria;*
- 10. tornar os fenômenos mais reais por meio da experiência*

As atividades experimentais, da forma como vêm sendo propostas, com esses objetivos, são constantemente criticadas, pois além de sua inadequação pedagógica, a sua fundamentação epistemológica é equivocada (HODSON, 1988; MILLAR, 1991, apud BORGES, 2002).

Há uma concepção empirista/indutivista, denominada por Chalmers (1993, apud BORGES, 2002, p.14) de indutivismo ingênuo, pois assume que

---

<sup>6</sup> Disponível em: <http://bancodeteses.capes.gov.br>

[...] o conhecimento científico é a verdade provada ou descoberta que tem origem no acúmulo de observações cuidadosas de algum fenômeno por uma mente livre de pré-concepções e sentimentos que aplica o *método científico* para chegar a generalizações cientificamente válidas.

Em geral, as atividades experimentais mostram uma ciência neutra, objetiva, utilitária, e que a partir de um método único, infalível- que é o método científico- é possível comprovar e generalizar conclusões. Outra crítica é quanto ao desenvolvimento de habilidades de manipulação, quando o mais importante é o desenvolvimento de destrezas cognitivas.

(...) as atividades experimentais deveriam desenvolver atitudes e destrezas cognitivas de alto nível intelectual e não destrezas manuais ou técnicas instrumentais (BARBERÁ e VALDÉS, 1996 apud GALIAZZI et al., 2001, p.254).

Para Amaral (1997), as atividades experimentais estão inseridas em um contexto epistemológico pedagógico, pois, segundo o autor; “a experimentação se apropria artificialmente de fenômenos do ambiente, lidando com eles, trabalhando-os segundo determinados objetivos cognitivos. E estes objetivos certamente de alguma forma estão balizados no conhecimento formalmente constituído”. (AMARAL, 1997, p. 10).

De acordo com Araújo e Abib (2003) os objetivos podem ser de demonstração (o professor faz e os alunos observam); de verificação (confirmar leis e teorias) e de investigação (os alunos têm uma participação mais ativa).

Por sua vez, Laburú (2005), após entrevistar licenciandos de final de curso e licenciados em Física, propõe a organização dos objetivos referentes ao uso das atividades experimentais em quatro categorias: Motivacional (atividades curiosas, atraentes, envolventes, chocantes, relacionadas à tecnologia e que estabeleçam relações com o cotidiano); Funcional (prioriza-se a escolha de experimentos com fácil manuseio e montagem dos equipamentos); Instrucional (atividades experimentais facilitadoras da explicação, da apresentação dos conceitos e modelos, procurando tornar a teoria simplificada e “clara” para o aluno) e Epistemológica (apelo forte para a construção do conhecimento, para

a capacidade da formulação teórica em tratar a realidade com o objetivo de legitimar o conhecimento científico).

Para HIGA e OLIVEIRA, 2012 em relação às abordagens das atividades experimentais, há predominância de dois enfoques: um que valoriza a aprendizagem e outro que valoriza a interação. A aprendizagem é a compreensão do conteúdo científico e a interação diz respeito à participação do aluno e sua inter-relação com os demais e a interdisciplinaridade. A grande dificuldade em relacionar as abordagens teóricas da física e seu cotidiano, leva o aluno a não manter essa relação entre o que aprende e o que vive, (SERAFIM, 2001) sendo que aluno que não reconhece a teoria, é aquele que não reconhece em seu cotidiano.

A experimentação não garante o aprendizado do aluno, mas sim seu envolvimento com o processo ensino aprendizagem, estimulando-o, fazendo com que o aluno busque as explicações para sua curiosidade (BATISTA, FUSINATO e BLINI, 2009).

A Física, como a matemática e outras ciências, faz uso de objetos não reais, não palpáveis, por isso é preciso dar representantes (signos) tais como um número, um vetor, uma onda eletromagnética, dentre outros. Para se conhecer Física é preciso conhecer a sua linguagem, suas fórmulas, modelos, diagramas, figuras, representações simplificadas do mundo real, instrumentos e objetos.

Como todo pensamento é processado por meio de representações (signos), possibilitar que o sujeito melhore sua capacidade em gerar imagens mentais, pode facilitar a sua aprendizagem.

As representações, segundo Duval (2003) podem ser *mentais* (conjunto de imagens e concepções que um indivíduo pode ter sobre um objeto), *internas ou computacionais* (caracterizam-se pela execução automática de uma informação) e *semióticas* (produções constituídas pelo emprego de signos pertencentes a um sistema de representação, como meio de exteriorizar as representações mentais para fins de comunicação).

De acordo com SILVA e ROCHA FILHO, 2010 a experimentação tem um papel motivacional para o desenvolvimento do aluno, mas não deve ser tratada apenas como fator motivador. Os pesquisadores dão ênfase na maioria das vezes aos objetivos indicados por Kerr em 1963 (citados na página 36), mas há outra finalidade importante, em geral negligenciada, que é a oferta de novas

representações semióticas aos alunos, oportunizadas pelos equipamentos e materiais de laboratório.

Concordamos com Marie-Geneviève et al. (2003, p.30) quando dizem que a experimentação é o elo entre o mundo dos objetos e o mundo dos conceitos. “Concebe-se a experimentação como uma forma de favorecer o estabelecimento de um elo entre o mundo dos objetos, o mundo dos conceitos, leis e teorias e o das linguagens simbólicas”.

A defesa da experimentação é feita por muitos especialistas, porém, o que em geral eles discordam é do modo essas atividades são propostas e executadas, segundo Suart e Marcondes (2008).

As atividades experimentais, tanto no ensino médio como em muitas universidades, ainda são muitas vezes tratadas de forma acrítica e aproblemática. Pouca oportunidade é dada aos alunos no processo de coleta de dados, análise e elaboração de hipóteses. O professor é o detentor do conhecimento e a ciência é tratada de forma empírica e algorítmica. O aluno é o agente passivo da aula e a ele cabe seguir um protocolo proposto pelo professor para a atividade experimental, elaborar um relatório e tentar ao máximo se aproximar dos resultados já esperados. (SUART e MARCONDES, 2008, p.1)

Dependendo do tipo de atividade experimental, é possível o desenvolvimento de habilidades de pensamento, da capacidade de argumentação científica, do desenvolvimento da capacidade de refletir sobre os fenômenos físicos, articulando seus conhecimentos já adquiridos e formando novos conhecimentos, mas para isso, as atividades não podem ser do tipo “receitas”, mas partirem de situações problemáticas, cujo grande desafio é fazerem com que os alunos estabeleçam relações entre grandezas, testem uma hipótese, elaborem conclusões julguem a plausibilidade da conclusão, em suma, desenvolvam habilidades cognitivas de alta ordem, segundo Suart e Marcondes (2008, p.7-8).

As práticas de laboratório nas quais os alunos seguem um procedimento tipo receita, coletam os dados, mas não os discutem ou os analisam têm-se demonstrado então, de forte caráter de baixa cognição (ZOLLER et al., 2002). Os alunos não compreendem o porquê do experimento e não desenvolvem uma síntese do que foi proposto.

As principais características das atividades de natureza investigativa, segundo Spronken-Smith et al. (2007, apud Souza et al., 2013, p.15), são:

- *aprendizagem orientada por questões ou problemas;*
- *aprendizagem baseada em um processo de busca de conhecimentos e construção de novos entendimentos;*
- *ensino centrado na aprendizagem, professor tem papel de facilitador;*
- *alunos assumem gradativamente a responsabilidade por sua aprendizagem;*
- *desenvolvimento de habilidades de auto-reflexão;*
- *processo ativo de aprendizagem.*

Silva (2011, apud Souza et al. 2013) sugere que para se iniciar a elaboração de uma atividade investigativa o professor faça um planejamento das aulas que envolva também o antes e o depois da aula, o que ele chamou de pré-laboratório e pós-laboratório.

Aspectos a serem considerados em atividades experimentais e investigativas no ensino de Química, segundo Silva (apud Souza et al, 2013, p. 16).

- *objetivos conceituais, procedimentais e atitudinais;*
- *situação problema, cujas atividades experimentais propostas ajudam a responder;*
- *conhecimentos e concepções que os alunos apresentam sobre o tema;*
- *atividades pré-laboratório: informações a serem apresentadas e hipóteses solicitadas aos alunos;*
- *atividade experimental, por demonstração ou para a realização pelos alunos; dados a serem coletados, maneira de organizá-los;*
- *atividades pós-laboratório: questões formuladas aos alunos para análise dos dados, conclusão e aplicação do conhecimento; sistematização dos resultados e conclusões; aplicação a novas situações.*

Nesta mesma linha, Tommasiello et al (2000) sugerem que uma atividade experimental seja contextualizada por meio de fatos e/ou fenômenos que deem significado ao tema a ser investigado, com uma fase pré-experimental, na qual questões sejam feitas aos alunos para identificar ideias prévias, hipóteses e as variáveis envolvidas, o problema e as suas relações.

Depois a fase experimental propriamente dita e a seguir a fase pós-experimental com a discussão dos dados e resultados e com propostas de investigação de novos fatos/fenômenos que se explicam com o mesmo modelo teórico.

Araújo e Abib (2003) investigaram artigos sobre atividades experimentais em Física publicados em revistas brasileiras de Física quanto à ênfase matemática, o grau de direcionamento das propostas experimentais, o uso de novas tecnologias (computadores) e a relação com o cotidiano.

Quanto ao formalismo matemático, os autores classificaram os experimentos em Qualitativos e Quantitativos. O grau de direcionamento foi investigado de forma que os autores pudessem aproximar a atividade do ensino tradicional ou de uma abordagem mais investigativa. Nesse item foram criadas três categorias: Demonstração/observação, Verificação (verificar validade de alguma lei), Investigação (possibilitar aos alunos o teste de hipóteses, desenvolvimento da capacidade de observação, de descrição de fenômenos)

Muitos outros autores discutem a pertinência, a motivação e os objetivos das atividades experimentais, em trabalhos resultantes de dissertações e teses, como os citados a seguir.

Para Silva Jr (2010) a crença na utilização de atividades experimentais no Ensino de Física como estratégia para melhorar o ensino-aprendizagem de física é grande por parte dos professores, mas existem muitas dificuldades na implantação dessas atividades e, quando são implantadas, devido ao método utilizado, não resultam em melhorias na aprendizagem.

Os professores são favoráveis à utilização de atividades experimentais, segundo Oliveira (2010), entretanto ressaltam que, além da necessidade de uma capacitação específica, a escola deve colocar à disposição dos docentes mais equipamentos, bem como, horários disponíveis para as devidas atividades, viabilizando a formação de turmas com menor número de alunos para as atividades experimentais.

Oliveira (2010) buscou compreender o papel da experimentação no ensino pela pesquisa em Física. Acredita que é preciso romper pelo menos com duas práticas vigentes: o atual entendimento dos professores sobre o que vem a ser uma aula prática e a segunda, associa-se à má utilização dessas

atividades, com práticas meramente demonstrativas que transmitem a ideia de teorias prontas e acabadas.

Serafim Jr (2005) observou o envolvimento dos alunos de 3 escolas públicas no processo de ensino-aprendizagem durante a realização de atividades experimentais, considerando positiva a participação dos estudantes.

Ao investigar a possibilidade de inserir momentos explícitos de evocação do pensamento metacognitivo durante a realização de atividades experimentais desenvolvidas na disciplina de Física no Ensino Médio, Rosa (2011) mostrou ser essa uma alternativa para tornar as atividades experimentais potencialmente mais significativas na aprendizagem em Física.

Moura (2013) buscou, em sua pesquisa, identificar indícios que possibilitassem realizar inferências a respeito do desenvolvimento das competências e habilidades, sugeridas para as atividades experimentais. Aponta para alguns equívocos na forma como as atividades experimentais são propostas no Currículo Oficial do Estado de São Paulo.

Apesar de tantas propostas de reforma curricular e da consciência dos professores em relação à importância do laboratório para o aluno, Pereira (2016) considera que o ensino de Física continua a ser ministrado no modelo mais tradicional possível, com uma visão empirista-indutivista.

Para Silveira e Ostermann (2002, p.7),

Apesar do empirismo-indutivismo constituir-se atualmente em uma teoria do conhecimento ultrapassada entre os epistemólogos, filósofos e historiadores da ciência, ela ainda sobrevive no ensino da Física. Pode-se constatar o predomínio dessa visão através, por exemplo, de pesquisas sobre concepções de professores, de análises de livros didáticos de Ciências e/ou de Física, de manuais de laboratório e de documentos oficiais.

Levando-se em conta a atenção que os autores dão ao desenvolvimento de habilidades cognitivas possibilitadas (ou não) pelas atividades experimentais, considera-se importante um aprofundamento dessa questão para melhor entendimento.

As contribuições de Gil Pérez et al (2001) são fundamentais para se pensar o trabalho científico. Os autores listam sete ideias que devem ser evitadas quanto ao trabalho científico:

*(a) Uma concepção empírico-indutivista e ateórica, na qual a observação e a experimentação são entendidas como atividades neutras, independentes de compromissos teóricos, deixando-se de lado o papel de teorias e hipóteses como orientadoras da investigação.*

*(b) Uma visão rígida, algorítmica, exata da prática científica, que se resumiria ao emprego de um suposto -método científico-, entendido como um conjunto de etapas que devem ser seguidas mecanicamente.*

*(c) Uma visão aproblemática e ahistórica, dogmática e fechada, da ciência, relacionada ao ensino como uma retórica de conclusões, buscando-se transmitir aos alunos conhecimentos já elaborados, sem mostrar os problemas dos quais eles se originaram, as dificuldades encontradas em sua solução, as possibilidades e limitações do conhecimento científico etc.*

*(d) Uma visão exclusivamente analítica da ciência, favorecendo uma posição epistemológica reducionista, que considera o conhecimento das partes não somente necessário, mas também suficiente para a compreensão do todo.*

*(e) Uma visão cumulativa, na qual o crescimento do conhecimento científico é visto como um processo linear, ignorando-se as crises e as revoluções científicas.*

*(f) Uma visão individualista e elitista da ciência, na qual o conhecimento científico é visto como a obra de gênios isolados, perdendo-se de vista a natureza cooperativa do trabalho científico.*

*(g) Uma visão socialmente neutra, descontextualizada, da ciência, que não tem na devida conta as relações entre ciência, tecnologia e sociedade.*

## Habilidades cognitivas proporcionadas pelas atividades experimentais

Quanto às habilidades cognitivas, o Quadro 2 traz o nível de cognição das questões propostas pelos professores para os alunos, segundo Suart e Marcondes (2008, p.7-8). As de nível 1 são de baixa exigência cognitiva uma vez que conclamam os alunos a recordarem uma informação frente aos dados obtidos com a atividade experimental. As de nível 2 e 3 são de alta ordem pois demandam comparar, propor, generalizar. Assim, uma atividade deve conter os 3 níveis de exigência com ênfase nos 2 últimos, segundo os autores.

Quadro 2. Nível de cognição das questões propostas para os alunos

| Nível | Descrição  |
|-------|--|
| 1     | Requer que o estudante somente recorde uma informação partindo dos dados obtidos.  |
| 2     | Requer que o estudante desenvolva atividades como seqüenciar, comparar, contrastar, aplicar leis e conceitos para a resolução do problema. |
| 3     | Requer que o estudante utilize os dados obtidos para propor hipóteses, fazer inferências, avaliar condições e generalizar.                 |

Fonte: Suart e Marcondes (2008, p.7-8). Extraído de Souza et al ( 2013, p.18).

Suart e Marcondes (2008) se apoiaram em um trabalho de Uri Zoller (1993) no qual o autor buscou conhecer as habilidades cognitivas demandadas em aulas práticas de laboratório baseadas em problemas em um curso de Química orgânica para alunos calouros. Para Zoller (1993, apud Suart e Marcondes, 2008), as habilidades cognitivas podem ser definidas em duas categorias: as habilidades cognitivas de baixa ordem e as de alta ordem.

As habilidades cognitivas de baixa ordem são caracterizadas por capacidades tais como: conhecer, recordar a informação e/ou aplicar conhecimentos ou algoritmos memorizados em situações familiares e resolução de exercícios; já as de alta ordem são referidas como aquelas capacidades orientadas para a investigação, resolução de problemas (não exercícios), tomada de decisões, desenvolvimento do pensamento crítico e avaliativo. Questões de alta ordem cognitiva são definidas como: problemas não familiares para o estudante, que requerem para

sua solução, conhecimento adicional, aplicação, análise e capacidades sintéticas, tal como fazer conexões e pensamentos avaliativos para a solução. (SUART e MARCONDES, 2008, p.7)

Observa-se a importância de compreender e identificar os níveis de cognição requeridos nas atividades, pois dessa forma estratégias mais apropriadas podem ser planejadas. As habilidades cognitivas estão relacionadas aos verbos operatórios (ou de comando) que podem orientar os alunos na construção de seu pensamento e operações mentais. A taxonomia dos objetivos educacionais, também popularizada como **taxonomia de Bloom**, é uma estrutura de organização hierárquica de objetivos educacionais, que vai do objetivo mais simples para o mais complexo.

Em 1956, uma comissão multidisciplinar de especialistas de várias universidades dos Estados Unidos, liderada por Benjamin S. Bloom dividiu as possibilidades de aprendizagem em três grandes domínios: o cognitivo, abrangendo a aprendizagem intelectual; o afetivo, abrangendo os aspectos de sensibilização e gradação de valores; e o psicomotor, abrangendo as habilidades de execução de tarefas que envolvem o aparelho motor. Mas só o primeiro foi implementado. A figura 1 traz as categorias do domínio cognitivo propostas por Bloom et al ( 1956, apud FERRAZ e BELHOT, 2010). O anexo 1, traz a tabela 1, com os Níveis da Taxonomia de Bloom e seus respectivos verbos

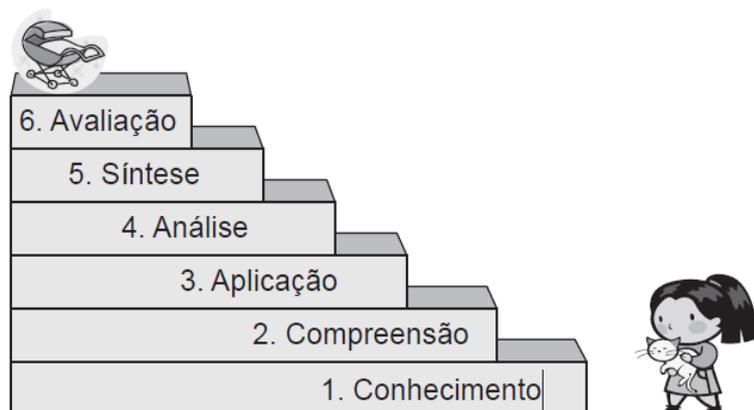


Figura 1. As categorias do domínio cognitivo da Taxonomia de Bloom Fonte: Extraído de Ferraz e Belhot (2010, p.424)

Essa classificação foi questionada posteriormente sobre a existência ou não de hierarquias sequenciais sendo que alguns especialistas sugerem

mudanças, como colocar síntese em um nível mais elevado do que avaliação. As mudanças sugeridas estão representadas na figura 2.

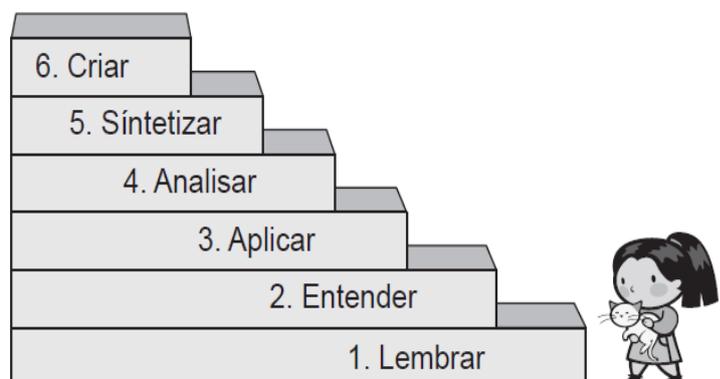


Figura 2. As novas categorias do domínio cognitivo sugeridas por Anderson et al (2001)

Fonte: Extraído de Ferraz e Belhot (2010, p.427)

A taxonomia de Bloom possibilita auxiliar a identificação do desenvolvimento cognitivo que demandam os objetivos instrucionais. (SILVA E MARTINS, 2014; FERRAZ e BELHOT, 2010; BELHOT 2005).

Muitos são os instrumentos existentes para apoiar o planejamento didático-pedagógico, a estruturação, a organização, a definição de objetivos instrucionais e a escolha de instrumentos de avaliação. A Taxonomia de Bloom é um desses instrumentos cuja finalidade é auxiliar a identificação e a declaração dos objetivos ligados ao desenvolvimento cognitivo que [...] engloba a aquisição do conhecimento, competência e atitudes, visando facilitar o planejamento do processo de ensino e aprendizagem. (FERRAZ e BELHOT, 2010, p.421)

A Taxonomia de Bloom, embora seja da década de 1950, tem sido objeto de novos estudos em função do maior controle do Estado sobre o aproveitamento dos alunos de ensino superior e médio por meios de exames nacionais como o ENADE (Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes), que avalia o rendimento dos alunos dos cursos de graduação, ingressantes e concluintes, em relação aos conteúdos programáticos dos cursos em que estão matriculados, e o ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio), que testa o nível de aprendizado dos alunos concluintes do ensino médio, segundo Monteiro et al

(2012). Os autores verificaram, por meio de teste empírico associado a técnicas de estatística, a hierarquia proposta por Bloom para os níveis de habilidade cognitiva, com o objetivo de verificar se os níveis descritos são pré-requisitos uns dos outros, que a subordinação não se sustenta em todos os níveis da taxonomia. Ou seja, o aluno pode ser capaz de reproduzir uma informação da forma que lhe foi fornecida (conhecimento) bem como compreendê-la, mas *não possui necessariamente a capacidade de transportar essa informação para uma situação nova e específica (aplicação)*. (MONTEIRO et al., 2012, p.14 ).

A intenção em trazer a taxonomia de Bloom, da forma original, para a análise dos objetivos das aulas práticas dos Cadernos e dos roteiros da ONG não foi com o intuito de verificar se existe ou não uma hierarquização dos níveis da taxonomia dos objetivos educacionais no domínio cognitivo dos experimentos analisados, mas simplesmente para auxiliar a classificar os verbos de comando relacionados aos níveis cognitivos.

O tipo de roteiro também dá indicativos do grau de cognição envolvido. Souza et al. (2013, p.22) fazem referências às análises dos tipos de roteiros, o seu grau de abertura com o nível de cognição requerido. Uma das referências citadas é o trabalho de Priestley, de 1977, no qual o autor descreve o tipo de roteiro e o relaciona com o processo de cognição (Quadro 3). Reproduzimos os níveis de abertura estabelecidos pelo autor por acreditar que essas ideias possam orientar a análise dos roteiros.

Quadro 3. Níveis de abertura dos roteiros e processos cognitivos

| Nível | Nome                   | Descrição  | Processo cognitivo requerido |
|-------|------------------------|--|------------------------------|
| 1     | Hermeticamente fechado | Todos os procedimentos são dados aos alunos. Os dados são anotados em locais definidos na folha de atividades de laboratório. As tabelas de dados são incluídas. | Conhecimento                 |
| 2     | Muito fechado          | Todos os procedimentos são dados aos alunos. As tabelas de dados são incluídas.  | Conhecimento                 |
| 3     | Fechado                | Todos os procedimentos são dados aos alunos.   | Conhecimento e compreensão   |
| 4     | Entreaberto            | Todos os procedimentos são dados aos alunos. Algumas perguntas ou conclusões são abertas.  | Compreensão e aplicação      |
| 5     | Ligeiramente aberto    | A maioria dos procedimentos são dados aos alunos e algumas perguntas ou conclusões são abertas.  | Aplicação                    |
| 6     | Aberto                 | Os estudantes desenvolvem seus procedimentos. Uma lista com os materiais é fornecida. Muitas perguntas e conclusões são abertas.                                 | Análise e síntese            |
| 7     | Muito aberto           | Aos estudantes é indicado um problema a ser resolvido ou eles mesmo podem indicá-lo. Os estudantes desenvolvem seus procedimentos e chegam às suas conclusões.   | Síntese e avaliação          |

Fonte: Priestley (1977). Extraído de Souza et al, 2013, p.22)

De forma geral, os professores têm a crença que a atividade experimental melhora a aprendizagem, mas as aulas não são dadas em função de inúmeras dificuldades operacionais. Mas para especialistas, a forma tradicional com que é ministrada a aula experimental, com roteiros prontos, sem questionamentos, sem uma análise mais acurada dos resultados, pouco resulta em uma aprendizagem mais efetiva.

### 1.3. AS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS EM MATERIAIS DIDÁTICOS

Os livros didáticos trazem como complementação ao trabalho teórico desenvolvido em sala alguns experimentos para que possam ser desenvolvidos em sala de aula, ou laboratório de ciências. Segundo pesquisas recentes, existem inúmeros livros que fazem essa prática, ou seja, consideram que os experimentos são importantes na conclusão de tópicos e conceitos teóricos. O Ministério da Educação lançou em 1985 o Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) para alunos da rede pública de 1ª a 4ª série.

O Programa Nacional do Livro Didático<sup>7</sup> (PNLD) tem como principal objetivo subsidiar o trabalho pedagógico dos professores por meio da distribuição de coleções de livros didáticos aos alunos da educação básica. Segundo informações do MEC, o programa é executado em ciclos trienais alternados. Assim, a cada ano o MEC adquire e distribui livros para todos os alunos de um segmento, que pode ser: anos iniciais do ensino fundamental, anos finais do ensino fundamental ou ensino médio. À exceção dos livros consumíveis, os livros distribuídos deverão ser conservados e devolvidos para utilização por outros alunos por um período de três anos.

Vasconcelos e Souto (2003) enfatizam a importância do (PNLD) como um importante passo na direção de uma avaliação criteriosa do livro didático.

O programa contemplou alunos do ensino médio em 2004, no entanto, os alunos desse nível passaram a receber somente os livros de Português e Matemática no ano seguinte. Já os livros de Física entraram no programa em 2007 (Brasil, 2009). Não cabe nesse texto analisar os critérios de escolha dos livros através dos professores da rede pública, mas sabe-se que seguiram roteiros pré-determinados, com objetivos de escolherem aqueles que mais pudessem se adequar aos propósitos do MEC em relação ao ensino.

O livro didático é um instrumento de muita valia na sala de aula. Segundo Amaral (2006)

---

<sup>7</sup> Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/busca-geral/318-programas-e-acoas1921564125/pnld-439702797/12391-pnld>> Acesso em 07/07/2017.

[...] O livro didático não é o único recurso utilizado, mas continua sendo o mais importante, para a grande maioria dos professores. Nessa condição, comumente ainda é usado como manual completo, ou seja, como fonte de textos, ilustrações e atividades, desenvolvido quase que na íntegra e na sequência original. (AMARAL, 2006, p.115).

No entanto, um livro didático não pode ser a única fonte de pesquisa para um professor que se preocupa com seu trabalho, pois ele estaria impossibilitado de expandir seus conhecimentos e os conhecimentos do aluno, assim, estagnando as fontes de informação.

Seguir à risca um livro didático têm vantagens e desvantagens. Facilita um material único considerando que o professor possa ter muitas classes e muitos alunos, mas por outro lado pode cercear a criatividade do professor. Para Fracalanza e Megid Neto (2006) esse caráter norteador, além de restringir o ensino de Ciências a apenas uma visão de determinado autor, impossibilita, muitas vezes, a criatividade e a espontaneidade do professor e do aluno, que seguem o livro adotado.

Em relação aos livros de física, Wuo (2003, apud BARROS, 2009) faz uma análise sobre os conteúdos abordados e destaca um núcleo comum composto pelas cinco áreas da Física clássica: mecânica, termologia, ótica, ondas e eletromagnetismo. Ele ressalta, ainda, que

Embora a física dos livros reduza a abrangência dos conceitos, não apresente a complexidade da evolução teórica, os antagonismos e contradições entre as ideias, nem por isso se trata de uma vulgarização desse saber. É um conhecimento incompleto, mas não outro, não aborda a totalidade dos traços da esquemática teórica, mas mesmo assim propicia uma acessibilidade ao saber de referência. (WUO, 2003, apud BARROS, 2009, p. 37).

Essa colocação está relacionada com a ausência evidente nos livros didáticos da abordagem da Física Moderna.

A melhoria da aprendizagem e da preparação dos alunos para que tenham êxito em seus estudos e futuros ambientes profissionais, passa primeiramente pela mudança da escola, professores e tudo que interage com a formação desses alunos. As atitudes, o ambiente propiciado, a forma de trabalho docente, corroboram com um maior aproveitamento do tempo que se passa

dentro do estabelecimento de ensino. Assim, a escolha do material didático é de extrema relevância na busca desse aperfeiçoamento. O livro didático tem uma grande importância e sua escolha deve ser criteriosa, pois irá direcionar as aulas e dar sentido aos conteúdos científicos.

Barros (2009) faz uma reflexão sobre as atividades experimentais propostas nos livros recomendados pelo Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio (PNLEM/2007) para a área de física.

O autor se utiliza de três dimensões para análise das atividades: a primeira relacionada à representação e comunicação, em que analisa alguns tipos de linguagens representadas através dos experimentos; a segunda, a investigação e compreensão, em que avalia atividades experimentais que procuram desenvolver nos alunos capacidade de investigação, análise e questionamentos e a terceira, a contextualização histórico/social, em que estão as atividades que permitem ao aluno reconhecer a Física no âmbito de um contexto histórico e de construção humana, compreendê-la como parte integrante da cultura tecnológica e com outras formas de cultura.

Alguns resultados encontrados pelo autor apontam que:

Poucas coleções propõem experimentos em que seja necessário fazer medições, coleta e análise de dados, possibilitando ao aluno fazer hipóteses e previsões, poucas experiências trabalham com a interdisciplinaridade e relação da física com outras áreas. (BARROS, 2009, p.8)

Em outra pesquisa, os livros didáticos foram analisados levando-se em conta suas características tais como extensão, número de páginas, exercícios, experimentos, distribuição de conteúdo. Segundo Borges (2009),

Vemos, também, que há uma tendência de propostas experimentais com materiais baratos e de fácil acesso, de modo que sua execução possa ser realizada pelos alunos em casa ou mesmo em sala de aula. (BORGES, 2009, p. 54).

Em uma de suas conclusões, Borges aponta que em todas as obras, a Mecânica é o tema que mais aparece em atividades experimentais. Em contrapartida, não foram encontrados experimentos sobre física moderna em nenhuma obra.

Em pesquisa sobre a adequação de atividades experimentais (AE) nos livros didáticos de Física aos objetivos educacionais estabelecidos pela LDB- Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, de 1996, Santiago, Guimarães e Costa (2011) procuram trazer elementos novos sobre as atividades propostas nos livros e o nível de ensino de física, através de uma metodologia quantitativa: “empregamos uma metodologia quantitativa para, a partir das competências e habilidades presentes nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), encontrar a probabilidade mínima de que cada um, entre os quatro OE, recebesse a contribuição das propostas de AE.”

Os autores concluem que as atividades possibilitam consolidar e aprofundar conceitos, mas falham em outros aspectos.

Os resultados obtidos trazem evidências de que há relação entre as propostas de AE e o objetivo I: consolidar e aprofundar os conhecimentos adquiridos no ensino fundamental. Por outro lado, os demais objetivos que dizem respeito à cidadania, ao mundo do trabalho, à ética, à autonomia intelectual e ao pensamento crítico praticamente inexistem nestas propostas de SANTIAGO, COSTA E GUIMARÃES (2011, p.1 )

Também fazem apreciações sobre o vazio na pesquisa sobre o livro didático de um dos componentes presentes em praticamente todos os livros de física que são as atividades experimentais, esquecidas pelos pesquisadores.

Com relação aos Cadernos (SEE/SP), foram encontrados alguns trabalhos como a tese de doutorado de Carvalho (2015), que contou com a participação de professores de Física.

O autor identificou divergências entre o discurso oficial para a implementação dos Cadernos e as representações dos professores. O material didático apresenta “características de uma perspectiva de ensino técnico-instrumental, com favorecimento da redução da autonomia docente, ignorando os saberes experienciais do professorado, e tentando homogeneizar o ensino de Física em todo o estado de São Paulo”, como um desdobramento das políticas neoliberais. (CARVALHO, 2015, p.8).

Interessante observar que o autor também teve resistências por parte dos professores de física para a realização da pesquisa e essa dificuldade, segundo o autor, fornece indicativos de que “o diálogo entre a pesquisa acadêmica e as escolas de educação básica enfrenta problemas. Assim, entendemos que a

pesquisa na área de Ensino de Física não é percebida de forma positiva pelos professores entrevistados.” (CARVALHO, 2015, p.200).

O acirramento entre a academia e a rede pública pode se dar pela forma como a SEE/SP se apropria de discursos acadêmicos, segundo Carvalho (2015, p.201), que não vê um futuro promissor para o uso dos Cadernos.

A maneira como a SEE-SP também se apropria de discursos acadêmicos e os reinterpreta de forma a favorecer seus interesses e pontos de vista, também pode ser identificada como um fator de acirramento da visão antagônica identificada entre os professores, assim como a aplicação de políticas educacionais em uma situação de descontextualização em relação àquela em que as pesquisas acadêmicas foram ou são realizadas. Não enxergamos sinais de um futuro promissor para o uso dos Cadernos do Aluno e do Professor, os quais dão mostras de exaustão e incapacidade de impulsionar a educação da rede pública estadual paulista até os níveis objetivados.

Especificamente com relação às atividades experimentais dos Cadernos, a tese de Faria (2015) analisa os roteiros dos experimentos à luz de três modelos epistemológicos (empirista, popperiano e kuhniano), buscando extrair elementos dos Cadernos que apontassem para as concepções de experiência/experimento. O autor chama de

1-Modelo empirista (método indutivo) aquele no qual há uma preocupação na comprovação das teorias científicas. “As propostas de experimentação são apresentadas como se o conhecimento dependesse exclusivamente da experiência e pudesse ser estabelecido simplesmente por meio da análise daquilo que se percebe pelos sentidos”. FARIA (2015, p.54);

2- Modelo popperiano é quando a experiência é proposta para submeter as teorias científicas a testes. Segundo Zanetic (2004, apud Faria, 2015, p.36-37) o método popperiano seguiria os seguintes passos:

1. existência de um problema a ser resolvido;
2. procura de soluções para o problema através da elaboração de várias hipóteses, tentativas e a escolha de uma delas segundo o critério de aceitar aquela que apresenta maior grau de possibilidades de refutação;
3. dedução de consequências dessa hipótese;
4. critério de refutabilidade em ação: a hipótese é testada, isto é, procura-se refutá-la buscando contra-exemplos significativos;

5. passando por esse teste, isto é, na ausência de refutação, a hipótese se transforma na nova teoria;
6. em caso de uma descoberta refutadora ou de uma dedução não confirmada, voltamos ao estágio inicial.

3- Modelo kuhniano seria o modelo utilizado para articulação e fortalecimento das teorias científicas. O papel da experiência é manter e propagar o que é aceito pela comunidade científica, ou seja, promover a articulação do paradigma e fazer com que ele esteja mais em conformidade com o que é observado. O experimento é definido a partir do paradigma e para a sua promoção. O quadro 4 traz uma síntese desses três modelos.

Quadro 4. O papel da experiência segundo cada modelo

|   | <b>Empirista</b>   | <b>Popperiano</b>   | <b>Kuhniano</b>   |
|---|--|---|---|
| <b>A experiência segundo o Modelo ...</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- a partir da experiência é possível construir generalizações;</li> <li>- por meio da repetição tem-se segurança para inferir conexões entre as qualidades sensíveis do fenômeno (aquilo que é percebido pelos sentidos) às qualidades ocultas por trás do mecanismo em questão;</li> <li>- o hábito (ou costume) impele o ser humano de forma instintiva a esperar que os eventos futuros sejam como os eventos presentes na memória;</li> <li>- o conhecimento do mundo físico é obtido pela e na experiência.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- a ciência é composta por enunciados (conjecturas criadas racionalmente);</li> <li>- a experiência não pode comprovar a veracidade de uma teoria;</li> <li>- a ciência caminha por meio das tentativas de falseamento das teorias.</li> <li>- a experiência é uma das formas de se submeter uma teoria (conjectura) a teste.</li> <li>- a experiência é um dos critérios de falseamento das teorias;</li> <li>- as teorias científicas devem ser abertas às tentativas de falseamento;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- toda a prática da ciência normal é regida por um paradigma;</li> <li>- a experiência é toda construída para promover, articular e consolidar o paradigma;</li> <li>- a prática experimental é dogmática;</li> <li>- a prática científica é uma “troca irreduzível” entre a teoria e o experimento (não é possível separá-las);</li> <li>- não há verdade final a ser alcançada.</li> </ul> |

Fonte: Faria (2015, p.55)

De forma geral, Faria (2015) conclui que os experimentos dos Cadernos indicam uma prevalência da concepção de experiência/experimento mais próxima do modelo empirista.

[...] é provável que tal empreendimento pode fortificar ainda mais uma concepção empirista de ciência popularmente aceita, mantendo-se viva a ideia de que é apenas pela experiência que

se chega ao conhecimento do mundo físico, e que a ciência é toda construída por meio da interpretação dos dados obtidos pelos sentidos e da elaboração de experimentos que resultam em respostas para todas as questões da comunidade científica.(FARIA, 2015, p.69)

Em função disso, o autor espera que o professor responsável, ao utilizar o roteiro, vá além do que é proposto, de forma a promover um ensino contextualizado, crítico e coerente.

Dessa forma conclui-se que embora no ensino de ciências haja um legado empirista e de concepções ultrapassadas a respeito do trabalho científico, presente nos materiais didáticos, nas propostas de experimentação, etc., espera-se que o responsável pela condução das situações de aprendizagem, o professor, esteja ciente de seu papel de promover um ensino contextualizado, crítico e coerente. (FARIA, 2015, p.71)

Vários epistemólogos e historiadores, segundo Silveira e Osterman (2002), negam que o conhecimento científico possa ser derivado apenas de observações empíricas. Para os autores, Einstein destacou, em suas notas autobiográficas, que na formulação da Teoria da Relatividade andou por caminhos muito distantes daqueles apontados pelos empiristas, considerando como prejudicial a concepção que “*consiste em acreditar que os fatos podem e devem fornecer, por si mesmos, conhecimento científico, sem uma construção conceptual livre*” (EINSTEIN, 1982, apud SILVEIRA e OSTERMAN, 2002, p.13). Mas a tendência dos professores das ciências da natureza, grupo do qual me incluo, é utilizar o modelo empirista, aquele que comprova a teoria, até porque essa visão é a trabalhada nos cursos de licenciatura e reforçada pelos materiais didáticos.

Pelo exposto, observa-se uma série de limitações quanto aos roteiros de atividades experimentais presentes nos materiais didáticos.

## CAPÍTULO 2. PROCEDIMENTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS

Neste capítulo apresento os caminhos da pesquisa e as razões que levaram a escolha dos procedimentos teórico-metodológicos adotados, uma vez que “tanto o delineamento dos procedimentos de uma pesquisa quanto a análise de dados dependem da opção teórico-metodológica do pesquisador”. (SZYMANSKI et al. 2010, p.64).

Como já explicitado na introdução, o foco do trabalho são as atividades experimentais presentes em materiais didáticos utilizados em uma escola de ensino integral, as temáticas, os objetivos, as formas de abordagem, os materiais utilizados, à luz das expectativas da SEE/SP, questões essas que necessitam de uma exploração, de uma descrição, compreensão e análise, processos típicos de uma pesquisa *qualitativa*. A pesquisa qualitativa facilita a compreensão de uma dada situação educacional em vez da simples manipulação de variáveis, segundo Santos e Greca (2013).

A pesquisa qualitativa parece ser o tipo de estudo mais apropriado para tentar dar sentido ao fenômeno educacional, em termos dos significados que as pessoas aportam sobre ele. Por outro lado, a pesquisa qualitativa é um campo inerentemente político formado por múltiplas posições éticas e políticas, o que permite olhar para seus objetos de estudo com um foco multiparadigmático e possibilita um tratamento dos problemas que vai além do diagnóstico (SANTOS e GRECA, 2013, p.).

Nesta mesma linha discorre Fortin (2009) quando diz que na pesquisa qualitativa, o pensamento do pesquisador está orientado para a compreensão total do fenômeno em estudo. A fim de construir uma nova realidade, que tem sentido para os indivíduos que vivem o fenômeno em estudo, o pesquisador escolhe um fenômeno, estuda-o em profundidade, no seu conjunto, reúne e liga várias ideias entre si. A base do saber é a significação, a descoberta, o caráter único do processo (PATTON, 1990, apud FORTIN, 2009).

Para Triviños (1987), os estudos qualitativos podem ser classificados em três tipos de acordo com suas finalidades: estudos exploratórios, descritivos e experimentais. Para o autor, a maioria dos estudos desenvolvidos no campo

educacional é de natureza *descritiva* e tem como objetivo principal conhecer a comunidade, seus problemas, suas escolas, sua educação. No caso da presente pesquisa, o objetivo é conhecer o material didático utilizado em atividades experimentais. A pesquisa descritiva, por meio da precisão dos detalhes, fornecerá informações contextuais que poderão servir de base para outras pesquisas explicativas, entretanto, ela é a maior parte do tempo completa em si mesma. (DESLAURIERS e KÉRISIT, 2008).

Contrariamente ao que certos pesquisadores pensam, a pesquisa qualitativa também recorre à amostra que será do tipo não probabilístico, em geral. Essa amostra não se constitui ao acaso, mas sim em função de características precisas que o pesquisador pretende analisar. (DESLAURIERS e KÉRISIT, 2008). Assim, procuramos identificar quais eram na escola os roteiros disponibilizados aos professores e alunos sobre atividades experimentais em Física. E, na sequência, buscar conhecer o que o professor de Física, o coordenador pedagógico e a diretora pensam sobre as atividades experimentais, por meio de uma entrevista semi-estruturada, que foi transcrita e analisada.

Geralmente, para a construção dos dados, a pesquisa qualitativa recorre à observação e à entrevista. Essas técnicas básicas se completam com questionários, documentos, filmes, fotografias, entre outras. Todos os documentos (roteiros das atividades experimentais) foram impressos para serem analisados.

A construção dos dados se deu a partir de um *protocolo de análise* desenvolvido a partir de uma revisão bibliográfica que nos levou a escolher a fundamentação teórica.

A revisão bibliográfica [...] ajuda a formular uma explicação tanto durante a coleta de dados como em sua análise, permitindo esclarecer e avaliar os dados, assim como estabelecer as ligações entre os dados, em diferentes momentos. À medida que progride a teorização enraizada, a revisão bibliográfica fornece as construções teóricas, categorias e propriedades que servem para organizar os dados e descobrir novas relações entre a teoria e o mundo real ( MARSHALL & ROSMMAN, 1989, apud DESLAURIERS e KÉRISIT, 2008, p.141)

Quanto à análise dos dados qualitativos, Minayo (1996) aponta para três grandes tendências que a orientam: a análise de conteúdo, a análise de discurso e a hermenêutica dialética. Essas três formas não se excluem mutuamente, pois não têm demarcações distintas entre si. A linha de investigação escolhida foi a análise de conteúdo temática, que como o próprio nome indica, o conceito central é o tema. Este pode ser representado por um resumo, por uma frase, por uma palavra.

O tema é a unidade de significação que se liberta naturalmente de um texto analisado segundo critérios relativos à teoria que serve de guia à leitura (BARDIN, 1977). Segundo a autora, trabalhar com a análise de conteúdo temática consiste em identificar os *núcleos de sentido* que compõem a comunicação e que dependendo da frequência de aparição pode significar algo para o objetivo analítico escolhido.

Segundo Bardin (1977), a análise de conteúdo consiste em tratar a informação a partir de um roteiro específico, iniciando com (a) pré-análise, na qual se escolhe os documentos, se formula hipóteses e objetivos para a pesquisa, (b) na exploração do material, na qual se aplicam as técnicas específicas segundo os objetivos e (c) no tratamento dos resultados e interpretações. Cada fase do roteiro segue regras bastante específicas, podendo ser utilizado tanto em pesquisas quantitativas quanto em pesquisas qualitativas.

A (a) pré-análise possui subfases descritas por Bardin (1977), sendo elas: (i) Leitura flutuante; (ii) Escolha dos documentos; a. Regra da exaustividade; b. Regra da representatividade; c. Regra da homogeneidade; d. Regra da pertinência; (iii) Formulação de hipóteses e dos objetivos; (iv) Referenciação dos índices e a elaboração de indicadores; (v) Preparação do material. A fase (b) exploração do material consiste “nas operações de codificação, desconto ou enumeração, em função de regras previamente formuladas”. A fase (c) tratamento dos resultados obtidos e interpretação liga os resultados obtidos ao escopo teórico, e permite avançar para conclusões que levem ao avanço da pesquisa.

Definidas as unidades de análise, chega o momento da definição de categorias de análise. A criação das categorias é o ponto crucial da análise de conteúdo, segundo Franco (2007). Para essa autora, as categorias podem ser criadas *a priori* ou definidas *a posteriori*, emergentes do discurso, do conteúdo

das respostas. Há vantagens e desvantagens em ambos os procedimentos. No primeiro caso, as categorias prontas podem criar uma “camisa de força” para o pesquisador, que se vê induzido a classificar a fala, obrigatoriamente, em uma das categorias. Por outro lado, criar categorias *a posteriori*, pode gerar grande quantidade de categorias o que fragmenta o discurso, além de exigir experiência do pesquisador com a criação de categorias.

Para Franco (2007) existem boas e más categorias. Estas devem possuir as seguintes qualidades: a exclusão mútua (uma fala não pode pertencer a duas categorias ao mesmo tempo) e a pertinência (adaptada ao material de análise e ao quadro teórico definido).

Em síntese, a presente pesquisa é apoiada pelas análises de duas fontes de dados: (a) análise de 36 roteiros de atividades experimentais de Física dos Cadernos do Aluno, fornecidos pela SEE/SP e de 37 roteiros de uma ONG parceira da SEE/SP; (b) entrevista semi-estruturada com três professores de uma escola de ensino integral, sendo que um deles leciona física e os outros dois ocupam cargos administrativos- a vice-direção e a coordenação pedagógica.

Cabe destacar que o material da STEM/BRASIL foi também analisado de acordo com as categorias utilizadas por Faria (2015) aplicadas aos roteiros dos Cadernos de Física, que são: modelo empirista, popperiano e kuhniano.

A seguir, passa-se à caracterização da escola, dos sujeitos da pesquisa, das questões da entrevista, dos protocolos e categorias de análise.

## 2.1. Caracterização da escola e dos sujeitos da pesquisa

A Escola está localizada a 10 km do centro da cidade de Piracicaba/SP. Funciona neste prédio desde 1º de março de 1964, está inserida no núcleo do bairro e circundada por residências e comércio. No ano de 2015, após adesão da comunidade escolar, passa a oferecer ensino médio e ensino fundamental em período integral fazendo parte do programa ensino integral, que apresenta um novo modelo pedagógico e de gestão, com professores em Regime de Dedicção Plena e Integral. Sua missão é ser um núcleo formador de jovens primando pela excelência na formação acadêmica; no apoio integral aos Projetos de Vida; seu aprimoramento como pessoa humana; formação ética; o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico.

A escola atende alunos de aproximadamente 8 bairros e também do centro da cidade. Esses alunos chegam à escola por meio de diferentes linhas de ônibus, transporte fretado, transporte particular. No ano letivo de 2016 foram matriculados na escola 301 alunos sendo que destes 190 alunos no Ensino Fundamental e 111 alunos no Ensino Médio.

A unidade escolar possui 15 salas de aula, 2 laboratórios para práticas experimentais, sala de informática com 17 computadores, quadra poliesportiva coberta, sala de leitura e uma sala de multimeios. A escola tem se destacado nos últimos anos nas avaliações do SARESP (quadro 5).

Quadro 5: Resultados do Saresp para a escola parceira

|      | Resultado ID     | Resultado ID          |
|------|------------------|-----------------------|
| Anos | ID SARESP 9º ANO | ID SARESP 3º ANO – EM |
| 2015 | 4,13             | 2,99                  |
| 2014 | 2,47             | 2,69                  |
| 2013 | 3,07             | 2,51                  |
| 2012 | 3,51             | 2,23                  |

Trabalham na U.E 21 professores, sendo que 1 professor de sala de leitura e três professores além de ministrarem aulas nos dois segmentos de ensino, acumulam a função de Professor coordenador de Área (PCA). O

coordenador geral, que é professor de matemática e a vice-diretora, foram os entrevistados. Assim como o professor de física que possui graduação em Engenharia Mecânica e fez a graduação em Física-lic, em uma instituição privada do Estado de Minas Gerais.

Os laboratórios estão sendo equipados por meio do PEI (Programa de ensino Integral), sendo que alguns materiais de consumo são solicitados pelos professores no dia a dia. Durante o ano de 2016, os professores da área de ciências da natureza receberam capacitações oferecidas pela ONG.

## 2.2. Caracterização da entrevista e das categorias de análise

O professor, o coordenador geral e a vice-diretora de uma escola pública de ensino integral (participante do projeto “Pesquisa- Intervenção na Prática Pedagógica de Professores de Ciências da Natureza e Matemática do Ensino Médio de Escolas de Ensino Integral”, com apoio da FAPESP) foram entrevistados a partir de questões pré-definidas (relacionadas abaixo) sobre a escola de ensino integral, seus objetivos e sobre as atividades experimentais. As entrevistas foram gravadas, transcritas e analisadas.

Cabe destacar que o professor de física dessa escola foi consultado sobre a possibilidade de ter as suas aulas práticas filmadas e analisadas, contudo isso acabou não ocorrendo em função da negativa do professor.

### Questionário:

*O que diferencia no seu modo de ver a escola pública tradicional da escola de ensino integral?*

*Quais são os propósitos da escola de tempo integral?*

*Quais as dificuldades práticas em colocar em ação os propósitos da escola em tempo integral?*

*Como colocar em ação uma proposta pronta (que veio da Secretaria da Educação) da qual os professores não participaram da sua elaboração e podem nem ter consciência dos seus propósitos?*

*As práticas pedagógicas foram/estão sendo revistas? Ou seja, trabalha-se na escola de tempo integral de forma diferente à da escola tradicional?*

*Há uma formação continuada dos professores? Como formar/capacitar esses professores?*

*Há laboratórios? Há equipamentos? Há aulas práticas, atividades de laboratório de Ciências da Natureza? Para que servem essas aulas, quais os seus objetivos? Como os alunos e professores se comportam nessas aulas? Quais são os sentidos atribuídos pelos professores e pelos alunos às aulas experimentais? Os alunos estão aprendendo mais e melhor? As condições de trabalho dos professores melhoraram?*

*Como estão sendo trabalhadas as aulas de Física nessa escola de ensino integral?*

De forma a conhecer as concepções dos docentes sobre os objetivos das atividades experimentais, foram utilizadas as quatro categorias estabelecidas por Laború (2005), citado no capítulo 1, quais sejam: motivacional (atividades curiosas, atraentes, envolventes, chocantes, relacionadas à tecnologia e que

estabeleçam relações com o cotidiano); Funcional (prioriza-se a escolha de experimentos com fácil manuseio e montagem dos equipamentos); Instrucional (atividades experimentais facilitadoras da explicação, da apresentação dos conceitos e modelos, procurando tornar a teoria simplificada e “clara” para o aluno) e Epistemológica (apelo forte para a construção do conhecimento, para a capacidade da formulação teórica em tratar a realidade com o objetivo de legitimar o conhecimento científico).

### 2.3. Protocolo de Análise dos roteiros dos Cadernos do Aluno

Para a elaboração de um *Protocolo de Análise* dos roteiros dos Cadernos do aluno constituiu-se um marco analítico baseado em trabalhos de vários autores, citados no capítulo 1, e que serão identificados no Protocolo. Não foram quaisquer trabalhos que nos orientaram quanto ao estabelecimento das categorias de análise. A busca se deu sempre tendo como parâmetro as expectativas da SEE/SP que é dar às atividades experimentais um *caráter investigativo*. Optou-se por utilizar categorias (quando for o caso) definidas previamente pelos autores, identificados nos protocolos.

Em função da constituição dos roteiros, foram especificados quatro itens: Apresentação, Procedimentos, Interpretação e Análise e Comunicação (Quadro 6).

**1.Apresentação:** Apresentamos o tema, de acordo com as Diretrizes Curriculares de Física do Estado de São Paulo. Observamos se ocorre contextualização, tendo como referência a pesquisa de Tommasiello (2000) e analisamos o nível de cognição dos verbos dos objetivos, de acordo com a Taxonomia de Bloom.

**2.Procedimentos:** Observamos o grau de direcionamento e nível de matematização, dos roteiros, ambos de acordo com Araújo e Adib (2003). O grau de abertura de Priestley (1977) as imagens e legendas de acordo com Perales e Jimenez (2000) e ainda os tipos de materiais empregados na experimentação.

**3.Interpretação e análise:** Nível de cognição dos verbos das questões propostas, de acordo com a Taxonomia de Bloom.

**4.Comunicação:** Elaboração ou não de relatórios e sistematização de dados, como tabelas e gráficos.

Quadro 6. Protocolo de Análise dos roteiros de atividades práticas dos Cadernos do Aluno

| CONSTITUENTES DAS ATIVIDADES   | IDENTIFICAÇÃO                            | REFERÊNCIAS  |
|--|--|--|
| <b>1- Apresentação</b>   |  |  |
| Tema   |  | Diretrizes Curriculares de Física do Estado de São Paulo |
| Contextualização /fatos e ou fenômenos.<br>Interdisciplinaridade                                     |  | Tommasiello et al (2000)                                 |
| Objetivos<br>Verbos: nível de cognição   |  | Taxonomia de Bloom                                       |
| <b>2- Procedimentos</b>  |  |  |
| Grau de Direcionamento do roteiro  | Demonstração, verificação e investigação | Araújo e Abib (2003)                                     |
| Grau de abertura do roteiro  | De hermeticamente fechado a muito aberto | Priestley (1977)   |
| Nível de Matematização   | Qualitativos e Quantitativos             | Araújo e Abib (2003)                                     |
| Materiais utilizados<br>Em grupo ou individual?  |  |  |
| Imagens /Legendas  | Figurativa, Esquemática e/ou híbrida     | Perales e Jiménez (2002)                                 |
| <b>3- Interpretação e análise</b>  |  |  |
| Verbos: Nível de cognição das questões propostas a partir dos dados e em outras situações/aplicações |  | Taxonomia de Bloom                                       |
| <b>4- Comunicação</b>  |  |  |
| Elaboração de relatórios<br>Sistematização dos dados   |  |  |

Fonte: Próprio autor

Todos os Cadernos do ensino médio foram lidos e destacados os roteiros de atividades experimentais. Foram selecionados os 47 experimentos, sendo 09 do Caderno 1 (vol 1 e 2) , 19 do Caderno 2 (vol 1 e 2) e 19 do Caderno 3 (vol 1 e 2) (APÊNDICE 1). As atividades experimentais foram analisadas, tendo sido preenchida um protocolo para cada experimento (APÊNDICE 1<sup>8</sup>). A partir dessa análise, foram elaborados diagramas de forma a se ter uma síntese dos resultados.

<sup>8</sup> Em função do espaço serão anexados somente alguns protocolos de análise

## 2.4. Protocolo de Análise dos roteiros do programa STEM/Brasil

Em função dos roteiros da STEM/Brasil terem outro formato, foi necessária a inclusão de novos itens no protocolo, como o problema da atividade prática, as profissões envolvidas, habilidades, tempo, dentre outros. O novo protocolo ficou assim constituído (quadro 7).

**Quadro 7.** Protocolo de Análise dos roteiros de atividades práticas da STEM/Brasil

| CONSTITUINTES ATIVIDADES   | DAS | IDENTIFICAÇÃO                            | REFERÊNCIAS  |
|--|-----|--|--|
| 1- Apresentação  |     |  |  |
| <u>Tema/Conteúdo</u>   |     |  | Diretrizes Curriculares de Física do Estado de São Paulo |
| <u>Problema</u>  |     |  | SA et al, 2007, Roca Tort (2006), Taxonomia de Bloom     |
| Contextualização / fatos e ou fenômenos.<br><u>Introdução</u><br><u>Informações adicionais</u> |     |  | Tommasiello et al (2000)                                 |
| <u>Profissões envolvidas</u><br><br><u>Habilidades</u><br><br><u>Tempo</u>                     |     |  |  |
| Objetivos<br>Verbos: nível de cognição   |     |  | Taxonomia de Bloom                                       |
| 2- Procedimentos   |     |  |  |
| <u>Atividade prática</u>   |     |  | Taxonomia de Bloom                                       |
| Grau de Direcionamento do roteiro  |     | Demonstração, verificação e investigação | Araújo e Abib (2003)                                     |
|  |     |  |  |
| Grau de abertura do roteiro  |     | De hermeticamente fechado a muito aberto | Priestley (1977)   |
| Nível de Matematização   |     | Qualitativos e Quantitativos             | Araújo e Abib (2003)                                     |
| <u>Materiais utilizados/equipamentos</u><br>Em grupo ou individual?                            |     |  |  |
| Imagens /Legendas  |     | Figurativa, Esquemática e/ou híbrida     | Perales e Jiménez (2002)                                 |
| 3- Interpretação e análise   |     |  |  |
| <u>Descrição das atividades</u>  |     |  | Taxonomia de Bloom                                       |

|  |  |                    |
|--|--|--------------------|
| <u>Procedimentos</u>   |  | Taxonomia de Bloom |
| Verbos: Nível de cognição das questões propostas a partir dos dados e em outras situações/aplicações |  | Taxonomia de Bloom |
| 4- Comunicação   |  |                    |
| Elaboração de relatórios<br>Sistematização dos dados   |  |                    |

Seguindo as etapas da análise de conteúdo, todos os roteiros foram submetidos a uma pré-análise, codificados e analisados, a partir das categorias estabelecidas a priori, pelos autores citados nos protocolos de análise.

Cabe ressaltar que solicitamos permissão à ONG para divulgar alguns roteiros da STEM Brasil e/ou parte deles no momento das análises, para exemplificar os resultados, mas esse pedido foi negado com a alegação de que estão protegidos por direitos autorais. (apêndice 1).

Portanto, os roteiros não serão anexados, mesmo a presente pesquisa sendo acadêmica, sem fins lucrativos e estar fazendo uso de um material que é de conhecimento dos professores, alunos e gestores de escolas que são públicas, ligadas à Secretaria da Educação do Estado de São Paulo.

### **CAPÍTULO 3. RESULTADOS FINAIS E DISCUSSÕES**

Neste capítulo são apresentados os resultados das entrevistas, os resultados das análises dos roteiros, realizadas com apoio dos protocolos de pesquisa, e também, os resultados da análise do papel atribuído à experiência/experimentação para construção do conhecimento científico dos roteiros da ONG à luz de três modelos epistemológicos (empirista, popperiano e kuhniano), de acordo com Faria (2015). No caso dos Cadernos, essa análise já foi realizada por Faria (2015), nos quais predomina a concepção empirista.

O pesquisador, ao fazer a análise dos roteiros de atividades experimentais dos cadernos, conclui que embora seja possível observar

elementos que possam remeter a uma concepção de experimento relacionada a visão kuhniana de experiência (experiência como articuladora e fortificadora do paradigma), não é possível afirmar que o material tenha sido pensado a partir dessa perspectiva. [...] embora uma leitura panorâmica evidencie uma concepção kuhniana de confirmação e fortificação da teoria, a análise das justificativas utilizadas em relação ao papel das atividades experimentais evidencia uma perspectiva empirista. [...] A ausência de elementos que remetesse a uma concepção popperiana sobre o experimento pode demonstrar a dificuldade em trabalhar os enunciados científicos como conjecturas racionais, abertas a crítica e refutação.(FARIA, 2015, p. 68).

### 3.1. A escola de ensino integral e a experimentação na perspectiva dos gestores e do professor de física

As entrevistas foram realizadas individualmente, em datas diferentes para cada profissional envolvido.

- a) Quando inqueridos sobre os objetivos da escola de ensino integral, os entrevistados assim se manifestam:

**Diretora:** “então, a primeira, primeira coisa que diferença é que a a pessoa “tá” aqui por que quer (...) a segunda, ela já entra aqui com, é (pausa) sabendo os valores, as premissas de um programa (...) protagonismo, excelência acadêmica, corresponsabilidade (...) é, a ((pausa) questão do protagonismo juvenil, fazer com que o aluno seja protagonismo da sua própria aprendizagem, o protagonismo juvenil em primeiro lugar. (...) muitas vezes os profissionais acabam esquecendo o que “tão” fazendo aqui e acaba, é ((pausa)) é ((pausa)) voltando a se tornar uma escola regular. Então se isso não é retomado sempre (...) e outra dificuldade também,((pausa)) é ((pausa))os adultos conviver com o protagonismo (...) a gente quer que eles sejam protagonistas, só que quando eles são a gente começa a ...êpa!! êpa, “pera” aí um pouquinho( risos), ((pausa)) o que é ser protagonista e o que é ser é... um critiqueiro, o que é ser um baderneiro, então as coisas às vezes se confundem na cabeça do adulto, na cabeça da criança. E também muitas vezes falta o protagonismo Sênior mesmo, do ((pausa))do adulto. Se o aluno não tem um projeto de vida definido ele não aguenta, ele sai, ele evade, se o professor não tem perfil ele sai, se ele não tem perfil de é ((pausa)) protagonismo sênior e desenvolvimento de protagonismo juvenil ele acaba saindo e(( pausa)) não dá pra aguentar. (...) nós temos um plano individual de aperfeiçoamento e formação chamado PIAF. então, você é avaliado pelos alunos, você é avaliado pela equipe.

**Coordenador:** “Então, é justamente isso, os propósitos da escola é focar no projeto de vida do aluno, bem como no protagonismo juvenil dele também, ou seja, o aluno, ele passa a ser protagonista da história de vida dele, através do protagonismo dele ele vai se autodesenvolver buscando focar no projeto de vida. (...) seguindo as premissas da escola integral, que é desenvolver o protagonismo, que é desenvolver o ((pausa)) entendeu? ((pausa)) o projeto de

vida do aluno. (...) os professores estão focados na educação, na base nacional comum e no desenvolvimento das habilidades e competências dos alunos”.

**Professor:** “Os propósitos da escola é ((pausa)), basicamente ((pausa)) é ((pausa)) são as premissas né, as premissas da da PEI, né, que é a excelência acadêmica, pedagogia da presença, né.é ((pausa)) estar é é em constante alinhamento né, com os PCAs, PCG, vice diretor, diretor, é.((pausa)) enfim né, ela foca o aluno.” (...)a gente sente, ((pausa)) vê no olho do aluno, a gente sente a necessidade do aluno é, em querer aprender mais e nesse tempo todo aqui dentro a gente tem também a a obrigação né, é , profissional, de proporcionar a esse aluno é ((pausa)) momentos de aprendizado e satisfação (...) pra que a gente possa trabalhar dentro dessa filosofia da secretaria da educação.

## **Análise**

Termos frequentes: i) protagonismo; ii) protagonismo juvenil; iii) excelência acadêmica; iv) projeto de vida; v) história de vida; vi) premissas da PEI; vii) base comum nacional

Segundo a Diretora os professores estão lá, na escola de ensino integral, por que querem, porque aceitam as premissas da escola que tem como um dos valores, o protagonismo do aluno. Faz uso de um tipo de argumentação que desqualifica qualquer discordância do professor, uma vez que ele entra sabendo que tem que se adequar aos princípios da escola. Enfatiza que a permanência dos profissionais está sujeita a frequentes avaliações de desempenho, em um novo estilo de gestão, tal como uma gestão empresarial. Entretanto, analisa a dificuldade em se entender o que é o protagonismo juvenil, pois, em sua visão, falta o protagonismo do adulto. Relata a necessidade de se estar sempre retomando os objetivos da escola de ensino integral, pois os professor “esquecem”. A Diretora considera que se o professor não é um protagonista sênior ele não vai aguentar a escola, não vai se adequar à escola, assim como o aluno, se ele não tem um projeto de vida. Mas há muitos casos que o aluno trabalha um período e por isso ele abandona a escola. Segundo Piolli (2004, apud Costa, 2004) há muita rejeição pelo modelo devido ao tempo que o aluno permanece na escola. O que acaba privilegiando a classe média, cujos jovens,

em grande parte, não trabalham. Para Nora Krawczyk, professora de pedagogia da Unicamp, em entrevista ao Observatório da Educação (2012)<sup>9</sup>, “não seria a primeira vez que se melhora o ensino médio público para beneficiar a classe média”. O coordenador reforça a necessidade de desenvolver o protagonismo do aluno, sendo acompanhado pelo professor. Este considera que tem a obrigação profissional de focar no aluno, de proporcionar a ele o aprendizado e de estar sempre alinhado com os projetos da escola de ensino integral, com a filosofia da secretaria da educação.

b) Quanto às atividades experimentais, os gestores e o professor dizem o seguinte:

**Diretora:** “há casos de crianças que mudam seu projeto de vida, então tinha um projeto de vida voltado pra humanas é, ((pausa)) aí observa as práticas, começa a querer mudar, é, então se volta muito pra engenharia, querendo, aguçando a curiosidade para as aulas de física”. (...) acabou de chegar um kit gigantesco ((pausa)) com tudo que você imagina, é assim, tudo aquilo que a gente sempre sonhou tem, tem tudo ta ta chegando, ta chegando e ((pausa)) e assim tem a STEM, que é a empresa pra essas áreas mesmo, que dá capacitação, traz os kits, você tem que ter devolutiva do que você faz e tem as aulas de práticas experimentais pro ensino fundamental e práticas de ciências para o ensino médio.

**Coordenador:** “...essas aulas práticas é justamente para desenvolver as habilidades mesmo dos alunos, né.. pra eles verem que na prática , é.. acontece aquilo quem eles estudam na teoria, porque até então só tinha a teoria, né”. A gente também tem apoio da STEM né, que é uma empresa que faz equipamentos e treinamentos também com os professores, entendeu?..

**Professor:** “pra capacitar o aluno pra complementar o ensino teórico na forma prática e trazer o aluno levar o aluno a a raciocinar e pensar , é, até de encontro ao seu projeto de vida ((PAUSA)). (...) Então, é ((pausa)) esse laboratório eu penso que ele é de fundamental importância pra que o aluno é, ((pausa)) crie o

---

<sup>9</sup> Disponível em: <http://www.observatoriodaeducacao.org.br/index.php/ensino-medio/67-ensino-medio/1183-metade-das-escolas-consultadas-rejeitou-modelo-de-tempo-integral-para-2013>

seu protagonismo né, protagonismo,(...) em termos de material pra complementar e a gente procura sempre dizer ao aluno ((tosse)) pra que ele é, desperte o seu protagonismo no sentido de participar, às vezes até trazendo material de sua própria casa porque são coisas simples que a gente pede e pra que ele também venha com sugestões e ((pausa)) pra enriquecer a aula venha com experimentos que ele tenha curiosidade né ((pausa)), que ele apresente que ele também faça esse experimento. (...) eu tento né, na medida do possível é é ((pausa)) satisfazer a ansiedade do aluno, o aprendizado do aluno ou deixar de uma forma que ele pesquise né, dentro da escola e fora da escola com outros profissionais, técnicos de refrigeração, técnicos de mecânicas de automóvel, é engenheiros de ,/ ou até mesmo um médico ((pausa)) fisioterapeutas, enfermeiros, ou pessoas ligadas à área profissional. (...) os cursos de capacitação fornecidos pela STEM é ((pausa)) e outros órgãos anexos à secretaria da educação que nos ajudam a capacitar.

## **Análise**

Termos frequentes: protagonismo; projeto de vida; curiosidade; desenvolver habilidades; a teoria na prática.

### Objetivos das aulas práticas

Diretora: A diretora destaca a função *Motivacional* do laboratório, uma vez que os alunos ficam curiosos com as atividades realizadas no laboratório de Física e podem, inclusive, mudar de área em seu projeto de vida.

Coordenador: o coordenador enfatiza o objetivo *Instrucional* das atividades uma vez que os alunos vão ver na prática o que estudaram na teoria, isto é as aulas práticas deixam a teoria “clara” para o aluno.

Professor: O professor considera que o objetivo é *Instrucional* uma vez que possibilita ao aluno complementar o ensino teórico na forma prática e *Motivacional*, pois o aluno pode exercer o seu protagonismo, ao trazer de casa materiais para fazer experimentos que vão ao encontro de seu projeto de vida.

Segundo a Diretora, as aulas experimentais são desejadas pelos alunos e estes, podem mudar o seu projeto de vida, uma vez que são motivadoras. A

escola tem professores formados nas áreas específicas, recebendo salários maiores, laboratórios que vem sendo equipados progressivamente, além de outros recursos. O que demonstra que uma escola de ensino integral tem um custo maior (60% ) que uma escola de tempo parcial.

Os gestores entendem que os alunos podem ver na prática o que estudam na teoria, ter a sua curiosidade aguçada. Para oportunizar o protagonismo do aluno este pode trazer de casa o material, aquilo que ele tem curiosidade, podendo inclusive apresentar o experimento. A capacitação dos professores, os kits, ficam por conta da STEM. Apesar de a palavra protagonismo ser muito enfatizada pelos entrevistados, não se observa em suas falas a necessidade de condução de atividades investigativas no laboratório, a partir de questões problematizadoras, que possibilitem aos alunos levantar hipóteses, conduzir investigações, apresentar e defender argumentos científicos, contradizendo as orientações das Diretrizes. Nota-se uma valorização no caráter motivador em detrimento de aspectos cognitivos. E a preocupação em formar para atender ao mercado. Para Piolli (2014, apud Costa 2014) o projeto de vida é para o aluno sentir o que ele quer ser no mercado de trabalho, totalmente instrumental, para a formação de forças de trabalho. Assim, o pesquisador entende que as escolas não estariam oferecendo formação cultural, mas um treinamento técnico mercantilizado, o que pode ser confirmado pela fala do professor de física. O projeto é idealizado pela sociedade neoliberal, na qual o protagonismo, a competitividade e a meritocracia são palavras de ordem.

### 3.2. Síntese dos resultados dos Cadernos do aluno, obtidos a partir do Protocolo de Pesquisa

#### 3.2.1. Quanto aos Temas

Observa-se um maior número de experimentos de optica/ondas seguido de eletromagnetismo (fig. 3). De certa forma, todas as áreas são contempladas se considerarmos o Currículo de Física do Estado de São Paulo. (Anexo 2).

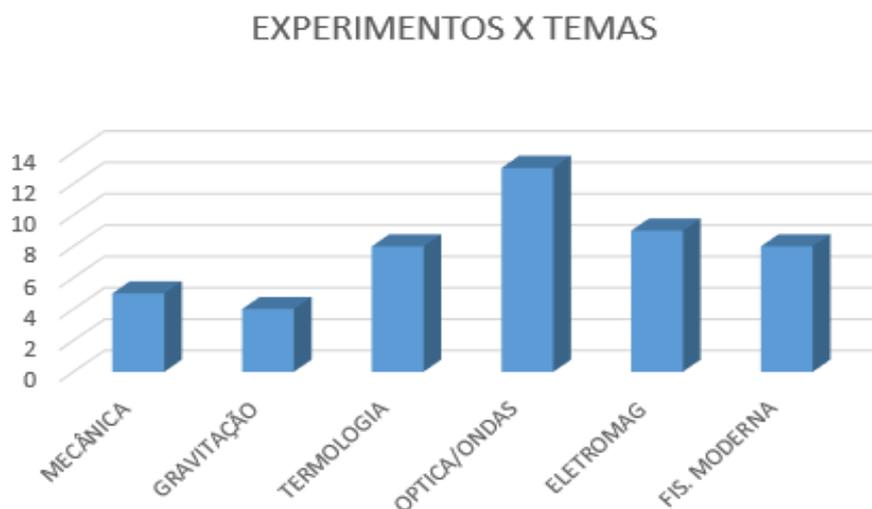


Figura 3. Temas de Física das atividades experimentais dos Cadernos

#### 3.2.2. Quanto à Contextualização

A grande maioria dos experimentos apresenta uma contextualização inicial, de forma a dar aos conteúdos trabalhados alguma significação aos alunos (figura 4). Usamos como parâmetro o trabalho de Tommasiello et al (2000) no qual sugerem que uma atividade experimental seja contextualizada por meio de fatos e/ou fenômenos que deem significado ao tema a ser investigado.

Não necessariamente esse fato e/ou fenômenos precisa ser do cotidiano dos alunos. Segundo Morais (2008), contextualizar refere-se ao maior número de relações e conexões que se pode fazer ao ensinar um novo conteúdo. Quanto maiores forem essas relações e mais fortes as conexões, sejam elas de dentro da área específica da ciência que está sendo ensinada ou fora dela, mais significativa será a aprendizagem. Ao iniciar uma nova aprendizagem, conceitos novos não podem se impor a conceitos anteriores como sendo novos.

Contextualizar, portanto, é relacionar o conhecimento atual com os conhecimentos do indivíduo tornando-o ativo nesse processo.

Tabela 2. Contextualização

| Contextualização | Frequência | Percentual |
|------------------|------------|------------|
| Sim              | 43         | 91%        |
| Não              | 04         | 09%        |



Figura 4. Contextualização das atividades de física dos Cadernos

Seguem exemplos de contextualização nos roteiros.

#### ROTEIRO 2: FORMAS DE ENERGIA ENVOLVIDAS EM MOVIMENTOS DO COTIDIANO

Volume 1 – Pág. 55 - 1ª Série do ensino médio

“Para iniciar esta situação de aprendizagem, pense em algumas situações que envolvem a transformação e o consumo de energia em seu cotidiano. Por exemplo: ao abastecermos o carro com combustível; ao trocarmos ou recarregarmos pilhas e baterias em aparelhos como relógios, tocadores de MP3, telefones celulares e outros; ao ligarmos o interruptor que acende uma lâmpada; ao vermos um objeto cair no chão após ser abandonado no ar ou lançado para o alto. Atente para o fato de que, em todas essas situações, determinada forma de energia é convertida em outra”.

#### ROTEIRO 21 – REFRAATANDO

Volume 2 – Pág. 46 - 2ª Série do ensino médio

“Você já reparou que, ao tentar pegar um objeto submerso na água, como em uma piscina, se mergulharmos nossa mão para alcançá-lo, ele nunca está onde o vemos? Por que isso ocorre? Essa resposta a essa pergunta permitirá que você entenda um pouco mais dos fenômenos ópticos, possibilitando que compreenda, por exemplo, o funcionamento das lentes e como adequar seu uso à correção de diferentes problemas de visão e à construção de diferentes instrumentos ópticos”.

## ROTEIRO 29 – ENTENDENDO AS ESPECIFICAÇÕES DOS APARELHOS

Volume 1 – Pág. 11 - 3ª Série do ensino médio

“Algumas vezes, utilizamos aparelhos elétricos sem conhecer bem suas especificações. Você já parou para pensar para que serve, por exemplo, a etiqueta que vem colada nos refrigeradores? O que representam os números desta etiqueta? Para você entender os aspectos relacionados às especificações de cada aparelho, vamos desenvolver esta situação de aprendizagem”.

Buscando as Especificações dos aparelhos.

Procure em sua casa as etiquetas com as especificações ou os manuais de cada aparelho que você possui.

Copie na tabela a seguir as grandezas apresentadas. Por exemplo, em um ferro de passar roupa temos as seguintes grandezas; 750W, 127V, 50-60Hz”.

| Aparelhos | Grandeza 1 | Grandeza 2 | Grandeza 3 | Grandeza 4 |
|-----------|------------|------------|------------|------------|
| 1.        |            |            |            |            |
| 2.        |            |            |            |            |
| 3.        |            |            |            |            |
| 4.        |            |            |            |            |
| 5.        |            |            |            |            |

Em geral, os roteiros trazem relações com fatos do cotidiano, conhecidos pelos alunos, mas é bom lembrar que nem sempre uma questão problematizada com o cotidiano é necessariamente contextualizada. Se por exemplo, um aluno nunca teve contato com uma etiqueta de um produto elétrico, não fará sentido

para ele o que foi dito no roteiro 29. O professor pode, inicialmente, saber o nível de compreensão dos alunos com a situação que está sendo proposta e quando for o caso, trazer dados aos alunos de forma que aquele problema se torne significativo a eles.

### 3.2.3. Quanto ao nível de cognição dos objetivos

Com relação aos verbos de ação presentes nos objetivos, que permitem uma descrição do que se espera que o estudante esteja apto a fazer, apesar de alguns roteiros apresentarem ações que demandam maior complexidade cognitiva, em geral, a maioria exige habilidades mais simples dos alunos. A figura (5) mostra o agrupamento de verbos nos níveis da Taxonomia de Bloom. Por sua vez, atendem em parte o que se espera do laboratório de uma escola de ensino integral, uma vez que muitos verbos utilizados nos textos oficiais como aprender, desenvolver, estimular, aprimorar, não esclarecem o que se pretende com a atividade. Já os verbos; Desenvolver (aplicação); Estabelecer (síntese); Desenvolver (síntese) e detectar (avaliação) exigem níveis de cognição mais complexos.

Diretrizes do programa de ensino integral para os laboratórios:  
*Despertar o interesse pelas ciências, e a motivação para o estudo;*  
*Aprimorar a capacidade de observação e registro de informações;* *Aprender a analisar dados e propor hipóteses;* *Aprender conceitos científicos;*  
*Detectar erros conceituais;* *Compreender a natureza da ciência e o papel do cientista em uma investigação;* *Estabelecer relação entre ciência, tecnologia e sociedade;* *Aprimorar habilidades manipulativas;* *Desenvolver a capacidade de trabalhar em grupos;* *Desenvolver iniciativa pessoal e tomada de decisão;* *Estimular a criatividade.*

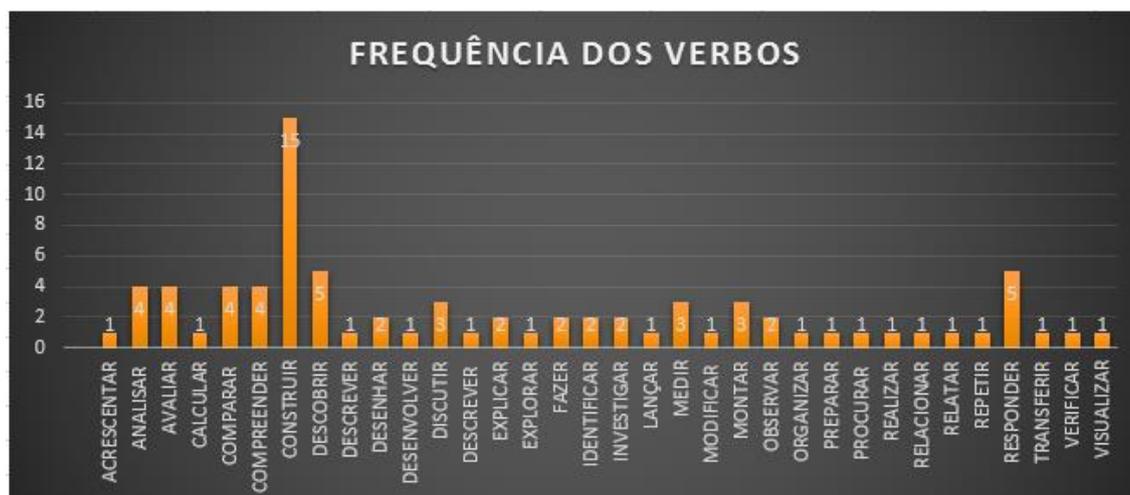


Figura (5). Verbos utilizados para explicitar os objetivos

Tabela 3. Frequência dos níveis de cognição dos objetivos

| Nível de Cognição | Frequência |
|-------------------|------------|
| Conhecimento      | 3          |
| Compreensão       | 33         |
| Aplicação         | 23         |
| Análise           | 7          |
| Síntese           | 7          |
| Avaliação         | 10         |



Figura (6). Frequência do Nível de Cognição dos Objetivos

Tabela 4. Percentual dos níveis de cognição dos objetivos

| Nível de Cognição | Percentual |
|-------------------|------------|
| Conhecimento      | 04%        |
| Compreensão       | 38%        |
| Aplicação         | 26%        |
| Análise           | 08%        |
| Síntese           | 08%        |
| Avaliação         | 12%        |

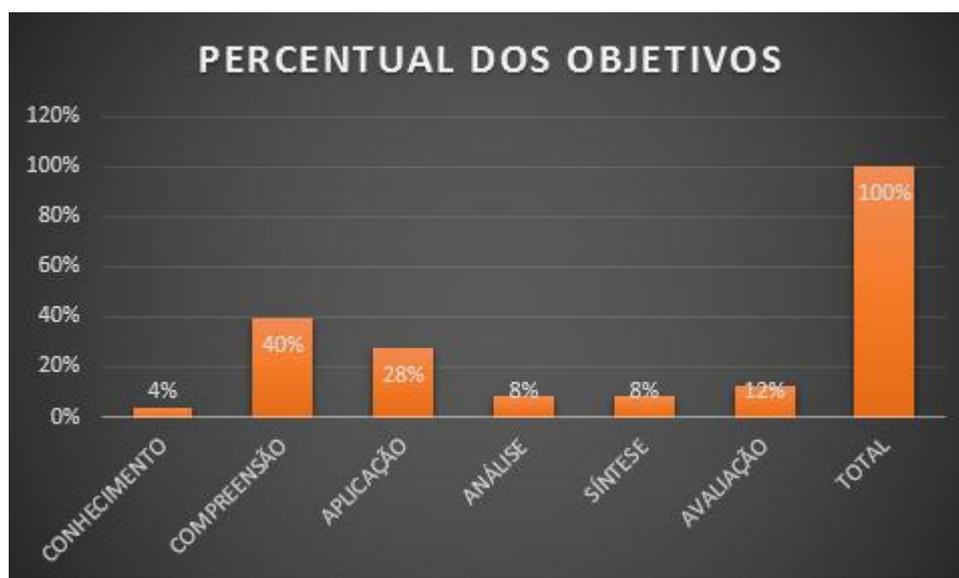


Figura (7). Percentual do Nível de Cognição dos Objetivos

A seguir são exemplificadas situações com a aparição dos verbos com maior frequência e as que contribuem para elevar o percentual do nível de cognição dos objetivos de acordo com a Taxonomia de Bloom.

### Verbo construir - (Compreensão) - 15 roteiros

Roteiro 03 – Avaliando situações de equilíbrio estático

Volume 1 – Pág. 83 - 1ª Série do ensino médio

“Para avaliar as situações de equilíbrio estático, vamos **construir** um equipamento que se baseia no equilíbrio entre a força elástica e outras forças, um dinamômetro. Esse equipamento mede a força e é bastante conhecido. Um exemplo é a balança de peixeiro, ou a balança de dedo, como é chamado o equipamento; ele utiliza o dinamômetro para medir a força e avaliar a massa dos

objetos, em unidades como o que se costuma denominar *quilo*, ou mais precisamente o *quilograma*.

#### Roteiro 17 – A Máquina de Heron

Volume 1 – Pág. 72 - 2ª Série do ensino médio

Quando você usa sua bomba manual de encher pneu de bicicleta, exerce uma força capaz de comprimir o ar no interior do cilindro da bomba, exercendo sobre ele certa pressão. Quando o leite é fervido, ele sobe e derrama quando você menos espera. Qual é a relação entre o encher o pneu de sua bicicleta e ferver o leite? No caso do pneu da bicicleta, é você que empurra o pistão da bomba e, no caso do leite, quem o empurra para cima? Será que você consegue associar trabalho, calor e energia nessas situações? Na atividade seguinte, você analisará e interpretará o funcionamento da máquina de Heron, procurando relacionar trabalho, calor e energia. “Quase como uma viagem no tempo, você pode **construir** a mais antiga máquina térmica criada pelo homem, uma “precursora” da máquina a vapor. Ela foi projetada por Heron de Alexandria, no século I a.C. Era uma máquina chamada de *aeolipilae* (eolípila).”

Verbo descobrir: (Aplicação) – 05 Roteiros

Roteiro 09- As Leis de Kepler

Volume 2 – Pág. 62 – 1ª Série do ensino médio

#### **Órbita de uma sonda espacial**

“A figura ao lado (Fig. 08) representa as posições de uma sonda espacial em órbita de um planeta de nosso sistema solar. Sua missão é **descobrir** que planeta é esse”. Trata-se de uma trajetória simulada na qual as marcas foram tomadas a cada três horas. No entanto, a figura não está em uma boa escala para realizar nosso experimento. Sua primeira tarefa é construir essa trajetória na grade milimetrada (a seguir), usando coordenadas fornecidas numa escala mais adequada.



Figura 08 – Posições de uma sonda espacial em torno da órbita de um planeta

Roteiro 46 – Diferentes reações em câmaras de bolhas

Volume 2 – pág.68 – 3ª Série do ensino médio

“Agora vocês deverão **descobrir** como um conjunto de partículas interage por meio dos “rastros” deixados por elas”. Embora bastante simplificado, esse procedimento de análise é semelhante ao que Cesar Lattes e outros cientistas realizavam com as imagens das câmaras de bolhas nos estudos de partículas. As imagens a seguir mostram as trajetórias (rastros) deixadas por partículas em uma câmara de bolhas, sem ocorrer nenhuma interação ou decaimento. Compare-as com as imagens das partículas de referência (final deste caderno) e **descubra** quais transformações ocorreram em cada um dos casos apresentados a seguir. Para obter informações sobre as características dessas e outras partículas, consulte a tabela Características das partículas apresentada adiante.

#### 3.2.4. Quanto ao Grau de Direcionamento do Roteiro

Pode-se constatar por meio da figura 9 que o grau de direcionamento das atividades se concentra em verificação, utilizadas para ilustrar um fenômeno, para facilitar o aprendizado do conceito (ARAÚJO e ABIB, 2003) e que podem ser conduzidas sem a presença do professor, uma vez que não provocam questionamentos.

Tabela 5. Direcionamento do roteiro

| Direcionamento | Frequência | Percentual |
|----------------|------------|------------|
| Verificação    | 43         | 91%        |
| Investigação   | 04         | 09%        |
| Demonstração   | 00         | 00%        |



Figura (9). Direcionamento de Roteiro

Exemplos de Roteiros de verificação: Não requerem participação de professor e apenas verificam que o fenômeno físico se concretiza.

Roteiro 18 – Fazendo um som

Volume 2 – Pág. 19 - 2ª Série do ensino médio

Nesse roteiro estão agrupados experimentos onde o aluno constrói vários instrumentos musicais rústicos, com materiais simples e de fácil aquisição. Após a construção, os alunos apenas “tocam” esses instrumentos e verificam os fenômenos estudados, tais como a influência da tensão e do comprimento de uma corda e a frequência observada. Conceitos como grave, agudo e timbre. Não há nenhuma menção no roteiro sobre a participação do professor.

“Nesta situação de aprendizagem você deverá construir alguns instrumentos musicais rudimentares, mas com características essenciais que regem o funcionamento dos instrumentos mais complexos”. As características essenciais citadas são a necessidade de algo que vibre e que se tenha uma caixa de ressonância

### Roteiro 30 – Analisando um circuito elétrico

Volume 1 – Pág. 15 - 3ª Série do ensino médio

Nesse roteiro, é observada a diferença de brilho de lâmpadas em diversas situações, de acordo com a montagem feita e previamente estudada em sala de aula. Então, apenas verifica-se a ocorrência do fenômeno já “conhecido”. Não há menção da participação do professor nesse roteiro.

“Esta situação de aprendizagem, que, guardadas as devidas proporções e especificações, representará o circuito de sua casa e alguns dos seus equipamentos elétricos”.

#### 3.2.5. Quanto ao grau de abertura do Roteiro

Os roteiros são mesclados entre fechado e entreaberto, o que significa que os procedimentos são dados e algumas perguntas são abertas. Provavelmente para possibilitar e facilitar a realização da atividade por parte dos alunos, sozinhos, em suas casas. Todos os procedimentos são muito explicados e detalhados.

Tabela 6 – Grau de abertura do Roteiro

| Grau de abertura    | Frequência | Percentual |
|---------------------|------------|------------|
| Fechado             | 21         | 46%        |
| Entreaberto         | 25         | 54%        |
| Ligeiramente aberto | 01         | 00%*       |

\*Percentual muito próximo do zero



Figura (10). Grau de abertura dos Roteiros

Exemplos de roteiros com nível entreaberto.

(Todos os procedimentos são dados aos alunos, com algumas perguntas ou conclusões abertas)

Roteiros 6 – O formato da Terra

Vol.2 – Págs. 15 a 27 – 1ª série do ensino médio

Mãos à obra

1. A primeira coisa a fazer é medir o diâmetro da bola escolhida para representar a Terra. Você pode colocá-la sobre a página milimetrada (a seguir) e usar uma régua para auxiliá-lo. Se estiver fazendo a atividade em um dia de sol, a sombra da bola sobre o papel também pode ajudar na medida. Anote o valor obtido, em milímetros (lembre-se de que um centímetro equivale a dez milímetros).

Diâmetro: \_\_\_\_\_

2. Na folha milimetrada, desenhe uma circunferência com diâmetro igual ao da bola, usando o valor obtido no item anterior.
3. Modifique o desenho de forma a levar em conta – de acordo com o que você imagina- o fato de a Terra ser levemente achatada nos polos.
4. Tente acrescentar ao desenho, com base naquilo que você imagina ser a proporção correta, o relevo da Terra, com montanhas, vales e fundo dos oceanos.

Roteiro entreaberto porque todos os passos são pré-determinados, no entanto o aluno tem a oportunidade de escolher a bola que representará a Terra.

Exemplo de roteiro com nível fechado.

(Todos os procedimentos são dados aos alunos)

Roteiros 28 – Bloqueando onda

Vol.2 – Págs. 92 e 93 – 2ª série do ensino médio

Mãos à obra.

1. Com a permissão do seu professor, ligue para o celular de algum amigo de sua classe. É preciso que todos ouçam a chamada claramente. Por que é exatamente o telefone dele que toca, e não outro?
2. Em seguida, envolva o celular de seu amigo no papel alumínio e ligue novamente para ele. Descreva o que aconteceu. Levante hipóteses que explique o fenômeno.
3. Agora, sintonize uma estação no radinho de pilha. A seguir, cubra-o com o papel alumínio. Observe e tente explicar o que aconteceu.
4. Em quais situações do dia a dia você observa fenômenos semelhantes a esses, ou seja, bloqueios acidentais e bloqueios intencionais à recepção de sinais?
5. Para sistematizar o que foi aprendido, redija em seu caderno um texto explicando como se dão a produção e a captação de ondas eletromagnéticas nos seguintes casos:
  - a) Na transmissão do estalo entre a bateria e o rádio, como feito no experimento;
  - b) Na transmissão de uma música entre a estação de rádio e seu aparelho. Além disso, explique o que ocorre quando se bloqueia a recepção de uma onda eletromagnética.

### 3.2.6. Quanto ao nível de Matematização

A maioria das atividades aborda aspectos qualitativos em detrimento dos quantitativos. Isso ocorre em função dos experimentos estarem relacionados a aspectos do cotidiano e à construção de equipamentos de baixo custo, nos quais os aspectos quantitativos não são considerados. Não há cálculos, fórmulas e poucos gráficos são solicitados aos alunos. Esse fato também ocorre em função do tipo de experimento, realizado fora da sala de aula, sem a necessidade da presença do professor. Cabe um destaque para o fato de estar ocorrendo o inverso do que se critica no ensino de Física que é o excesso de fórmulas e

equações matemáticas. No entanto, sem essas equações matemáticas, não se pode dizer que o aluno esteja entendendo aquele conceito, que em geral, são definidos em termos matemáticos. O ideal é que o conceito seja trabalhado de diversas formas, por meio de equações, linguagem oral, desenhos, gráficos.

Tabela 7. Nível de Matemática

| Matematização | Frequência | Percentual |
|---------------|------------|------------|
| Qualitativo   | 37         | 79%        |
| Quantitativo  | 10         | 21%        |



Figura (11) Grau de Matemática dos Roteiros

Exemplos de roteiros com abordagem qualitativa

Roteiro 32 – Conhecendo as linhas de campo magnético de um ímã.

Volume 1 – Pág. 46 – 3ª série do ensino médio

Mãos à obra! 1ª parte

1. Fixe o papel na carteira/mesa e coloque o ímã sobre ele.
2. Marque o contorno do ímã no papel. Evite aproximar materiais metálicos para não prejudicar suas observações.
3. Em seguida, aproxime a bússola do ímã até que ela sofra a ação do campo (aproximadamente 10 cm).
4. Marque a direção da agulha da bússola, conforme mostra a figura.
5. repita esse procedimento em aproximadamente dez pontos diferentes, procurando atingir toda a área ao redor do ímã.

### Mãos à obra! 2ª parte

1. Agora coloque sobre a mesa um ímã em forma de barra.
2. Cubra-o com uma folha de papel sulfite e espalhe sobre ela um pouco de limalha de ferro. A limalha deve ser espalhada uniformemente sobre o papel.
3. Faça em seu caderno um desenho simplificado que reproduza a figura que apareceu sobre a folha de papel.
4. Repita os procedimentos anteriores com um ímã circular e desenhe em seu caderno a figura que aparece com as limalhas de ferro.

Nesse roteiro o aluno apenas traça as linhas de campo a partir da observação do posicionamento das agulhas das bússolas e através do uso de limalhas de ferro. Não há uso de cálculos e fórmulas.

### Exemplo de roteiro com abordagem quantitativa

#### Roteiro 10 – Construindo um termômetro

Volume 1 – Pág. 11 – 2ª série do ensino médio

Após construir o termômetro rústico, o aluno recebe a seguinte orientação (passos 7,8 e 9 do roteiro) para calibrar seu termômetro e com uma escala arbitrária escolhida por ele.

Passo 7 – Você deverá calibrar seu termômetro agora. Para isso, coloque-o em uma vasilha com gelo e espere algum tempo para que ele atinja o equilíbrio térmico, momento em que a altura do álcool se estabiliza. Anote a altura do álcool no tubo, que vai corresponder à temperatura de equilíbrio com o gelo fundente (0°C).

Passo 8 – Retire o termômetro da vasilha com gelo, coloque-o entre suas mãos e espere até que se atinja novamente o equilíbrio. Anote a nova altura atingida pelo álcool no tubo. Essa altura corresponderá aproximadamente à temperatura corporal (37°C).

Passo 9 – Por meio desse procedimento, você pode construir uma escala para o seu termômetro, já que conhece dois pontos no tubo associados a duas temperaturas. Meça a distância correspondente ao intervalo de 0°C e 37°C e **calcule**, usando uma “regra de três”, qual a distância vai corresponder a 1°C. Faça marcas no tubo de 1 em 1°C, indo de 0°C até onde conseguir

### 3.2.7. Quanto aos Materiais utilizados/Em grupo ou individual

Todos os materiais utilizados são de baixo custo, a grande maioria com materiais caseiros e alguns mais comumente encontrados em laboratórios, mas todos acessíveis. De forma geral, as atividades podem ser realizadas em grupo ou de forma individual. Quanto ao local, dada a necessidade de espaço para a realização das atividades, tudo indica que devem ser realizadas em locais fora da sala de aula, com exceção de algumas, que parecem indicar a realização em sala de aula ou em laboratório (figura 12).

Tabela 8. Modo de trabalho

| Modo de Trabalho | Frequência | Percentual |
|------------------|------------|------------|
| Grupo            | 04         | 09%        |
| Individual       | 01         | 02%        |
| Indiferente*     | 42         | 89%        |



Figura (12). Modo de trabalho para a realização das atividades

\*Os roteiros chamados de indiferentes são os roteiros que não exigem trabalhos em grupo nem individual.

Exemplo de roteiro indiferente quanto à forma de realização:

Roteiros 4: O torque em situações de equilíbrio

Volume 1 – Págs. 89 – 1ª série do ensino médio

Mãos à obra!

1. Com um prego, um parafuso ou uma broca, faça um furo para passar o barbante bem no meio da régua, próximo à borda.
2. Em seguida, pendure-a no tampo da carteira ou em outro suporte. Ela deve ficar como está indicado na figura.
3. Use os cliques e os copinhos como suporte para pendurar as massas na balança
4. Eles devem ficar móveis, podendo se deslocar pela régua.
5. Use a escala graduada da régua para medir a distância entre cada copinho e o centro da régua, onde está o barbante.

Percebe-se que no roteiro não há menção de trabalho feito em grupo ou individualmente.

Exemplo de roteiro em grupo

Roteiro 01: Compensando os movimentos na ação de forças internas

Volume 1 – Pág. 31 – 1ª série do ensino médio

“Discuta com seu **grupo** as seguintes questões: quando vocês jogam sua mochila para frente, vocês vão para trás? Quando vocês andam para frente (a pé ou de patins), provocam o movimento de algum elemento para trás? Podemos produzir ou alterar nosso movimento quando jogamos algo para longe?

Com **seus colegas**, faça um experimento: providenciem um carrinho movido a corda ou fricção, alguns lápis roliços e uma cartolina ou um pedaço de isopor, como está na figura 13”

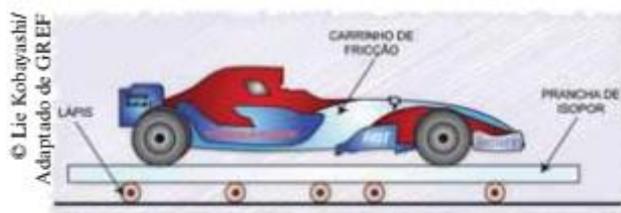


Figura 13

### 3.2.8. Quanto às Imagens /Legendas

As atividades, em sua maioria, apresentam imagens figurativas que têm a função de explicar o procedimento, facilitar a realização da prática pelos alunos, pois representam o real. Algumas são híbridas, com alguns esquemas inseridos no desenho, também com o objetivo de explicar a prática. Há poucas figuras esquemáticas, que exigem maior nível cognitivo e apoio por parte do professor, para o seu devido entendimento. Como as imagens são figurativas, as legendas são dispensadas (figura 14).

Tabela 9. Tipos de Imagens

| Imagens      | Quantidade | Percentual |
|--------------|------------|------------|
| Sem Imagens  | 05         | 11%        |
| Figurativas  | 35         | 74%        |
| Híbridas     | 05         | 11%        |
| Esquemáticas | 02         | 04%        |

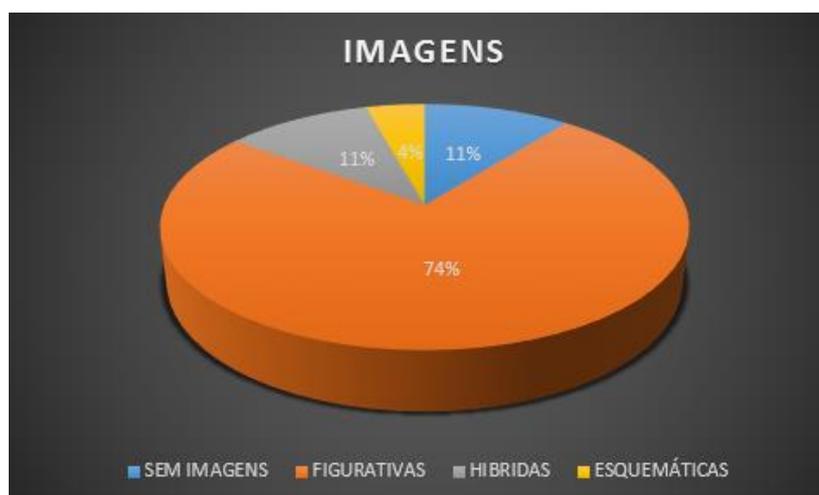


Figura (14). Caracterização das imagens das atividades experimentais

Exemplos de imagens

### Imagem figurativa

Roteiro 34: Campo magnético de uma corrente elétrica

Volume 1 – Pág. 54 e 55 – 3ª série do ensino médio



Figura 15

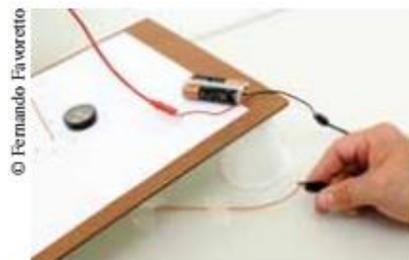


Figura 16

### Imagem Híbrida

Roteiro 5: Por que as maçanetas das portas sempre estão distantes das dobradiças?

Volume 1 – Pág. 93 – 1ª série do ensino médio.

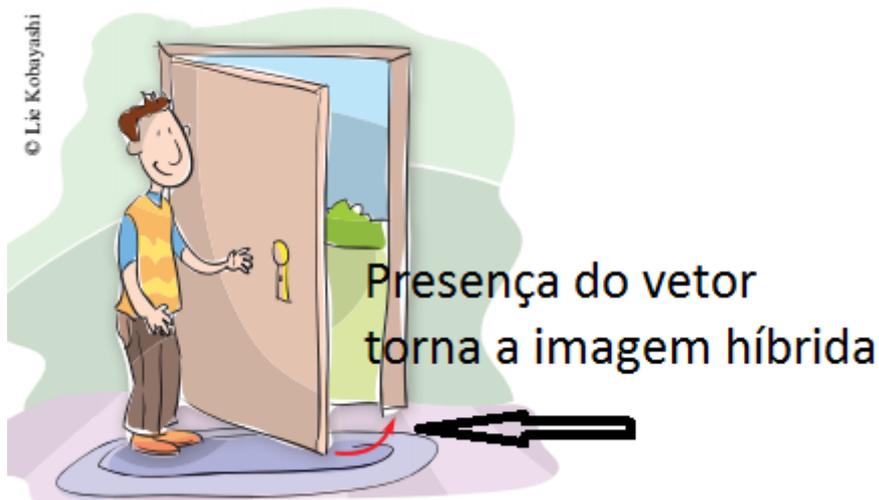


Figura 17

### Imagem esquemática

Roteiro 09: As leis de Kepler

Volume 1 – Pág. 62 – 1ª série do ensino médio

A imagem abaixo, figura 18, mostra um esquema do procedimento que o aluno deverá seguir para realizar a atividade experimental.

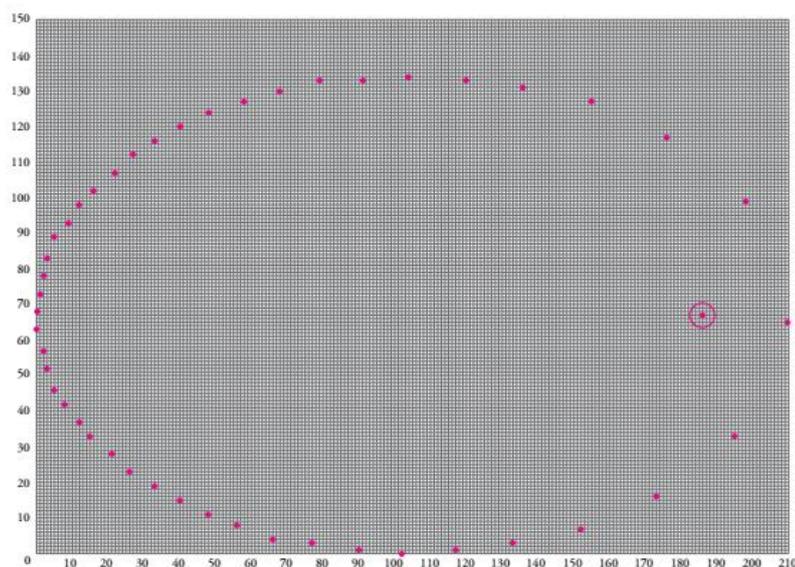


Figura 18. Leis de Kepler

Tabela 10. Frequência de Legendas

| Legenda | Frequência | Percentual |
|---------|------------|------------|
| Sim     | 08         | 17%        |
| Não     | 39         | 83%        |



Figura (19). Presença de Legendas nas figuras das atividades experimentais

Exemplo de imagem com legenda

Roteiro 20: Refletindo

Volume 2 – Págs. 41, 42, 43 – 2ª série do ensino médio

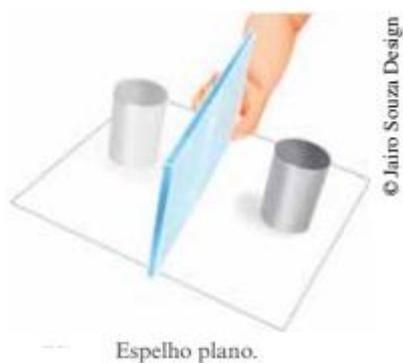


Figura 20



Figura 21

Exemplo de imagem sem legenda

Roteiro 36: Construindo um motor elétrico

Volume 1 – Págs. 66 e 67 – 3ª série do ensino médio

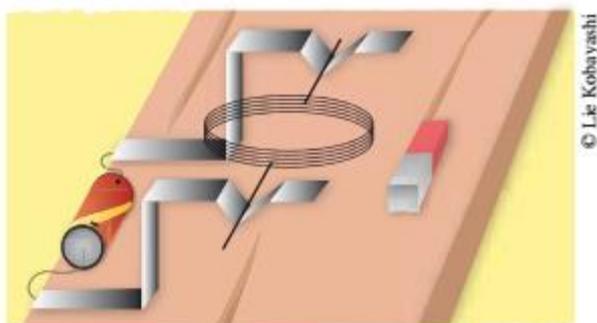


Figura 22

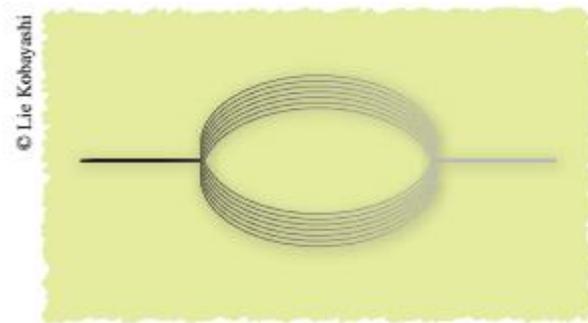


Figura 23

3.2.9. Quanto ao nível de cognição das questões propostas a partir dos dados e em outras situações/aplicações

O nível de cognição das questões propostas durante e após a realização das atividades variam entre níveis de cognição de baixa (a maioria) e alta complexidade. Alguns verbos utilizados demandam alto nível de cognição, como comparar, justificar, analisar, entre outros (figura 24)



Figura (24). Verbos de ação das questões propostas/aplicação

Considerando o agrupamento dos verbos nos níveis propostos por Bloom observa-se que há uma mescla de verbos de ação tanto de baixa cognição como de alta cognição. Se os alunos, com apoio dos professores, realizarem todas as atividades solicitadas terão possibilidades em superar a concepção empirista das atividades.

Tabela 11. Nível de cognição das questões x frequência

| Nível de Cognição | Frequência |
|-------------------|------------|
| Conhecimento      | 12         |
| Compreensão       | 24         |
| Aplicação         | 10         |
| Análise           | 16         |
| Síntese           | 15         |
| Avaliação         | 18         |



Figura (25). Frequência do nível de cognição das questões

Tabela 12. Percentual do nível de cognição

| Nível de cognição das questões | Percentual |
|--------------------------------|------------|
| Conhecimento                   | 13%        |
| Compreensão                    | 25%        |
| Aplicação                      | 10%        |
| Análise                        | 17%        |
| Síntese                        | 16%        |
| Avaliação                      | 19%        |



Figura (26). Nível de cognição das questões segundo a Taxonomia de Bloom em porcentagem

Exemplos de aparição dos verbos com maior frequência e que contribuem para elevar o percentual do nível de cognição das questões:

Verbo- Explicar (compreensão, síntese avaliação) - 13 roteiros

Roteiro 31 - Campos e forças eletromagnéticas

Volume 1 – Pág.37 - 3ª Série do ensino médio

Aproxime o canudo de refresco dos três pêndulos e observe o que acontece. Em seguida, atrite o canudo de refresco uma única vez, mas de forma vigorosa, com um pedaço de papel higiênico; aproxime-o dos pêndulos e observe o que acontece. Aproxime também o ímã dos três pêndulos e observe.

Com base nas observações, responda:

- 1- Em qual pêndulo o pedaço de clipe está escondido? **Explique**
- 2- Em qual pêndulo o ímã está escondido? **Explique**
- 3- Qual pêndulo é inteiramente de isopor? **Explique”**

Roteiro 36 – Construindo um motor elétrico

Volume 1 – Pág. 66 - 3ª Série do ensino médio

Faça uma bobina com um fio esmaltada. Ela pode ser quadrada ou redonda. Para a construção da bobina, você pode utilizar seus três dedos centrais, dando aproximadamente dez voltas em torno deles. Deixe sem enrolar

aproximadamente 5 cm de fio em cada extremidade. Eles servirão de eixo de rotação do motor.

“Faça uma segunda bobina, porém, dessa vez, raspe integralmente o esmalte das duas pontas livres. Monte-a sobre o suporte, O que acontece? **Explique**”

Verbo : Observar (avaliação ) – 14 Roteiros

Roteiro 02 – Formas de energia envolvidas em movimentos do cotidiano

Volume 1 – Pág. 58 – 1ª Série do ensino médio

Mãos á obra!

Faça a montagem conforme mostra a figura a seguir (figura 27).

É importante que os furos estejam bem no centro da tampa e no fundo da lata.

Lance a lata para que ela role pelo chão, como mostra a figura 28.

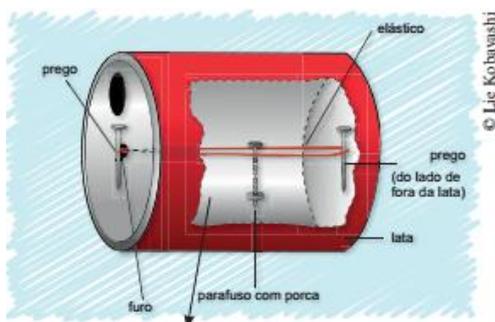


Figura 27



Figura 28

“ Interpretação e análise dos resultados.

- 1- **Observe** o movimento realizado pela lata e descreva-o.

Roteiro 20 – Refletindo

Volume 2 – pág.42 e 43 – 2ª Série do ensino médio

Mãos à obra!

1. Coloque o espelho sobre uma folha de papel.
2. Ligue a lanterna e incida a luz na superfície espelhada.

“**Observe** o que ocorre com os raios de luz refletidos”.

Como eles estão distribuídos? É possível imaginar de onde estão saindo?

### 3.2.10 Quanto à Elaboração de relatórios

A maioria dos roteiros não exige a elaboração de relatórios, que é uma atividade importante de síntese e avaliação dos resultados (figura 29). Como as atividades podem ser realizadas fora da sala de aula, sem a presença e avaliação do professor, essa atividade fica relegada em segundo plano.

Tabela 13. Elaboração dos relatórios

| Relatórios | Frequência | Percentual |
|------------|------------|------------|
| Sim        | 10         | 21%        |
| Não        | 37         | 79%        |



Figura (29). Atividades que exigem relatórios

Exemplos de roteiros com relatórios

Roteiro 14 – As brisas

Volume 1 – Pág. 46 – 2ª série do ensino médio

Interpretação e análise dos resultados.

1. Qual material teve maior variação de temperatura?
2. Com base no que foi estudado até agora, como você explica esse fato fisicamente?

Após a realização da atividade, elabore um relatório que apresente suas observações e sintetize o que aprendeu.

Roteiro 15 – Temperaturas muito, muito baixas.

Volume 1 – Pág. 51 – 2ª série do ensino médio

Mãos à obra!

1. Enrole os cubos de gelo em um pano bata com um martelo, para moê-los. Em seguida uma vasilha, misture uma porção de sal e duas porções de gelo moído.
2. Coloque um pouquinho de água em um “copo” feito de lata de refrigerante.
3. Agora coloque seu “copo” na vasilha com a mistura sal-gelo. Observe o que acontece.
4. Caso consiga gelo-seco, deixe-o moído e coloque-o em uma vasilha com álcool. Mergulhe nessa mistura uma salsicha, deixando-a por cerca de 30 segundos. Depois retire a salsicha da vasilha e bata-a contra a mesa. Observe o resultado.
5. Após realizar a atividade, **elabore um relatório** que apresente suas observações e sintetize o que você aprendeu.

### 3.3. Síntese dos resultados das análises dos roteiros da STEM/Brasil a partir dos protocolos de pesquisa

#### 3.3.1 Quanto aos modelos epistemológicos adotados pelos roteiros da STEM/Brasil

Todos os roteiros foram lidos e as questões caracterizadas como “Problema” foram destacadas e analisadas, de acordo com Sá et al (2007), Roca Tort (2006) e a Taxomia de Bloom. A partir do enunciado do problema da atividade e do seu desenvolvimento, os roteiros foram classificados quanto aos possíveis modelos epistemológicos utilizados, quase sejam: empirista, popperiano e kuhniano (Quadro 8)

Quadro 8. Análise dos problemas das atividades experimentais da STEM/Brasil

| <b>Problemas das atividades práticas</b>   | <b>Análise do problema de acordo com Sá et al (2007), Roca Tort (2006) e a Taxonomia de Bloom</b>   | <b>Modelos epistemológicos</b>   |
|--|---|--|
| <b>1-Como sincronizar</b> os tempos dos ...  | Colocada em forma de pergunta, entretanto usa o “como” para a descrição dos processos envolvidos no fenômeno e busca de explicações para as relações já conhecidas. Verbo sincronizar (aplicação) | Empírico com algumas características do modelo kuhniano . Aplicação de um conhecimento já conhecido ou em desenvolvimento. |
| <b>2-Como funcionam</b> as relações ...  | Colocada em forma de problema, entretanto usa o “como” para a descrição dos processos envolvidos no fenômeno e busca de explicações para as relações já conhecidas. Verbo funcionar (compreensão) | Empírico com algumas características do modelo kuhniano  |
| <b>3-Comprovar</b> a lei da ....   | Não há pergunta, equivale a um objetivo. Verbo comprovar (aplicação)  | Empírico   |
| 4- Como <b>determinar</b> as propriedades...   | Colocada em forma de pergunta, entretanto usa o “como” para a descrição dos processos envolvidos no fenômeno e busca de explicações para as relações já conhecidas. Verbo determinar (análise)    | Empírico com algumas características do modelo kuhniano  |
| <b>5-Como</b> as roldanas podem ...  | Colocada em forma de pergunta, entretanto usa o “como” para a descrição dos processos envolvidos no fenômeno e busca de explicações para as relações já conhecidas. Verbo funcionar (compreensão) | Empírico com algumas características do modelo kuhniano  |
| <b>6-Como descobrir</b> se um objeto vai flutuar ..  | Colocada em forma de pergunta, entretanto usa o “como” para a descrição dos processos envolvidos no fenômeno e busca de explicações para as relações já conhecidas. Verbo descobrir (aplicação)   | Empírico com algumas características do modelo kuhniano  |
| <b>7-Usar</b> o efeito Doppler para exemplificar <b>como</b> se pode <b>determinar</b> ... | Não há pergunta, equivale a um objetivo. Usar para determinar. Verbo determinar (Análise)   | Empírico com algumas características do modelo kuhniano  |
| <b>8-Construir</b> modelos de ressonância ...  | Não há pergunta, equivale a um objetivo. Verbo construir (Compreensão, aplicação, síntese)  | Empírico   |

|  |   |   |
|--|---|---|
| 9- <b>Qual</b> é a relação entre velocidade de giro ...O que dificulta...? | Apesar de o problema vir em forma de pergunta, pelo fato de não serem questões abertas, estas não admitem várias respostas. Verbo (   | Empírico com algumas características do modelo kuhniano |
| 10- <b>Determinar</b> o norte geográfico ...                               | Não há pergunta, equivale a um objetivo. Verbo determinar (Análise)   | Empírico  |
| 11- <b>Calibrar</b> um relógio solar ..                                    | Não há pergunta, equivale a um objetivo. Verbo calibrar (não faz parte da taxonomia de Bloom)   | Empírico  |
| 12- <b>Compreender</b> principais características do sistema solar ..      | Não há pergunta, equivale a um objetivo. Verbo compreender (não faz parte da taxonomia de Bloom)  | Empírico  |
| 13- <b>Como construir</b> uma escala ...                                   | Colocada em forma de pergunta, entretanto usa o “como” para a descrição dos processos envolvidos no fenômeno e busca de explicações para as relações já conhecidas. Verbo construir (compreensão)                     | Empírico com algumas características do modelo kuhniano |
| 14- <b>Como construir</b> um sistema ..                                    | Colocada em forma de pergunta, entretanto usa o “como” para a descrição dos processos envolvidos no fenômeno e busca de explicações para as relações já conhecidas. Verbo construir (compreensão, aplicação, síntese) | Empírico com algumas características do modelo kuhniano |
| 15- <b>Medir</b> as variações da temperatura ..                            | Não há pergunta, equivale a um objetivo. Verbo medir (não faz parte da taxonomia de Bloom)  | Empírico  |
| 16- <b>Como comprovar</b> a constância da temperatura ..                   | Colocada em forma de pergunta, entretanto usa o “como” para a descrição dos processos envolvidos no fenômeno e busca de explicações para as relações já conhecidas. Verbo comprovar (aplicação)                       | Empírico com algumas características do modelo kuhniano |
| 17- <b>Como realizar</b> a conversão de energia química ..                 | Colocada em forma de pergunta, entretanto usa o “como” para a descrição dos processos envolvidos no fenômeno e busca de explicações para as relações já conhecidas. Verbo realizar (compreensão)                      | Empírico com algumas características do modelo kuhniano |
| 18- <b>Como analisar</b> a velocidade de propagação ...                    | Colocada em forma de pergunta, entretanto usa o “como” para a descrição dos processos envolvidos no fenômeno e busca de explicações para as relações já conhecidas. Verbo analisar (análise)                          | Empírico com algumas características do modelo kuhniano |
| 19- <b>Como verificar</b> as principais características ..                 | Colocada em forma de pergunta, entretanto usa o “como” para a descrição dos processos envolvidos no fenômeno e busca de explicações para as relações já conhecidas. Verbo verificar (análise)                         | Empírico com algumas características do modelo kuhniano |
| 20- <b>Demonstrar</b> as propriedades ...                                  | Não há pergunta, equivale a um objetivo. Verbo demonstrar (Aplicação)   | Empírico  |
| 21- <b>Simular</b> o funcionamento do olho ..                              | Não há pergunta, equivale a um objetivo. Verbo simular (não faz parte da taxonomia de Bloom)  | Empírico  |
| 22- <b>Construir</b> um modelo de ..                                       | Não há pergunta, equivale a um objetivo. Verbo Construir (aplicação)  | Empírico  |
| 23- <b>Comprovar</b> efeitos estroboscópicos ..                            | Não há pergunta, equivale a um objetivo. Verbo comprovar (aplicação)  | Empírico  |
| 24-Identificar diferentes fontes de luz ...                                | Não há pergunta, equivale a um objetivo. Verbo identificar (conhecimento, compreensão, análise)   | Empírico  |
| 25- <b>Comprovar</b> as propriedades das associações ...                   | Não há pergunta, equivale a um objetivo. Verbo comprovar (aplicação)  | Empírico  |
| 26- <b>Comprovar</b> as propriedades dos geradores ..                      | Não há pergunta, equivale a um objetivo. Verbo comprovar (aplicação)  | Empírico  |
| 27-Como <b>montar</b> um circuito de três ..                               | Colocada em forma de pergunta, entretanto usa o “como” para a descrição dos processos envolvidos no fenômeno e busca de explicações para as relações já conhecidas. Verbo montar (síntese)                            | Empírico com algumas características do modelo kuhniano |
| 28-Como <b>verificar</b> a indução eletromagnética ..                      | Colocada em forma de pergunta, entretanto usa o “como” para a descrição dos processos envolvidos no fenômeno e busca de explicações para as relações já conhecidas. Verbo verificar (análise)                         | Empírico com algumas características do modelo kuhniano |
| 29-Quais são as propriedades elétricas ...                                 | Problema colocado em forma de pergunta, mas não é um questão aberta, pois não admite várias respostas, que motivem os alunos a buscar informações. (não há verbo)   | Empírico com algumas características do modelo kuhniano |
| 30-Como <b>funcionam</b> ... ?<br>Quais suas características?              | Colocada em forma de pergunta, entretanto usa o “como” para a descrição dos processos envolvidos no fenômeno e busca de explicações para as relações já   | Empírico com algumas características do modelo kuhniano |

|   |   |          |
|---|---|----------|
|   | conhecidas. Verbo funcionar ( não faz parte da taxonomia de Bloom)  |          |
| 31- <b>Determinar</b> as características do LDR ...                                   | Não há pergunta, equivale a um objetivo. Verbo determinar (análise)   | Empírico |
| 32- <b>Compreender</b> o processo de ligação e funcionamento da ..                    | Não há pergunta, equivale a um objetivo. Verbo compreender (não faz parte da taxonomia de Bloom)                      | Empírico |
| 33- <b>Montar</b> um circuito RC ... <b>Analisar</b> os resultados ...                | Não há pergunta, equivale a um objetivo. Verbo montar (Síntese) Verbo analisar (análise)                              | Empírico |
| 34- <b>Compreender</b> as principais características ...                              | Não há pergunta, equivale a um objetivo. Verbo compreender (não faz parte da taxonomia de Bloom)                      | Empírico |
| 35- <b>Estudar</b> e <b>compreender</b> as propriedades ...                           | Não há pergunta, equivale a um objetivo. Verbo compreender e verbo estudar (não fazem parte da taxonomia de Bloom)    | Empírico |
| 36- <b>Montar</b> circuito de retificação... <b>Observar</b> o comportamento do sinal | Não há pergunta, equivale a um objetivo. Verbo montar (síntese). verbo observar (não faz parte da taxonomia de Bloom) | Empírico |
| 37- <b>Determinar</b> coeficientes de dilatação ...                                   | Não há pergunta, equivale a um objetivo. Verbo determinar (análise)   | Empírico |

Quadro 9. Síntese das análises dos problemas das atividades experimentais da STEM/Brasil x verbos de ação

| <b>Problemas</b>                | <b>Verbos utilizados</b>  | <b>Taxonomia de Bloom</b>   |
|---------------------------------|---|---|
| 21 “problemas” sem interrogação | Comprovar 4<br>Compreender 4<br>Determinar 3<br>Construir 2<br>Montar 2<br>Medir 1<br>Calibrar 1<br>Simular 1<br>Identificar 1<br>Observar 1<br>Estudar 1<br>Analisar 1<br>Demonstrar 1               | Conhecimento 1<br>Compreensão 3<br>Aplicação 7<br>Análise 5<br>Síntese 4<br>Avaliação 0 |
| 14 problemas utilizam o “como”  | Como construir 2<br>Como verificar 2<br>Como funcionam 2<br>Como determinar 1<br>Como sincronizar 1<br>Como podem ajudar 1<br>Como descobrir 1<br>Como realizar 1<br>Como analisar 1<br>Como montar 1 | Conhecimento 0<br>Compreensão 3<br>Aplicação 4<br>Análise 4<br>Síntese 3<br>Avaliação 0 |
| 03 utilizam “quais”             | Qual a relação entre...?<br>Quais são as propriedades...?<br>Quais suas características..?  |   |
| 01 utiliza “o quê”              | O que dificulta..?  |   |

Exemplo de roteiro com “problema” sem interrogação:

Diminuir zoom (Ctrl+Menos)

## F03 - Choques



|    | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun | Jul | Ago | Set | Out | Nov | Dez |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1  | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  |
| 13 | 14  | 15  | 16  | 17  | 18  | 19  | 20  | 21  | 22  | 23  | 24  |
| 25 | 26  | 27  | 28  | 29  | 30  | 31  |     |     |     |     |     |

### Problema

Comprovar a lei da conservação da quantidade de movimento.

Exemplo de roteiro com “problema” com interrogação:

## F01 - Onda Verde



|    | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun | Jul | Ago | Set | Out | Nov | Dez |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1  | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  |
| 13 | 14  | 15  | 16  | 17  | 18  | 19  | 20  | 21  | 22  | 23  | 24  |
| 25 | 26  | 27  | 28  | 29  | 30  | 31  |     |     |     |     |     |

### Problema

Como sincronizar os tempos dos semáforos de uma avenida de acordo com a velocidade da via?

Exemplo de roteiro com “problema” que utiliza o “qual, quais” e “o quê”.

## F09 - Momento Angular



|    | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun | Jul | Ago | Set | Out | Nov | Dez |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1  | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  |
| 13 | 14  | 15  | 16  | 17  | 18  | 19  | 20  | 21  | 22  | 23  | 24  |
| 25 | 26  | 27  | 28  | 29  | 30  | 31  |     |     |     |     |     |

### Problema

Qual a relação entre velocidade de giro e distância em um objeto girando? O que dificulta ou facilita um giro?

Tabela 14. Análise do problema de acordo com Sá et al (2007), Roca Tort (2006)

|                           |    |
|---------------------------|----|
| EMPÍRICOS                 | 23 |
| CARACTERÍSTICAS KUHNIANOS | 17 |

Obs: O número de verbos (40) é maior que o número de roteiros (37) por que em alguns roteiros temos mais que um verbo.

Figura 30. Classificação das atividades quanto ao modelo epistemológico

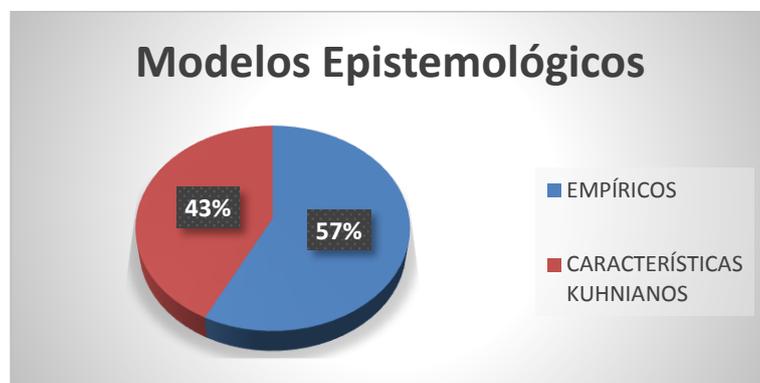


Fig.30

Exemplo de Roteiro Empírico.

“Não há pergunta, equivale a um objetivo. Verbo demonstrar (Aplicação).”

**F20 - Espelhos e Lentes**



Fev    Mar    Abr    Mai    Jun    Jul    Ago    Set    Out    Nov    Dez

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31

### **Problema**

Demonstrar as propriedades usadas nas aplicações práticas de espelhos curvos e lentes delgadas.

Exemplo de Roteiro Kuhniano.

“Colocada em forma de pergunta, entretanto usa o “como” para a descrição dos processos envolvidos no fenômeno e busca de explicações para as relações já conhecidas. Verbo descobrir (aplicação).”

**F06 - Princípio de Arquimedes**



Fev    Mar    Abr    Mai    Jun    Jul    Ago    Set    Out    Nov    Dez

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31

 **Problema**

Como descobrir se um objeto vai flutuar ou não? Seja ele um navio de muitas toneladas ou um pequeno bote?

Figura 31. Classificação dos verbos utilizados nos problemas sem interrogação pela Taxonomia de Bloom



Fig. 31

De forma similar a Faria (2015) conclui-se que os experimentos da STEM/Brasil (Quadro 8 e figura 30) indicam uma prevalência da concepção de atividade mais próxima do modelo empirista, sendo que algumas apresentam características do modelo kuhniano, no qual o papel da experiência é manter e propagar o que é aceito pela comunidade científica. Em muitos roteiros (14 roteiros), nos quais há a pergunta “Como?” parte-se de conceitos já aceitos sendo que o objetivo é uma aplicação, conforme são observados os verbos de ação do quadro 9: construir, verificar, funcionar, montar, determinar, descobrir.

Já quanto aos problemas (quadro 9) colocados em forma de questão, (com um sinal de interrogação ou não), são perguntas, em geral, fechadas, que não admitem várias respostas ou diferentes interpretações. Portanto, são questões não tão produtivas como poderiam ser, pois os alunos não formulam hipóteses, não preveem resultados, não fazem conjecturas a respeito da solução do problema. Como praticamente não há “problemas”, não há roteiros com concepção próxima ao modelo popperiano, uma vez que não há a existência de um problema de fato a ser resolvido e a busca por soluções não se dá por meio da elaboração de várias hipóteses.

Pode-se concluir que não possibilitam dar um caráter investigativo à prática.

De certa forma, o objetivo geral, colocado no lugar do problema da prática, é explícito, sendo possível o aluno buscar o resultado em função da instrução recebida. Entretanto, há algumas palavras, utilizadas várias vezes, expressas mediante a utilização de verbos de ação que não expressam comportamentos observáveis. Verbos como “compreender” (GIL, 2008) e “observar” não esclarecem o que se pretende do estudante.

### **3.3.2 Síntese dos resultados dos experimentos da STEM, obtidos a partir do Protocolo de Pesquisa.**

O roteiro da STEM/Brasil é composto por vários itens e não segue a ordem tradicional de roteiros práticos, nos quais normalmente constam: título, problema, objetivos, fundamentos teóricos, materiais e instrumentos, procedimento experimental, questões finais e orientações para o relatório.

No roteiro da STEM/Brasil há um título, um problema inicial (com características de objetivo geral), um item denominado “Atividade prática” (que é um resumo do que será feito), depois há a Introdução, Informações Adicionais e as profissões envolvidas com a temática. Depois, em outra página, em alguns dos roteiros, são listadas as habilidades do ENEM associadas à atividade, a avaliação, o tempo de duração em aulas, necessário para o desenvolvimento da atividade, os conteúdos temáticos, os equipamentos, a descrição da atividade, os objetivos e os procedimentos, ao final. Observa-se que nos procedimentos, que é o último item, são orientações aos professores. O que me pareceu é que a primeira página é destinada aos alunos e a segunda, aos professores, pois 2 itens praticamente se repetem que são a “Atividade Prática” e a “Descrição da atividade”. Alguns roteiros não seguem essa ordem, constando as habilidades da STEM/Brasil, um item sobre Criatividade e inovação, capacidade de adaptação, autocrítica, pensamento crítico e curiosidade. Outros trazem o item habilidades computacionais, responsabilidade e software indicado para a atividade.

Dada a quantidade de itens, optou-se por avaliar os mais significativos que a nosso ver são: os temas, o problema, os objetivos, as orientações para os alunos (atividade prática), as orientações (Procedimentos) para os professores e as questões. Assim, foram analisados esses itens, além dos que constaram da avaliação dos Cadernos, como a matematização, as figuras, legendas, entre outros.

### 3.3.2.1 Quanto aos Temas das atividades STEM

Observa-se um maior número de experimentos de eletricidade (tabela 15).

Tabela 15. Frequência de aparição de atividades x área da Física

| TEMA           | FREQUÊNCIA |
|----------------|------------|
| Mecânica       | 07         |
| Ondulatória    | 03         |
| Magnetismo     | 02         |
| Óptica         | 07         |
| Termologia     | 06         |
| Eletricidade   | 11         |
| Física Moderna | 01         |

A figura 32 mostra a relação entre os temas e a frequência. Como ocorreu com o resultado dos temas do caderno do aluno analisado, todas as áreas são contempladas se considerarmos o Currículo de Física do Estado de São Paulo. (Anexo 2).

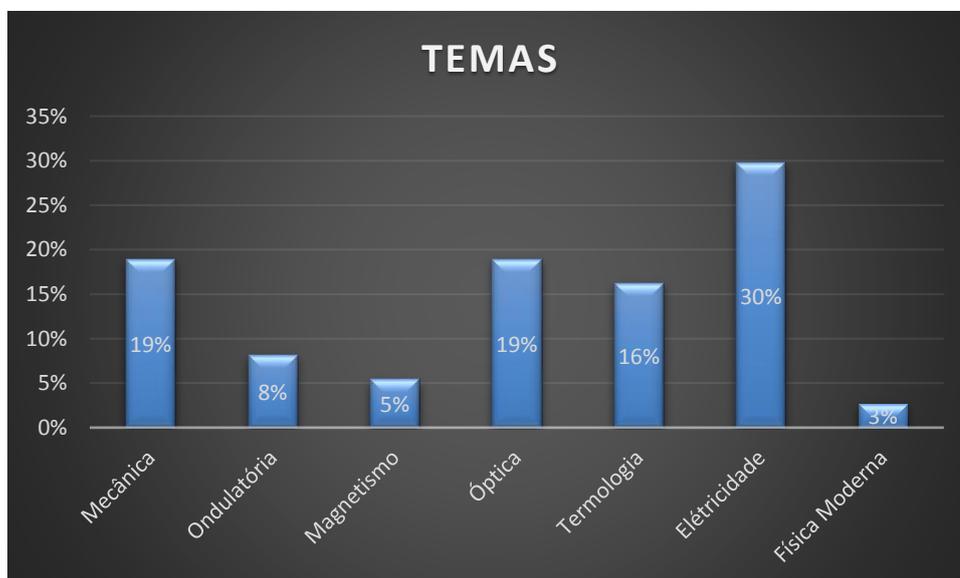


Figura 32. Temas de Física das atividades experimentais STEM

### 3.3.2.2. Quanto às perguntas iniciais (problema)

A tabela (16) mostra o número de roteiros de acordo com a ocorrência ou não de um problema, caracterizado por uma pergunta inicial.

Tabela 16. Ocorrência ou não de pergunta inicial

|     |    |     |
|-----|----|-----|
| sim | 15 | 41% |
| não | 22 | 59% |



Figura 33. Ocorrência de uma pergunta inicial

Exemplo de roteiro com uma pergunta inicial.

**F19 - Reflexão e Refração da Luz**



Fev    Mar    Abr    Mai    Jun    Jul    Ago    Set    Out    Nov    Dez

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31

 **Problema**

Como verificar as principais características da reflexão e refração da luz?

Exemplo de roteiro sem uma pergunta inicial.

## F21 - Olho Humano



Fev    Mar    Abr    Mai    Jun    Jul    Ago    Set    Out    Nov    Dez

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31

### Problema

Simular o funcionamento do olho humano, os defeitos associados à refração (miopia e hipermetropia) e apresentar o processo de suas correções.

### 3.3.2.3 Quanto à Matemática

Tabela 17.

|              |    |     |
|--------------|----|-----|
| Quantitativo | 26 | 70% |
| Qualitativo  | 11 | 30% |



Figura 34. Atividades qualitativas x quantitativas

Exemplo de roteiro quantitativo. (Exigência de cálculos)

## F05 - Sistema de Roldanas



### Objetivos

- Conhecer o processo de redução de força e ampliação de deslocamento de sistemas de roldanas.
- Montar sistemas de uma a quatro roldanas.
- Calcular a relação de redução de força e ampliação de deslocamento para cada sistema.
- Relacionar as relações calculadas com o número de roldanas.
- Elaborar fórmulas para generalizar essas relações

### 3.3.2.4 - Quanto às Imagens utilizadas nos roteiros

Tabela 18.

|             |    |     |
|-------------|----|-----|
| Figurativa  | 36 | 92% |
| Esquemática | 03 | 8%  |

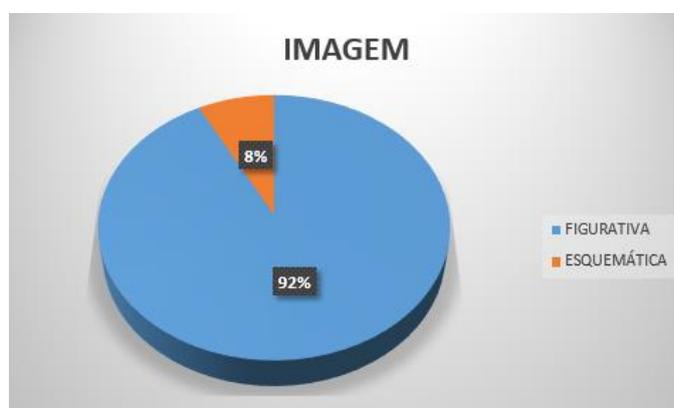


Figura 35. Tipos de imagens presentes nos roteiros

Exemplo de imagem Figurativa.

## F26 - Associação de Geradores



| Fev |   | Mar |   | Abr |   | Mai |   | Jun |    | Jul |    | Ago |    | Set |    | Out |    | Nov |    | Dez |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1   | 2 | 3   | 4 | 5   | 6 | 7   | 8 | 9   | 10 | 11  | 12 | 13  | 14 | 15  | 16 | 17  | 18 | 19  | 20 | 21  | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |



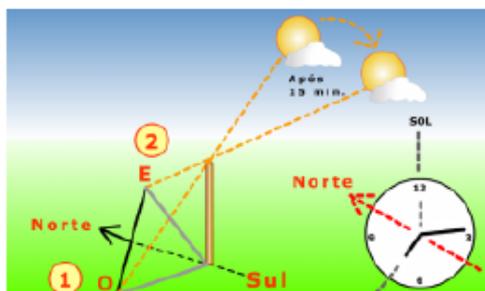
Linha Recarregáveis - Crédito: Wikimedia/Pndreuru

Exemplo de imagem esquemática.

## F10 - Norte Geografico



| Fev |   | Mar |   | Abr |   | Mai |   | Jun |    | Jul |    | Ago |    | Set |    | Out |    | Nov |    | Dez |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1   | 2 | 3   | 4 | 5   | 6 | 7   | 8 | 9   | 10 | 11  | 12 | 13  | 14 | 15  | 16 | 17  | 18 | 19  | 20 | 21  | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |



## 3.3.2.5 - Quanto à presença de legendas nas imagens

Tabela 19. Presença de legendas

|     |    |     |
|-----|----|-----|
| Sim | 09 | 24% |
| Não | 28 | 76% |



Figura 36. Presença de legendas nas imagens

Exemplo de roteiro com legenda.

## F21 - Olho Humano

**Fev    Mar    Abr    Mai    Jun    Jul    Ago    Set    Out    Nov    Dez**

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31

Olho Humano - Wikimedia/Zetarduct

## 3.3.2.6 - Quanto à solicitação de relatórios

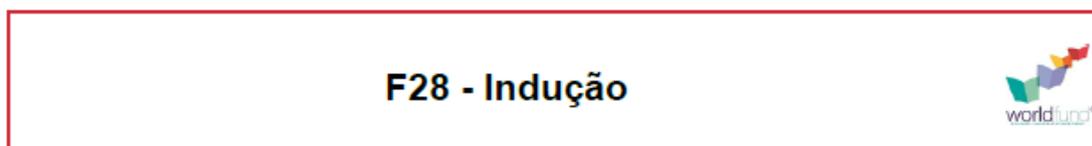
Tabela 20. Solicitação de relatórios

|     |    |     |
|-----|----|-----|
| Sim | 30 | 81% |
| Não | 07 | 19% |



Figura 37. Solicitação de relatórios

Exemplo de roteiro que solicita relatório



 **Avaliação**

Relatório incluindo pesquisa sobre aplicações práticas da indução eletromagnética em particular o forno de indução.

### 3.3.2.7 - Quanto à Frequência de aparição dos verbos nos roteiros da STEM/Brasil.

Os verbos foram identificados em 4 momentos do protocolo de análise: i) Nos objetivos; ii) Nas práticas; iii) Nos procedimentos e iv) Nas questões finais. O quadro 10 mostra todos os verbos encontrados nos 4 itens e o número de vezes que cada um aparece.

Quadro 10. Verbos e frequência de aparição nos roteiros da STEM x itens das atividades

| <b>OBJETIVOS</b>  | <b>PRÁTICA</b>    | <b>PROCEDIMENTOS</b> | <b>QUESTÕES</b>   |
|-------------------|-------------------|----------------------|-------------------|
| acompanhar (01)   | analisar (03)     | aplicar (01)         | apresentar (06)   |
| analisar (02)     | anotar (02)       | apresentar (11)      | compartilhar (01) |
| aprender (06)     | apresentar (03)   | avaliar (01)         | completar (01)    |
| assimilar (08)    | avaliar (02)      | calcular (03)        | comunicar (06)    |
| atender (02)      | calcular (04)     | colocar (03)         | demonstrar (01)   |
| avaliar (01)      | calibrar (03)     | comandar (03)        | desenhar (01)     |
| calcular (05)     | captar (01)       | comentar (03)        | estudar (01)      |
| calibrar (02)     | coletar (01)      | comparar (01)        | explicar (02)     |
| comparar (02)     | colocar (01)      | definir (01)         | explorar (02)     |
| compreender (22)  | comparar (02)     | desafiar (03)        | identificar (01)  |
| utilizar (03)     | compreender (01)  | descobrir (01)       | medir (01)        |
| verificar (01)    | comprovar (01)    | descrever (01)       | observar (01)     |
| comprovar (01)    | construir (06)    | destacar (01)        | organizar (02)    |
| conhecer (09)     | converter (01)    | determinar (02)      | pensar (02)       |
| criar (01)        | cortar (01)       | discutir (05)        | perguntar (01)    |
| deduzir (01)      | demonstrar (04)   | distribuir (04)      | planejar (03)     |
| descobrir (02)    | determinar (09)   | ensinar (01)         | procurar (01)     |
| descrever (01)    | elaborar (02)     | esclarecer (01)      | reavaliar (01)    |
| determinar (06)   | exemplificar (02) | especificar (01)     | reconhecer (10)   |
| elaborar (03)     | explicar (01)     | estabelecer (02)     | trabalhar (01)    |
| entender (25)     | fazer (02)        | estimular (02)       | verificar (01)    |
| esquematizar (01) | identificar (01)  | executar (02)        |                   |
| estabelecer (01)  | interpretar (03)  | explicar (20)        |                   |
| executar (01)     | lançar (01)       | fazer (01)           |                   |
| exercitar (01)    | ligar (01)        | formar (02)          |                   |
| explicar (04)     | medir (08)        | informar (01)        |                   |
| gerar (01)        | molhar (01)       | iniciar (01)         |                   |
| identificar (01)  | montar (20)       | instruir (01)        |                   |
| interpretar (04)  | observar (09)     | interpretar (01)     |                   |

|                 |                |                 |           |
|-----------------|----------------|-----------------|-----------|
| medir (03)      | organizar (02) | marcar (01)     |           |
| montar (15)     | praticar (01)  | montar (01)     |           |
| observar (02)   | prender (01)   | mostrar (01)    |           |
| perceber (01)   | preparar (01)  | observar (02)   |           |
| praticar (01)   | produzir (01)  | organizar (05)  |           |
| propiciar (01)  | provocar (01)  | orientar (25)   |           |
| realizar (05)   | realizar (03)  | pedir (06)      |           |
| reconhecer (02) | registrar (02) | perguntar (03)  |           |
| relacionar (03) | retirar (01)   | praticar (01)   |           |
| repetir (01)    | simular (03)   | realizar (02)   |           |
| simular (01)    | tabular (01)   | recomendar (01) |           |
| tabelar (10)    | testar (01)    | registrar (01)  |           |
| testar (01)     | traçar (05)    | relacionar (01) |           |
| traçar (08)     | usar (02)      | repetir (01)    |           |
|                 |                | ressaltar (01)  |           |
|                 |                | solicitar (17)  |           |
|                 |                | substituir (01) |           |
|                 |                | sugerir (02)    |           |
|                 |                | trabalhar (02)  |           |
|                 |                | traçar (04)     |           |
|                 |                | usar (01)       |           |
| 172 verbos      | 121 verbos     | 159 verbos      | 46 verbos |

## Quanto aos objetivos das atividades dos roteiros da STEM/Brasil

Foram identificados 172 verbos, dos quais os mais frequentes estão representados na tabela 21.

Tabela 21. Verbos x frequência de aparição nos objetivos

|             |    |     |
|-------------|----|-----|
| compreender | 22 | 13% |
| conhecer    | 9  | 5%  |
| determinar  | 6  | 3%  |
| entender    | 25 | 14% |
| montar      | 15 | 9%  |
| tabelar     | 10 | 6%  |
| traçar      | 8  | 5%  |
| outros*     | 81 | 46% |

\*soma dos verbos com frequência menor

Esse número desproporcional de objetivos para os 37 roteiros (quase 5 objetivos por atividade em média) mostra um problema comum em manuais de laboratório, que é a presença de muitos objetivos específicos, que acabam dispersando a atenção do objetivo principal.

Além disso, os verbos mais utilizados não são verbos de ação facilmente observáveis e mensuráveis, pois implicam em acompanhamentos posteriores à prática, que são os verbos entender, compreender e conhecer. Como avaliar se a prática atingiu os seus objetivos? Como avaliar se os alunos entenderam, compreenderam aquele determinando conceito? Outro verbo bastante utilizado é o verbo “montar”, indicando que grande parte das atividades se resume a montar um sistema, com as orientações previamente dadas.

Além desses problemas, observou-se o seguinte: Em alguns roteiros, os objetivos parecem indicar os passos a se tomar para a realização da atividade. Por exemplo:

*Determinar os diâmetros das esferas...*

*Calcular as massas das esferas....*

*Determinar o nível.....*

*Deduzir a fórmula e calcular.....*

*Realizar choque com as esferas.....*

*Calcular e comparar quantidades de movimento.....*

Em outro roteiro, sobre decaimento exponencial, há o seguinte:

*Compreender o processo..*

*Entender o que ocorre..*

*Explicar a reversibilidade...*

*Montar o circuito RC.....*

*Realizar medidas.....*

*Traçar gráficos monologarítmos.....*

*Determinar a meia vida e a constante ....*

Alguns desses objetivos não são propriamente objetivos da prática, mas os procedimentos para se determinar grandezas que vão ser importantes para se atingir o objetivo geral que é o “problema” da atividade.

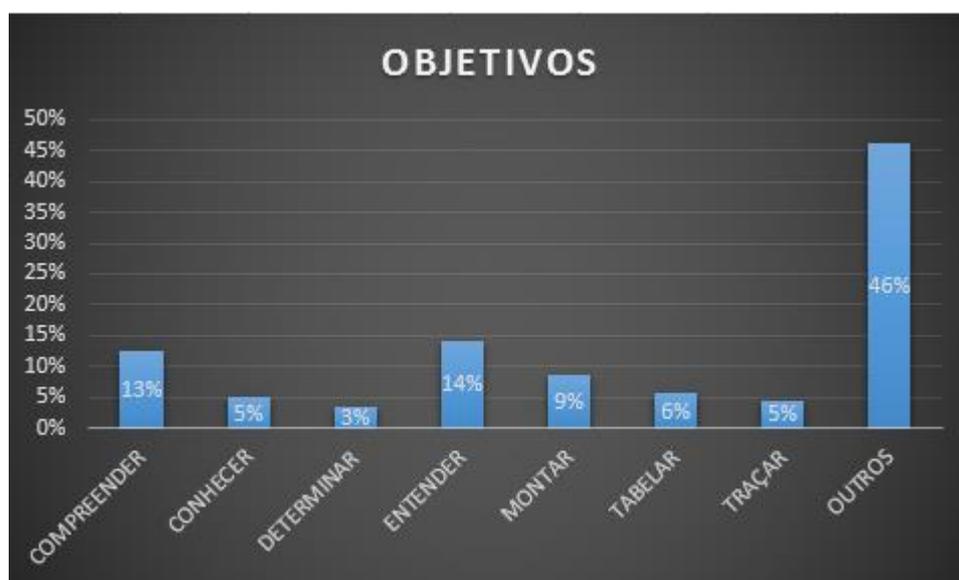


Figura 38 – Frequência dos verbos utilizados nos objetivos

Logo a seguir ao “problema” vem um item denominado “Atividade Prática” com as explicações de como esta deverá ser realizada. Nesse item foram contabilizados 121 verbos e os mais frequentes estão na tabela 22.

Tabela 22. Verbos x frequência de aparição no item “Atividade Prática”

|            |    |     |
|------------|----|-----|
| DETERMINAR | 9  | 7%  |
| MEDIR      | 8  | 7%  |
| MONTAR     | 20 | 17% |
| OBSERVAR   | 9  | 7%  |
| TRAÇAR     | 5  | 4%  |
| CONSTRUIR  | 6  | 5%  |
| OUTROS*    | 64 | 53% |

\*soma dos verbos com frequência menor

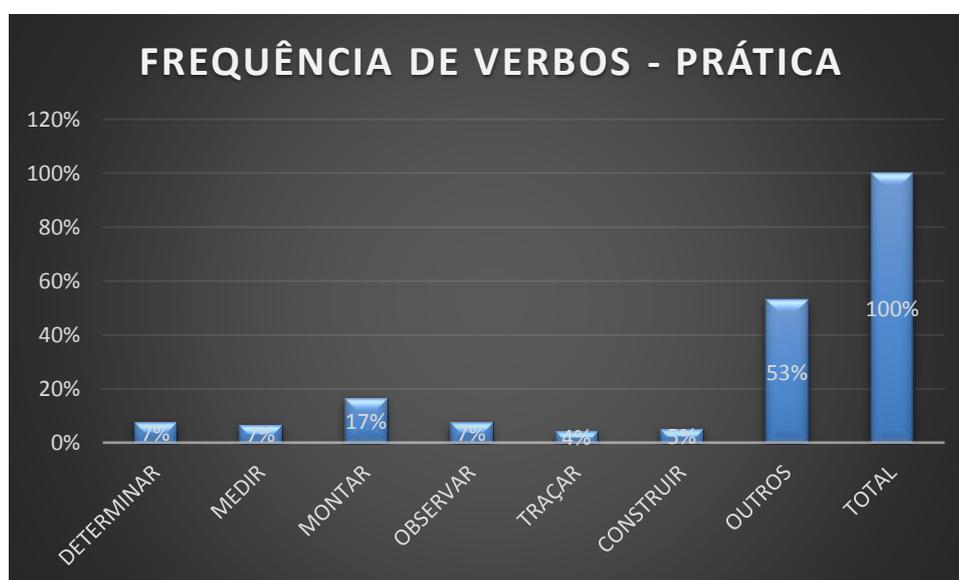


Figura 39 – Percentual dos verbos mais frequentes no item “Atividade Prática”

Quanto ao item “Procedimentos” que são orientação ao professor, foram contabilizados 159 verbos e os mais frequentes estão na tabela 23.

Tabela 23. Verbos do item “procedimentos”

| VERBO      | FREQUÊNCIA | PERCENTUAL |
|------------|------------|------------|
| apresentar | 11         | 7%         |
| explicar   | 20         | 13%        |
| orientar   | 25         | 16%        |
| solicitar  | 17         | 11%        |
| outros*    | 86         | 54%        |

\*soma dos verbos com frequência menor



Figura 40. Verbos presentes no item “Procedimentos”

Os verbos que mais aparecem são orientar, explicar, solicitar e apresentar. Indicam formas de orientar o professor de como agir durante o desenvolvimento da atividade. Não há verbos que orientem o professor a buscar conhecer as ideias prévias dos alunos, ou a solicitar a emissão de hipóteses, de forma a estabelecer um diálogo produtivo com os alunos no sentido de apontar solução ao problema ou a identificar as formas como os objetivos poderiam ser atingidos. Em geral são verbos relacionados aos passos da sequência experimental. O que fazer para montar o experimento e desenvolver a atividade.

Quanto às Questões apresentadas aos alunos em cada atividade foram contabilizados 46 verbos e os mais frequentes estão na tabela 24.

Tabela 24. Frequência de verbos nas questões

| VERBO      | FREQUÊNCIA | PERCENTUAL |
|------------|------------|------------|
| reconhecer | 10         | 22%        |
| Apresentar | 6          | 13%        |
| Comunicar  | 6          | 13%        |
| Planejar   | 3          | 7%         |
| outros*    | 21         | 46%        |

\*soma dos verbos com frequência menor



Figura 41. Verbos utilizados nas questões

### **Nível de Cognição analisado a partir dos verbos utilizados (pela Taxonomia de Bloom)**

Os verbos foram analisados quanto ao nível de cognição em 3 dos 4 itens estudados: problema, objetivos e questões. Para os “procedimentos” não seria pertinente usar a taxonomia de Bloom, pois neste item, os verbos de ação são indicados aos professores e não aos alunos. Assim, quando aparece o verbo explicar, essa ação não é uma solicitação feita aos alunos (o que representaria síntese ou avaliação, que são processos que exigem alta cognição), mas aos professores. Ou seja, os professores deverão explicar o funcionamento de um aparelho, explicar um determinado tipo de circuito. Também foram encontrados vários verbos que não estão listados na tabela de verbos de Bloom ( anexo 1). Em alguns casos foram utilizados sinônimos, mas com alguns, isso não foi possível. Exemplos de verbos não encontrados na listagem do anexo 1: cotar, prender, colocar, molhar, medir, retirar, orientar, colocar, observar, pedir, solicitar, distribuir, entender, compreender....

Classificação do nível de cognição dos verbos utilizados no item “objetivos”

Tabela 25. Cognição x frequência de aparição dos verbos

|              |    |     |
|--------------|----|-----|
| CONHECIMENTO | 25 | 13% |
| COMPREENSÃO  | 60 | 31% |
| APLICAÇÃO    | 19 | 10% |
| ANÁLISE      | 22 | 11% |
| SÍNTESE      | 26 | 14% |
| AVALIAÇÃO    | 12 | 6%  |
| Indefinida   | 28 | 15% |

A figura 42 mostra o nível de cognição dos verbos nos objetivos.

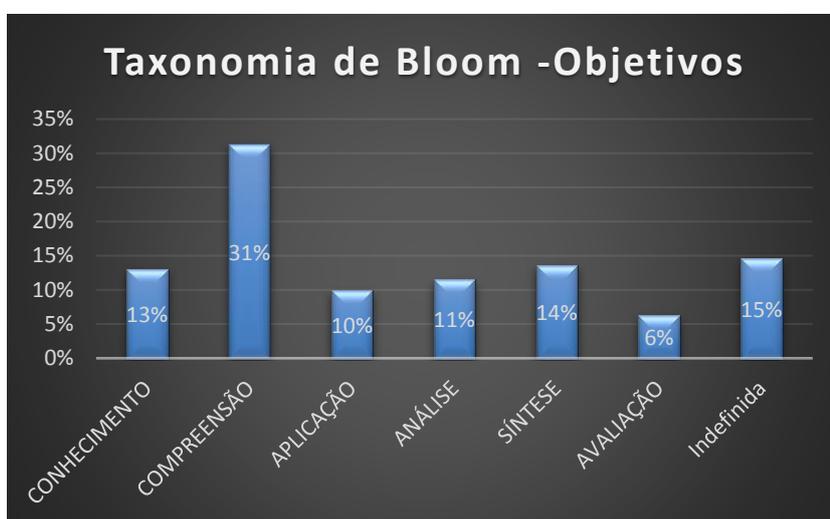


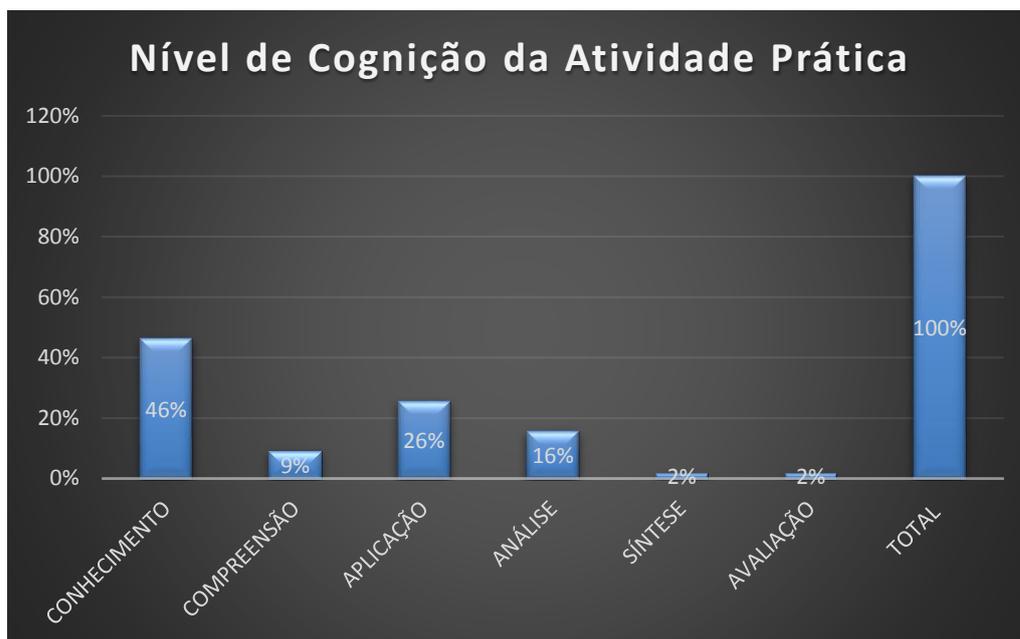
Figura 42. Nível de cognição dos objetivos x % verbos

Classificação do nível de cognição dos verbos utilizados no item “Atividade Prática”

Tabela 26. Nível de cognição x verbos do item “Atividades Práticas”

|              |     |      |
|--------------|-----|------|
| CONHECIMENTO | 56  | 46%  |
| COMPREENSÃO  | 11  | 9%   |
| APLICAÇÃO    | 31  | 26%  |
| ANÁLISE      | 19  | 16%  |
| SÍNTESE      | 2   | 2%   |
| AVALIAÇÃO    | 2   | 2%   |
| TOTAL        | 121 | 100% |

Figura 43. Nível de cognição x verbos utilizados no item “Atividade Prática”



## QUESTÕES

Tabela 27. Nível de cognição x verbos do item “Questões”.

|              |    |     |
|--------------|----|-----|
| CONHECIMENTO | 1  | 2%  |
| COMPREENSÃO  | 13 | 25% |
| APLICAÇÃO    | 13 | 25% |
| ANÁLISE      | 1  | 2%  |
| SÍNTESE      | 8  | 15% |
| AVALIAÇÃO    | 4  | 8%  |
| Indefinida   | 12 | 23% |

Figura 44. Nível de cognição x verbos utilizados no item “Questões”.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os protocolos de análise permitiram encontrar respostas para as questões de pesquisa de forma a atender aos objetivos, lembrando que o objetivo geral do trabalho foi investigar os roteiros de atividades experimentais de Física disponibilizados nos Cadernos do aluno e pela ONG e analisar as possibilidades de este material didático atender à expectativa da Secretaria Estadual da Educação de São Paulo de possibilitar aos alunos uma educação pública de melhor qualidade, a partir da escola de ensino Integral.

Para tanto, foram selecionados e analisados todos os 47 experimentos dos Cadernos, sendo 09 do Caderno 1 (vol 1 e 2), 19 do Caderno 2 (vol 1 e 2) e 19 do Caderno 3 (vol 1 e 2) e os 37 roteiros da STEM/Brasil que é um programa da ONG Worldfund, parceira de Secretarias de Educação de alguns estados brasileiros, incluindo São Paulo, e que tem entre seus objetivos, a formação de educadores em Física, Química, Biologia e Matemática utilizando uma metodologia baseada em projetos.

Quanto às áreas da Física, de forma geral, os roteiros da STEM e os Cadernos trazem experimentos com diferentes temas, abrangendo o currículo sugerido pela SEE/SP, sendo que nesse último, ondulatória é o tema mais recorrente e gravitação o menos explorado. Nos roteiros da STEM prevalecem atividades de eletricidade e, em menor número, de física moderna.

Quanto às questões problematizadoras, os Cadernos não partem de uma questão. Em geral, há um pequeno contexto e a seguir é apresentado o roteiro com os procedimentos, de forma a verificar alguma lei, construir algum equipamento de baixo custo.

Porém, quanto aos roteiros da ONG, todos partem de um problema, ou pelo menos do que os elaboradores entendem como problema. Não são questões problematizadoras, não são colocadas em nível de pergunta, mas a maioria traz verbos de ação utilizados para identificar objetivos. Há muitas questões iniciadas pelo termo “como”, que segundo Roca Tort (2006) são perguntas que levam à descrição dos componentes e processos envolvidos no fenômeno. Já para Fortin (2009) o “como” reporta-se ao enunciado do objetivo.

A formulação de um problema, para essa autora, deve gerar questões “quê”, “quem” e “porquê”.

São 21 problemas sem interrogação, 14 problemas que fazem uso do “Como”, 3 utilizam “quais” e um utiliza “o quê”. Dos problemas sem interrogação, os verbos mais utilizados são comprovar, determinar, construir, montar que levam a uma visão de atividade experimental com base no empirismo-indutivismo, ou seja, uma concepção, segundo Gil-Pérez et al (2001), na qual a observação e a experimentação são entendidas como atividades neutras, independentes de compromissos teóricos, deixando-se de lado o papel de teorias e hipóteses como orientadoras da investigação.

Em outras práticas, há características do modelo kuhniano, com aplicação de um conhecimento já conhecido. Mas, concordando com Gil-Pérez et al. (2001, p. 130-131), parecem se apoiar em um suposto -método científico-, e apresentam uma visão aproblemática e ahistórica, da ciência, relacionada ao ensino como uma retórica de conclusões, buscando-se transmitir aos alunos conhecimentos já elaborados, sem mostrar os problemas dos quais eles se originaram.

Com relação aos verbos de ação presentes nos objetivos das atividades experimentais dos Cadernos, que permitem uma descrição do que se espera que o estudante esteja apto a fazer, apesar de alguns roteiros apresentarem ações que demandam maior complexidade cognitiva, em geral, a maioria exige habilidades mais simples dos alunos. Grande parte das atividades tem como objetivos a compreensão (38%) e a aplicação (26%) de conceitos, sendo que o verbo que aparece com maior frequência é “construir”, pois parte das atividades envolve a construção de um equipamento de baixo custo, com materiais caseiros, experimentos que dispensam o uso de laboratórios estruturados, técnicos e professores capacitados na área de física.

Nos roteiros da ONG, muitos problemas, que mais parecem ser o objetivo geral, fazem uso dos verbos “compreender”, “entender”, “assimilar” que se prestam a várias interpretações e não expressam comportamentos observáveis, não esclarecem o que se pretende do estudante. Cabe lembrar que os objetivos são importantes não só para nortear o trabalho do docente, mas também para orientar o aluno sobre o que é importante naquela atividade e o que ele deverá buscar fazer, atender.

Quanto aos objetivos, há uma série deles em cada roteiro, cerca de 5 em média. Alguns desses objetivos não são propriamente objetivos da prática, mas os procedimentos para se determinar grandezas que vão ser importantes para se atingir o objetivo geral que é o “problema” da atividade.

Quanto à realização dos experimentos, de forma geral, as atividades dos Cadernos, com verbos no imperativo, sugerem que devam ser feitos pelo aluno, de forma individual.

Os Cadernos parecem deixar ao aluno a incumbência do desenvolvimento das atividades experimentais, como algo complementar e não fundamental para a aprendizagem.

Contudo, no material da STEM/Brasil, os roteiros são de experimentos que devem ser feitos pelos professores em sala de aula, uma vez que exigem materiais de laboratório, não disponíveis aos alunos. A fala dos gestores confirma que a STEM/Brasil capacita os professores e os kits são enviados à escola para que os docentes possam realizar as práticas com os alunos. O que chama a atenção nos roteiros é que eles não são autoexplicativos, ou seja, se o professor não foi capacitado pela ONG dificilmente, somente com o roteiro, ele reproduziria a atividade.

Em livros e apostilas dedicados a aulas práticas, os procedimentos, em geral, são detalhados, de forma que o professor, com formação na área, de posse do material necessário, consegue repetir o experimento, sem muito esforço.

No caso dos roteiros da STEM/Brasil, parece haver uma ligação bastante imbricada entre a capacitação do docente e a realização da prática. Os docentes passam por capacitação feita pela própria ONG. Essa capacitação tem o intuito de *instruir* pessoas que vão repetir os ensinamentos aos alunos, por meio de roteiros prontos, “bastando que professores improvisados treinados em seguir apostilas e obedecer sejam suficientes para os novos propósitos”.(FREITAS, 2014, p.1103).

Não se observa em nenhum momento o direcionamento de esforços por parte da ONG para a formação inicial do professor, para os cursos de licenciatura. Parece aceitarem o fato de que há falta de professores e por isso vão *treinar* os que estão exercendo essa função naquele momento.

Freitas (2014, p.1103) considera que dessa forma, os profissionais tornam-se facilmente substituíveis.

[...] em relação aos profissionais da educação, opera-se a mesma desqualificação que ocorre no interior dos processos produtivos com a introdução de novas tecnologias e com os controles gerenciais, ou seja, os profissionais vão tornando-se facilmente substituíveis e, portanto, aligeira-se a sua própria formação profissional.

Com a recusa da ONG em ter o material avaliado, concordamos com Freitas (2014, p.1103) quando pondera que os reformadores da educação caminham na direção de

afastar as universidades do processo formativo dos profissionais da educação, redirecionando-os para instituições cuja base teórica restrita impeça de formá-los dentro de uma perspectiva mais avançada e crítica, alinhando sua formação às exigências restritas do domínio do conteúdo expresso no currículo oficial”.

O autor considera que o apostilamento, o planejamento passo a passo, o controle gerencial, colaboram para que seja desnecessária a presença de um profissional preparado. Também não é mais necessário, segundo Freitas (2014) acompanhar o ritmo de desenvolvimento da aprendizagem dos alunos, pois há reforços, sistemas on line e para os casos de alunos que não acompanham, é só aguardar a sua desistência em algum momento, de forma a não incomodar as estatísticas.

Quanto ao grau de matematização dos roteiros, poucos experimentos dos Cadernos exigem a obtenção de dados, aplicação de fórmulas e a elaboração de tabelas/gráficos. A grande maioria é de verificação de leis e nenhuma de investigação, que poderia exigir uma maior participação do aluno e do professor ao partir de uma situação problemática.

Com relação às concepções dos gestores, as atividades experimentais são essencialmente motivadoras. Segundo a Vice-Diretora, as aulas experimentais são desejadas pelos alunos e estes, podem mudar o seu projeto de vida.

Os gestores entendem que os alunos podem ver na prática o que estudam na teoria, ter a sua curiosidade aguçada. Para oportunizar o protagonismo do aluno este pode trazer de casa o material, aquilo que ele tem curiosidade, podendo inclusive apresentar o experimento.

Apesar de a palavra protagonismo ser muito enfatizada pelos entrevistados, não se observa em suas falas a necessidade de condução de atividades investigativas no laboratório, a partir de questões problematizadoras, que possibilitem aos alunos levantar hipóteses, conduzir investigações, apresentar e defender argumentos científicos, contradizendo as orientações das Diretrizes.

Para Piolli (2014, apud Costa 2014) o projeto de vida é para o aluno sentir o que ele quer ser no mercado de trabalho, totalmente instrumental, para a formação de forças de trabalho. Assim, o pesquisador entende que as escolas não estariam oferecendo formação cultural, mas um treinamento técnico mercantilizado. O projeto é idealizado pela sociedade neoliberal, na qual o protagonismo, a competitividade e a meritocracia são palavras de ordem.

As concepções e crenças dos gestores sobre as atividades experimentais são atendidas pelos elaboradores dos roteiros, uma vez que estes apresentam uma abordagem mais empírica, de demonstração das leis, fazendo os alunos “verem” na prática o que estudam na teoria. Entretanto, tanto o que pensam os gestores, como o que pensam os elaboradores dos roteiros, de certa forma, vão em direção oposta às Diretrizes, que almejam laboratórios como “ambientes férteis de aprendizado e de construção de conhecimentos científicos, e para tanto há necessidade de uma metodologia apropriada”. (SÃO PAULO, 2013, p.33).

A conclusão final é que tanto os experimentos dos Cadernos quanto os experimentos da STEM/Brasil não cumprem o que é almejado pela Secretaria de Educação do Estado de São Paulo. Prevalece em grande parte dos roteiros, uma visão empirista de atividade experimental, em descompasso com o caráter *investigativo* que os documentos oficiais apontam ser como necessário para as aulas práticas nas escolas de ensino integral.

Resultado similar encontraram Castro e Lopes (2011) ao investigarem a escola de educação integral. As aulas continuavam sendo “dadas” pelos professores e ‘protagonismo’ juvenil era pouco desenvolvido. Assim, a

concepção filosófica de educação integral da SEE/SP, registrada nos documentos oficiais, não encontrava reflexos na prática, por vários motivos.

No caso da presente pesquisa, a visão empirista dos roteiros dos Cadernos e do material da STEM/Brasil repercute diretamente no processo educacional uma vez que não auxiliam o professor a adotar práticas não habituais e diferentes das vivenciadas durante a sua formação, ou seja, romper com uma *formação tradicional direcionada para um ensino também tradicional*. (CARVALHO, 2011, apud MATEUS et al. 2016, p.3).

Será que necessitamos de outros roteiros para se ensinar Física? Será que professores com boa formação, inicial e continuada, com uma boa estrutura na escola, não seriam capazes de adaptar o material existente, de caráter fechado, por problemas realmente interessantes, bem elaborados, a ponto de fazer os estudantes se interessarem e buscarem soluções? (MATEUS et al. 2016). Para Clement, Terrazzan e Nascimento (2003, apud MATEUS et al, 2016), não existe a necessidade de substituição dos roteiros experimentais, mas sim de uma adaptação dessas propostas.

As práticas investigativas trabalham com situações abertas ou semiabertas, ou seja, “livre de roteiros, em que o aluno é responsável por uma verdadeira investigação do fenômeno apresentado na situação” (MATEUS et al, 2016, p.1). Um ensino investigativo exige, antes de tudo, uma liberdade maior do estudante no levantamento de hipóteses, na execução da atividade, na qual o professor, com um bom conhecimento em sua área de atuação, assume o papel de mediador entre a ciência e os estudantes.

Um material didático, por melhor que seja elaborado e apresentado (o que não é o caso) pode, no máximo, possibilitar uma melhoria do ensino, mas a saída é sempre a boa formação do professor. Se os próprios cursos de licenciaturas mantêm um ensino de laboratório com visão empirista e se os materiais didáticos caminham nesse sentido, o que fazer para que os professores mudem essa prática e passem a trabalhar com um ensino mais investigativo? O que fazer quando, mesmo nas escolas de ensino integral, há professores que não têm a formação específica?

A meta deveria ser a formação dos professores, pois nenhum material vai dar conta de um bom ensino e de um bom aprendizado, se o professor não for capacitado. E não serão cursinhos de capacitação que reforçam a visão

empirista da atividade experimental, que trarão mudanças substanciais à prática dos professores de física do ensino médio.

Em pesquisa sobre as atividades do Programa STEM na Flórida, no qual a ONG CPALMS<sup>10</sup> mantém uma parceria com o Departamento de Educação, Gesser e DiBello (2016) constataram que são disponibilizados aos professores de Ciências **518** planos de aula, sendo que cada um traz o código das habilidades que serão avaliadas nos testes a que serão submetidos os alunos. As pesquisadoras perguntam: como desenvolver **o senso crítico** diante desse maciço processo de emparelhamento e padronização dos currículos, kits e de práticas docentes?

Evidente que ao analisarmos somente o material didático, não estamos computando as tomadas de decisões dos professores em sala de aula que podem romper com o ensino de base puramente empirista. Por isso, outras pesquisas sobre as atividades experimentais que ocorrem nas escolas de educação integral, o dia a dia da escola, a sala de aula, o ensino, a aprendizagem dos alunos, o impacto dessas aulas voltadas para o mercado nas escolhas e carreiras profissionais dos alunos, são necessárias e urgentes.

---

<sup>10</sup> A CPALMS é uma instituição não governamental que serve como “[...] fonte para padrões de informações e descrição de cursos e programas”. É um sistema de “[...] caixa de ferramenta informacional online, recursos vetados e ferramentas interativas que ajudam efetivamente os professores a implementar padrões de ensino”. (GESSER e DIBELLO, 2016, p.86).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ALVES Filho, José de Pinho. **Atividades experimentais: do método à prática construtivista**. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2000.

AMARAL, Ivan Amorosino do. 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. pp. 81-123.

AMARAL, Ivan Amorosino do. Conhecimento Formal, Experimentação e Estudo Ambiental. **Ciência & Educação**, 3, dezembro, 1997. Disponível em: <file:///C:/Users/User/Downloads/23-78-1-PB.PDF>

ARANDA, Nivaldo de Souza; SILVA, Maria Aparecida de Souza. Conhecimento e a experiência educativa segundo John Dewey, Disponível em: [https://www.unilestemg.br/popp/downloads/Artigo\\_03.pdf](https://www.unilestemg.br/popp/downloads/Artigo_03.pdf)

ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira de; ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. Atividades Experimentais no Ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 176-194, jun. 2003. Disponível em: <file:///C:/Users/User/Downloads/Ensino%20de%20F%C3%ADsica.pdf>

AZEVEDO, Maria Cristina P. Stela de. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; (Org). **Ensino de Ciências – Unindo a pesquisa e a prática**. Thomson, 2004.

BARRA, Vilma Marcassa e LORENZ, Karl M. Produção de materiais didáticos de ciências no Brasil, período: 1950 a 1980. **Ciência e Cultura**, Campinas, v.38, n.12, dez. 1986.

BARROS, Pedro Renato Pereira. **Atividades experimentais dos livros didáticos de física: um olhar através dos Parâmetros Curriculares Nacionais**. 2009. 134f. Dissertação (Mestrado em Ensino) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

BATISTA, Michel Corci; FUSINATO, Polônia Altoé e BLINI, Ricardo Brugnonle Reflexões sobre a importância da experimentação no ensino de física. **Acta Scientiarum**. Human and Social Sciences Maringá, v. 31, n. 1, p. 43-49, 2009. Disponível em:

<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciHumanSocSci/article/view/380/380>

BIBIANO, Bianca. São Paulo terá 8,7% das escolas em tempo integral. **Revista Veja Digital**. Disponível em: <http://veja.abril.com.br/noticia/educacao/sao-paulo-tera-87-das-escolas-em-tempo-integral>. Acesso em: 25 de novembro de 2015.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. Lisboa, Portugal; Edições 70, LDA, 1997.

BARGALLÓ, Conxita Márquez., ROCA, Montserrat Tort. Plantear preguntas: um ponto de partida para aprender ciências. **Revista Educación e Pedagogía**, v. XVIII, n. 45, 2006, pp.61-71.

BORGES, Antônio Tarciso. Novos Rumos para o Laboratório Escolar de Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Santa Catarina, v. 19, n. 3, p. 291-313, dez. 2002.

BRANCO, Maria Luísa. O sentido da educação democrática: revisitando o conceito de experiência educativa em John Dewey. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 36, n.2, p. 599-610, maio/ago. 2010.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, Lei 9.394, de 20/12/1996.

BRASIL Ministério da Educação, Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: ensino médio. Brasília: Ministério da Educação, 1999.

BRASIL **Fundação Nacional de Desenvolvimento da Educação FNDE**: Ensino Médio. Brasília: Ministério da Educação, 2010.

BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio DCNEM**. Brasília: Ministério da Educação, 2000.

BRASIL Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio**: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.

BRASIL MEC, SEB. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, SEB, 2006.

BRASIL. MEC. Ministério da Educação. PNLD – **Programa Nacional do Livro Didático**. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/busca-geral/318-programas-e-acoes-1921564125/pnld-439702797/12391-pnld> (visitado em 04/07/2017)

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de, et al. **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Editora Thompson, 2004.

CARVALHO, Adriano Vieira de. **O ensino de física no estado de São Paulo**: os cadernos do professor e do aluno no discurso oficial e nas representações dos professores. 2015. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2015.

CASTRO, Adriana de, LOPES, Roseli Esquerdo. A escola de tempo integral: desafios e possibilidades. **Ensaio**: aval. pol. públ. Educ., Rio de Janeiro, v. 19, n. 71, p. 259-282, abr./jun. 2011. <http://www.scielo.br/pdf/ensaio/v19n71/a03v19n71> acesso em 09/08/2016

CAVALIERE, Ana Maria. Tempo de escola na educação Pública. **Educação e Sociedade**. Campinas, vol. 28, n. 100 - Especial, p. 1015-1035, out. 2007.

COSTA, Juliana Meres. Escolas de Tempo Integral não solucionam problemas da educação. **JPress**, março/2014. Disponível em: ensino integral <http://jpress.jornalismojunior.com.br/2014/03/escolas-tempo-integral-nao-solucionam-problemas-educacao/> Acesso em 09/08/2016.

DANTAS, Gisele Kemp Galdino. **Política educacional paulista (1995-2012): dos primórdios da reforma empresarial neoliberal à consolidação do modelo gerencial**. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Filosofia e Ciências, Marília, 2013.

DE PRO BUENO, Antonio. Planificación de unidades didácticas por los profesores: Análisis de tipos de actividades de enseñanza. **Enseñanza de las Ciencias**, 17 (3), p.411-429, 1999.

DESLAURIERS, Jean Pierre.; KERISIT, Michele. O delineamento de pesquisa qualitativa. In: POUPART, J. et al. A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos. Petrópolis: Vozes, 2008. p. 127-151.

DUVAL, Raymond. Registros de representações semióticas e funcionamento cognitivo da compreensão em Matemática. In: **Aprendizagem em Matemática: registros de representação semiótica**. Machado, S. D. A. (org.). Campinas, SP: Papyrus, pp. 11-33, 2003.

FARIA, Filipe Pereira. **Epistemologia e experimentos nos Cadernos de física do currículo do estado de São Paulo**. 2015. Dissertação (mestrado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, 2015. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/126482>> Acesso em 05/02/217.

FEITOSA, Raphael Alves. A. et al. "Projeto Aprendiz": concepções e dificuldades de professores de Biologia a respeito de atividades práticas. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA, 2.; ENCONTRO REGIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA, 1., 2007, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: Ed. da UFU, 2007. 1 cd-rom.

FERRAZ, Ana Paula do Carmo Michel; BELHOT, Renato Vairo Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 17, n. 2, p. 421-431, 2010 Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/gp/v17n2/a15v17n2>

FERREIRA, Norberto Cardoso (1978). **Proposta de laboratório para a escola brasileira**: um ensaio sobre a instrumentalização no ensino médio de física. Dissertação Mestrado , IF- FE- USP.

FERREIRA, Cássia Marilda Pereira dos Santos. **Escola em Tempo Integral: possível solução ou mito na busca da qualidade?** Dissertação (Mestrado em Educação) Pós-Graduação em Educação- Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2007.

FERREIRA, Nicholas Gabriel Minotti Lopes. **O papel da experiência na filosofia de John Dewey**. Encontro de Pesquisa Da Graduação em Filosofia da UNESP,VI. Vol. 4, nº 2, 2011. Disponível em: [www.marilia.unesp.br/filogenese](http://www.marilia.unesp.br/filogenese)

FORTIN, Marie Fabienne. **Fundamentos e etapas do processo de investigação**. Lisboa, Lusodidacta, 2009.

FRACALANZA, Hilário. 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. Pp. 175-195.

FRANCO, Maria Laura P. B. **Análise de Conteúdo**. 3 ed. Brasília: Liber livro editora, 2007.

FREITAS, Luiz Carlos de. Os reformadores empresariais da educação e a disputa pelo controle do processo pedagógico na escola. **Educ. Soc.**, Campinas, v. 35, nº. 129, p. 1085-1114, out.-dez., 2014.

GALIAN, Cláudia Valentina Assumpção; SAMPAIO, Maria das Mercês Ferreira. Educação em tempo integral: implicações para o currículo da escola básica. **Currículo sem Fronteiras**, v. 12, n. 2, p. 403-422, maio/ago. 2012.

GALIAZZI, Maria do Carmo. et al. Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. **Ciência & Educação**, v.7, n.2, p.249-263, 2001.

GENEVIÈVE SÉRÉ, Marie; COELHO, Suzana Maria; NUNES, António Dias. O papel da experimentação no ensino da física. **Cad.Bras.Ens.Fís.**, v.20, n.1: 30-42, abr. 2003.

GESSER, Veronica; DIBELLO, Lilia. Educação para Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática e as Relações com a Política de Avaliação em Larga Escala na Educação Básica. Santa Maria: **Educação**. v. 41 n. 1, p. 81-94, jan./abr. 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reeducacao/article/view/18173/pdf> Acesso em: 05.09.2017.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3a . ed. São Paulo: Atlas. 1991.158 p.

GIL, Perez Daniel.; VALDÉS, Pablo Castro. La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 14, n. 2, p. 155-163, 1996. Acesso em 05/07/2017

GIL, Perez Daniel; et al. Para uma visão não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v.7, n.2, p.125-153, 2001.Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v7n2/01.pdf>> Acesso em 05/07/2017

GIL, Antônio Carlos. **Didática do Ensino Superior**. São Paulo: Atlas, 2008.

GOMIDES, José Eduardo. A definição do problema de pesquisa a chave para o sucesso do projeto de pesquisa. **Revista do Centro de Ensino Superior de Catalão - CESUC - Ano IV - nº 06 - 1º Semestre – 2002**

HIGA, Ivanilda; OLIVEIRA, Odisséa Boaventura de. A experimentação nas pesquisas sobre o ensino de Física: fundamentos epistemológicos e pedagógicos. **Educar em Revista**, Curitiba, Brasil, n. 44, p. 75-92, abr./jun. Editora UFPR, 2012.

HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de Las Ciências**, v. 12, n.3, p. 299-313, 1994.

LABURÚ, Carlos Eduardo. Seleção de experimentos de física no ensino médio: uma investigação a partir da fala dos professores. **Investigação em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 2, 2005.

MAGALHÃES, Virginia Maria de Melo. **O Conceito de Experiência em Dewey e a Formação De Professores**. Disponível em: [http://leg.ufpi.br/subsiteFiles/ppged/arquivos/files/eventos/2006.gt2/GT2\\_2006\\_19.PDF](http://leg.ufpi.br/subsiteFiles/ppged/arquivos/files/eventos/2006.gt2/GT2_2006_19.PDF) Acesso em 03/12/2015.

MARIA, Carolina José; TOMMASIELLO, Maria Guiomar Carneiro; LOPES, Joaquim Bernardino. Influência do “Caderno de Química” em práticas de ensino em sala de aula. **Ciênc. Educ.**, Bauru, v. 21, n. 2, p. 329-349, 2015 Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v21n2/1516-7313-ciedu-21-02-0329.pdf>

MÁRQUEZ, Conxita; ROCA, Montserrat; GÓMEZ, Alma Adrianna Galindo SARDÁ, A. y PUJOL, Rosa Maria. La construcción de modelos explicativos complejos mediante preguntas mediadoras. **Investigación en la Escuela**, 53, p. 71-81, 2004.

MATEUS, Anderson Evangelista, SANTOS, Marcelo Gomes dos, ATAÍDE, Ana Raquel Pereira de. Elaboração de situações problema experimentais investigativas visando a compreensão de conceitos físicos. In: CONGRESSO

NACIONAL DE EDUCAÇÃO III. Natal/RN, 2006. **Atas...** CONEDU. Natal, RN, 2006.

MOEHLECKE, Sabrina. O ensino médio e as novas diretrizes curriculares nacionais: entre recorrências e novas Inquietações. Universidade do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Educação** v. 17 n. 49 jan.-abr. 2012.

MOGILKA, Maurício. O Que É Uma Experiência Educativa? **Revista Tempos e Espaços em Educação**. Aracaju, n. 05, p. 125-137, UFS, dezembro 2010.

MONTEIRO, Iguatiman Gischewski. et al. Os níveis cognitivos da Taxonomia de Bloom: existe necessariamente uma subordinação hierárquica entre eles? ENCONTRO DA ANPAD, XXXVI, 2012. **Atas...** Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: [http://www.anpad.org.br/admin/pdf/2012\\_EPQ1887.pdf](http://www.anpad.org.br/admin/pdf/2012_EPQ1887.pdf)

MOTA, Sílvia Maria Coelho. Escola de tempo integral: da concepção à prática. In: Seminário da Redestrado VI - Regulação Educacional e Trabalho Docente, Rio de Janeiro, 2006. **Atas...** Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro/RJ, 2006.

MOURA, Aguinaldo Capeletti. **Atividade experimental e o desenvolvimento de competências e habilidades no currículo do estado de São Paulo**. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência). Universidade Estadual Paulista. Bauru, 2013.

Disponível em:

[https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/90988/moura\\_ac\\_me\\_bauru.pdf?sequence=1](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/90988/moura_ac_me_bauru.pdf?sequence=1)

MORAIS, Rosilda dos Santos. **A aprendizagem de polinômios através da resolução de problemas por meio de um ensino contextualizado**. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de São Carlos, 2008.

MURARO, Darcísio Natal. Democracia como forma de vida: relações entre as ideias de John Dewey e Paulo Freire. SEMINÁRIO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO DA REGIÃO SUL IX, ANPED SUL., 2012. **Atas**. Disponível em: <http://www.uces.br/etc/conferencias/index.php/anpedsul/9anpedsul/paper/viewFile/2984/938> - acesso em 20/12/2016.

OLIVEIRA, Marcio Marques Lopes de. **O papel da experimentação no ensino pela pesquisa em física**. Dissertação (Mestrado em Educação em ciências e matemática). Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2010. Disponível em: <file:///C:/Users/User/Downloads/427168.pdf>

OLIVEIRA, Noé de, SOARES, Marlon Herbert Flora Barbosa. As atividades de experimentação investigativa em ciência na sala de aula de escolas de ensino médio e suas interações com o lúdico. ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO

DE QUÍMICA, 2010. Brasília. **Atas...** (XV ENEQ) Brasília, DF, Brasil, 2010. Disponível em: <http://www.sbj.org.br/eneq/xv/resumos/R1316-1.pdf>

PERALES, Palacios F.Javier, & JIMÉNEZ Valladares, Juan de Dios. Las ilustraciones en la enseñanza aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. **Revista Enseñanza de las Ciencias**. 20(3), 369-386, 2002.

PEREIRA, Luciene da Silva Gonçalves. **Formação docente: as TIC como alternativa para a experimentação no ensino de química**. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) Universidade Federal de Goiás – 2016. Disponível em: <[https://mestrado.prpg.ufg.br/up/97/o/Disserta%C3%A7%C3%A3o\\_final\\_LUCIENE.pdf](https://mestrado.prpg.ufg.br/up/97/o/Disserta%C3%A7%C3%A3o_final_LUCIENE.pdf)> Acesso em: 11/07/2016.

PRIESTLEY, W. J. The impact of longer term intervention on reforming physical science teachers' approaches to laboratory instruction: seeking a more effective role for laboratory in science education. **Dissertation Abstracts International**. 58(3), 1997.

ROCA, Tort Monserrat. **Aprender i ensenyar a formular bones preguntes**. IES Pla de les Moreres, 2006. Disponível em: <<http://www.xtec.cat/sgfp/llicencies/200506/memories/1126m.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2012.

ROSA, Creci Teresinha Werner da. **A metacognição e as atividades experimentais no ensino de Física**. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/95261/290643.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

SÁ, Emília Ferreira de., PAULA, Helder de Figueiredo e., LIMA, Maria Emília Caixeta de Castro, AGUIAR, Orlando Gomes de. As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso especialização em ensino de ciências. VI ENPEC – In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, VI, Florianópolis, SC, 2007. **Atas...** ABRAPEC, 2007. Disponível em: [www.nutes.ufrj.br/abrapec/vienpec/CR2/p820.pdf](http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/vienpec/CR2/p820.pdf) Acesso em 10 de julho de 2017.

SANTIAGO, José Cláudio Reis; COSTA, Ivan Ferreira da; GUIMARÃES, Eliane Mendes. A experimentação nos livros didáticos de física do ensino médio e os objetivos da educação **Anais** do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (VIII ENPEC) 2011. v. 1464-1. <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R1464-1.pdf>

SANTOS, Flávia Maria Teixeira; GRECA, Ileana Maria; Metodologias de pesquisa no ensino de Ciências na América Latina: Como pesquisamos na década de 2000. **Ciência & Educação**, v. 19, n. 1, p. 15-33, 2013 –Disponível

em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-73132013000100003](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132013000100003)

SANTOS, Marcela Calixto dos. **A concepção de experiência e educação em John Dewey**. Trabalho de Conclusão de Curso (Departamento de Educação) - Curso de Pedagogia da Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.

SÃO PAULO (Estado) Secretaria da Educação. Coordenadora de Gestão da Educação Básica. Programa Ensino Integral. **Diretrizes do Programa Ensino Integral do Estado de São Paulo**. Escola de Tempo Integral, São Paulo: SEE, 2013.

SÃO PAULO (Estado) Secretaria da Educação. Coordenadora de Gestão da Educação Básica. Programa Ensino Integral. **Diretrizes do Programa Ensino Integral do Estado de São Paulo**. Escola de Tempo Integral, São Paulo: SEE, 2015.

SÃO PAULO. Material de Apoio ao Currículo do Estado de São Paulo - **Caderno do Aluno** - Física (1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> séries – Volume 1 e 2). Nova Edição (2014-2017): Secretaria da Educação, 2014.

SERAFIM, Irineu Modes Junior; **O envolvimento do aluno no processo de ensino - aprendizagem durante a realização de atividades experimentais**. Dissertação (Mestrado em Química). Universidade Federal de São Carlos –SP, 2005. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/6624/DissIMSJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

SERAFIM, Maurício Custódio. A Falácia da Dicotomia Teoria-Prática Rev. **Espaço Acadêmico**, Ano I, nº 7 Dezembro de 2001. Disponível em: <https://www.espacoacademico.com.br/007/07mauricio.htm>  
Acesso em 01/03/2017.

SILVA, Fábio Cruz da, TOMMASIELLO, Maria Guiomar Carneiro. A importância das perguntas mediadoras na prática pedagógica de professores de física do ensino médio. In: MAGALHÃES JR, C.A.de O., CORASSA, M.J., LORENCINI, JR, A. (org.) **Formação de Professores de Ciências**. Maringá/ PR: EDUEM, 2017 (no prelo).

SILVA Junior, José Ferreira da. **Uma abordagem dialógica para a utilização de atividades experimentais em sala de aula**. Dissertação (Mestrado em ensino de Ciências Naturais e Matemática). Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Natal, 2010. Disponível em: [http://repositorio.ufrn.br:8080/jspui/bitstream/123456789/18333/1/JoseFSJ\\_DISERT.pdf](http://repositorio.ufrn.br:8080/jspui/bitstream/123456789/18333/1/JoseFSJ_DISERT.pdf)

SILVA, Maurício Nogueira Maciel da; ROCHA Filho, João Bernardes da. O papel atual da experimentação no ensino de física. **Atas...** Salão de Iniciação Científica XI – PUCRS, 09 a 12 de agosto de 2010. Disponível em:

[http://www.edipucrs.com.br/XISalaoIC/Ciencias\\_Exatas\\_e\\_da\\_Terra/Fisica/84372-MAURICIONOGUEIRAMACIELDASILVA.pdf](http://www.edipucrs.com.br/XISalaoIC/Ciencias_Exatas_e_da_Terra/Fisica/84372-MAURICIONOGUEIRAMACIELDASILVA.pdf)

SILVA, Vailton Afonso da; MARTINS, Maria Inês. **Análise de questões de física do ENEM pela Taxonomia de Bloom revisada**. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/epec/v16n3/1983-2117-epec-16-03-00189.pdf>

SILVEIRA, Fernando Lang da; OSTERMAN, Fernanda. A insustentabilidade da proposta indutivista de "descobrir a lei a partir de resultados experimentais". **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. Florianópolis, v.19, n. especial, p. 7-27, jun. 2002.

SOUZA, Fábio Luiz. de et al. **Atividades experimentais investigativas no ensino de química**. Programa Brasil Profissionalizado - Centro Paula Souza - Setec/MEC. CETEC Capacitações, 2013. Disponível em: [http://www.cpscetec.com.br/cpscetec/arquivos/quimica\\_atividades\\_experimentais.pdf](http://www.cpscetec.com.br/cpscetec/arquivos/quimica_atividades_experimentais.pdf). Acesso em 05/06/2016.

SUART, Rita de Cássia; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro; CARMO, Miriam Possar do. - Atividades experimentais investigativas: utilizando a energia envolvida nas reações químicas para o desenvolvimento de habilidades cognitivas. **Atas... VII Enpec – Florianópolis, dez/2009**, p.2-3. Disponível em: <http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viienpec/pdfs/220.pdf>

SUART, Rita de Cássia; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. As habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em uma atividade experimental investigativa. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, 8 (2), 2008. Disponível em: <http://revistas.if.usp.br/rbpec/article/view/53/46>.

TIBALLI, Elianda Figueiredo Arantes. Pragmatismo, experiência e educação em John Dewey. REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 26. **Anais eletrônicos**. ANPED, Caxambu, MG, 2003.

TOMMASIELLO, Maria Guiomar Carneiro (org.). **A Experimentação na Aprendizagem de Conceitos Físicos sob a perspectiva histórico-social**. Campinas: R Vieira Gráfica Editora, 2000.

TRIVIÑOS, Augusto Nivaldo Silva. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

VASCONCELOS, Simão Dias; SOUTO, Emanuel. O Livro Didático de ciências no ensino fundamental: proposta de critérios para a análise do conteúdo zoológico. **Ciência & Educação**, vol. 9, n.1, p. 93 – 104, 2003.

WUO, Wagner. O ensino de física na perspectiva do livro didático. In: Marcus Aurélio Taborda de Oliveira, Serlei Maria Fischer Ranzi. (Org.). **História das disciplinas escolares no Brasil**. Bragança Paulista: Editora da Universidade de São Francisco, 2003.

ZANOVELLO, Regiane; HORBACH, Roberta Klein , LIMA, Fernanda Oliveira, SIQUEIRA, André Boccasius. Reforçando Práticas Pedagógicas Experimentais a Partir da Revitalização de um Laboratório de Ciências. **Contexto & Educação**. Editora Unijuí, Ano 29 nº 94 Set./Dez. 2014, p.57-79.

## ANEXOS

### Anexo 1

Tabela 1. Níveis da Taxonomia de Bloom e seus respectivos verbos

| <b>Conhecimento</b> | <b>Compreensão</b> | <b>Aplicação</b> | <b>Análise</b> | <b>Síntese</b> | <b>Avaliação</b>         |
|---------------------|--------------------|------------------|----------------|----------------|--------------------------|
| Enumerar            | Alterar            | Aplicar          | Analisar       | Categorizar    | Avaliar                  |
| Definir             | Construir          | Alterar          | Reduzir        | Combinar       | Averiguar                |
| Descrever           | Converter          | Programar        | Classificar    | Compilar       | Escolher                 |
| Identificar         | Decodificar        | Demonstrar       | Comparar       | Compor         | Comparar                 |
| Denominar           | Defender           | Desenvolver      | Contrastar     | Conceber       | Concluir                 |
| Listar              | Definir            | Descobrir        | Determinar     | Construir      | Contrastar               |
| Nomear              | Descrever          | Dramatizar       | Deduzir        | Criar          | Criticar                 |
| Combinar            | Distinguir         | Empregar         | Diagramar      | Desenhar       | Decidir                  |
| Realçar             | Discriminar        | Ilustrar         | Distinguir     | Elaborar       | Defender                 |
| Apontar             | Estimar            | Interpretar      | Diferenciar    | Estabelecer    | Discriminar              |
| Relembrar           | Explicar           | Manipular        | Identificar    | Explicar       | Explicar                 |
| Recordar            | Generalizar        | Modificar        | Ilustrar       | Formular       | Interpretar              |
| Relacionar          | Dar exemplos       | Operacionalizar  | Apontar        | Generalizar    | Justificar               |
| Reproduzir          | Ilustrar           | Organizar        | Inferir        | Inventar       | Relatar                  |
| Solucionar          | Inferir            | Prever           | Relacionar     | Modificar      | Resolver                 |
| Declarar            | Reformular         | Preparar         | Selecionar     | Organizar      | Resumir                  |
| Distinguir          | Prever             | Produzir         | Separar        | Originar       | Apoiar                   |
| Rotular             | Reescrever         | Relatar          | Subdividir     | Planejar       | Validar                  |
| Memorizar           | Resolver           | Resolver         | Calcular       | Propor         | Escrever um review sobre |
| Ordenar             | Resumir            | Transferir       | Discriminar    | Reorganizar    | Detectar                 |
| Reconhecer          | Classificar        | Usar             | Examinar       | Relacionar     | Estimar                  |
|                     | Discutir           | Construir        | Experimentar   | Revisar        | Julgar                   |
|                     | Identificar        | Esboçar          | Testar         | Reescrever     | Selecionar               |
|                     | Interpretar        | Escolher         | Esquematizar   | Resumir        |                          |
|                     | Reconhecer         | Escrever         | Questionar     | Sistematizar   |                          |
|                     | Redefinir          | Operar           |                | Escrever       |                          |
|                     | Selecionar         | Praticar         |                | Desenvolver    |                          |
|                     | Situar             |                  |                | Estruturar     |                          |
|                     | Traduzir           |                  |                | Montar         |                          |
|                     |                    |                  |                | Projetar       |                          |

## Anexo 2- Currículo de Física da SEE/SP

Disponível em:

<http://www.educacao.sp.gov.br/a2sitebox/arquivos/documentos/780.pdf>

# Quadro de conteúdos e habilidades em Física

## 1ª série do Ensino Médio

### Conteúdos

#### 1º BIMESTRE

#### Movimentos – Grandezas, variações e conservações

Identificação, caracterização e estimativa de grandezas do movimento

- Observação de movimentos do cotidiano – distância percorrida, tempo, velocidade, massa etc.
- Sistematização dos movimentos segundo trajetórias, variações de velocidade etc.
- Estimativas e procedimentos de medida de tempo, percurso, velocidade média etc.

Quantidade de movimento linear, variação e conservação

- Modificação nos movimentos decorrentes de interações ao se dar partida a um veículo
- Variação de movimentos relacionada à força aplicada e ao tempo de aplicação, a exemplo de freios e dispositivos de segurança
- Conservação da quantidade de movimento em situações cotidianas

Leis de Newton

- As leis de Newton na análise do movimento de partes de um sistema mecânico
- Relação entre as leis de Newton e as leis de conservação

### Habilidades

- Identificar movimentos que se realizam no dia a dia e as grandezas relevantes que os caracterizam
- Reconhecer características comuns aos movimentos e sistematizá-las segundo trajetórias, variações de velocidade e outras variáveis
- Fazer estimativas, realizar ou interpretar medidas e escolher procedimentos para caracterizar deslocamentos, tempos de percurso e variações de velocidade em situações reais
- Identificar diferentes formas de representar movimentos, como trajetórias, gráficos, funções etc.

- Reconhecer causas da variação de movimentos associadas a forças e ao tempo de duração das interações
- Identificar as interações nas formas de controle das alterações do movimento
- Reconhecer a conservação da quantidade de movimento, a partir da observação, análise e experimentação de situações concretas, como quedas, colisões, jogos ou movimentos de automóveis
- Comparar modelos explicativos das variações no movimento pelas leis de Newton
- Reconhecer que tanto as leis de conservação das quantidades de movimento como as leis de Newton determinam valores e características dos movimentos em sistemas físicos

## 2º BIMESTRE

### 1ª série do Ensino Médio

#### Conteúdos

##### **Movimentos – Grandezas, variações e conservação**

##### Trabalho e energia mecânica

- Trabalho de uma força como medida da variação do movimento, como numa frenagem
- Energia mecânica em situações reais e práticas, como em um bate-estaca, e condições de conservação
- Estimativa de riscos em situações de alta velocidade

##### Equilíbrio estático e dinâmico

- Condições para o equilíbrio de objetos e veículos no solo, na água ou no ar, caracterizando pressão, empuxo e viscosidade
- Amplificação de forças em ferramentas, instrumentos e máquinas
- O trabalho mecânico em ferramentas, instrumentos e máquinas, de alicates a prensas hidráulicas
- Evolução do trabalho mecânico em transportes e máquinas

## Habilidades

- Identificar a presença de fontes de energia nos movimentos no dia a dia, tanto nas translações como nas rotações, nos diversos equipamentos e máquinas e em atividades físicas e esportivas
- Classificar as fontes de energia que produzem ou alteram movimentos
- Identificar energia potencial elástica e energia cinética como componentes da energia mecânica
- Identificar a variação da energia mecânica pelo trabalho da força de atrito
- Reconhecer o trabalho de uma força como medida da variação de um movimento, inclusive em situações que envolvem forças de atrito
- Reconhecer variáveis que caracterizam a energia mecânica no movimento de translação
- Identificar a energia potencial gravitacional e sua transformação em energia cinética
- Identificar o trabalho da força gravitacional na transformação de energia potencial gravitacional em energia cinética; por exemplo, em projéteis ou quedas-d'água
- Identificar o trabalho da força de atrito na dissipação de energia cinética numa freada
- Estabelecer critérios para manter distância segura numa estrada em função da velocidade, avaliando os riscos de altas velocidades
- Determinar parâmetros do movimento, utilizando a conservação da energia mecânica
- Reconhecer a evolução histórica e implicações na sociedade de processos de utilização de trabalho mecânico, como no desenvolvimento de meios de transporte ou de máquinas mecânicas
- Distinguir situações de equilíbrio daquelas de não equilíbrio, diante de situações naturais ou em artefatos tecnológicos
- Identificar as condições necessárias para a manutenção do equilíbrio estático e dinâmico de objetos no ar ou na água, avaliando pressão e empuxo
- Reconhecer, representar e classificar processos de ampliação de forças em diferentes ferramentas, máquinas e instrumentos

## 3º BIMESTRE

**1ª série do Ensino Médio****Conteúdos****Universo, Terra e vida**

## Constituintes do Universo

- Massas, tamanhos, distâncias, velocidades, agrupamentos e outras características de planetas, sistema solar, estrelas, galáxias e demais corpos astronômicos
- Comparação de modelos explicativos da origem e da constituição do Universo em diferentes culturas

## Interação gravitacional

- O campo gravitacional e sua relação com massas e distâncias envolvidas
- Movimentos junto à superfície terrestre – quedas, lançamentos e balística
- Conservação do trabalho mecânico
- Conservação das quantidades de movimentos lineares e angulares em interações astronômicas

**Habilidades**

- Identificar e caracterizar diferentes elementos que compõem o Universo
- Reconhecer e comparar modelos explicativos sobre a origem e a constituição do Universo segundo diferentes culturas ou em diferentes épocas
- Identificar e interpretar situações, fenômenos e processos conhecidos, envolvendo interações gravitacionais na Terra e no Universo
- Compreender as interações gravitacionais entre objetos na superfície da Terra ou entre astros no Universo, identificando e relacionando variáveis relevantes nessas interações
- Elaborar hipóteses e fazer previsões sobre lançamentos oblíquos na superfície terrestre
- Identificar e relacionar variáveis relevantes e estratégias para resolver situações-problema envolvendo movimentos na superfície terrestre
- Reconhecer e utilizar a conservação da quantidade de movimento linear e angular em interações astronômicas para fazer previsões e solucionar problemas

## 4º BIMESTRE

**1ª série do Ensino Médio****Conteúdos****Universo, Terra e vida**

## Sistema solar

- Da visão geocêntrica de mundo à visão heliocêntrica, no contexto social e cultural em que essa mudança ocorreu
- O campo gravitacional e as leis de conservação no sistema de planetas e satélites e no movimento de naves espaciais
- A inter-relação Terra–Lua–Sol

## Universo, evolução, hipóteses e modelos

- Teorias e hipóteses históricas e atuais sobre a origem, constituição e evolução do Universo
- Etapas de evolução estelar – da formação à transformação em gigantes, anãs ou buracos negros
- Estimativas do lugar da vida no espaço e no tempo cósmicos
- Avaliação da possibilidade de existência de vida em outras partes do Universo
- Evolução dos modelos de Universo – matéria, radiações e interações fundamentais
- O modelo cosmológico atual – espaço curvo, inflação e *big bang*

**Habilidades**

- Descrever, representar e comparar os modelos geocêntrico e heliocêntrico do Sistema Solar
- Debater e argumentar sobre a transformação da visão de mundo geocêntrica em heliocêntrica, relacionando-a às mudanças sociais da época
- Identificar campos, forças e relações de conservação para descrever movimentos no sistema planetário e de outros astros, naves e satélites
- Reconhecer a natureza cíclica de movimentos do Sol, Terra e Lua e suas interações, associando-a a fenômenos naturais e ao calendário, e suas influências na vida humana
- Reconhecer os modelos atuais propostos para a origem, evolução e constituição do Universo, os debates entre eles e os limites de seus resultados

- Relacionar ordens de grandeza de medidas astronômicas de espaço e tempo para fazer estimativas e cálculos
- Utilizar ordens de grandeza de medidas astronômicas para situar temporal e espacialmente a vida em geral e a vida humana em particular
- Identificar condições essenciais para a existência da vida, tal como é hoje conhecida na Terra
- Formular e debater hipóteses e explicações científicas acerca da possibilidade de vida fora da Terra
- Identificar as principais características do modelo cosmológico atual
- Identificar as diferentes formas pelas quais os modelos explicativos do Universo se relacionam com a cultura ao longo da história da humanidade

## 2ª série do Ensino Médio

### Conteúdos

#### 1º BIMESTRE

##### **Calor, ambiente e usos de energia**

Calor, temperatura e fontes

- Fenômenos e sistemas cotidianos que envolvem trocas de calor
- Controle de temperatura em sistemas e processos práticos
- Procedimentos e equipamentos para medidas térmicas
- Procedimentos para medidas de trocas de energia envolvendo calor e trabalho

Propriedades térmicas

- Dilatação, condução e capacidade térmica; calor específico de materiais de uso prático
- Quantificação de trocas térmicas em processos reais
- Modelos explicativos de trocas térmicas na condução, convecção ou irradiação

Clima e aquecimento

- Ciclos atmosféricos e efeitos correlatos, como o efeito estufa
- Avaliação de hipóteses sobre causas e consequências do aquecimento global

## Habilidades

- Identificar fenômenos, fontes e sistemas que envolvem calor para a escolha de materiais apropriados a diferentes usos e situações
- Identificar e caracterizar a participação do calor nos processos naturais ou tecnológicos
- Reconhecer as propriedades térmicas dos materiais e sua influência nos processos de troca de calor
- Reconhecer o calor como energia em trânsito
- Estimar a ordem de grandeza de temperatura de elementos do cotidiano
- Propor procedimentos em que sejam realizadas medidas de temperatura
- Identificar e caracterizar o funcionamento dos diferentes termômetros
- Compreender e aplicar a situações reais o conceito de equilíbrio térmico
- Explicar as propriedades térmicas das substâncias, associando-as ao conceito de temperatura e à sua escala absoluta, utilizando o modelo cinético das moléculas
- Identificar as propriedades térmicas dos materiais nas diferentes formas de controle da temperatura
- Relacionar mudanças de estado da matéria em fenômenos naturais e em processos tecnológicos com as variações de energia térmica e de temperatura
- Explicar fenômenos térmicos cotidianos, com base nos conceitos de calor específico e capacidade térmica
- Identificar a ocorrência da condução, convecção e irradiação em sistemas naturais e tecnológicos
- Explicar as propriedades térmicas das substâncias e as diferentes formas de transmissão de calor, com base no modelo cinético das moléculas
- Comparar a energia liberada na combustão de diferentes substâncias
- Analisar a relação entre energia liberada e fonte nutricional dos alimentos
- Identificar os processos de troca de calor e as propriedades térmicas das substâncias, explicando fenômenos atmosféricos ou climáticos
- Identificar e caracterizar os processos de formação de fenômenos climáticos como chuva, orvalho, geada e neve
- Identificar e caracterizar as transformações de estado no ciclo da água

- Identificar e caracterizar as diferentes fontes de energia e os processos de transformação para produção social de energia
- Analisar o uso de diferentes combustíveis, considerando seu impacto no meio ambiente
- Caracterizar efeito estufa e camada de ozônio, sabendo diferenciá-los
- Debater e argumentar sobre avaliações e hipóteses acerca do aquecimento global e suas consequências ambientais e sociais

## 2º BIMESTRE

### 2ª série do Ensino Médio

#### Conteúdos

##### **Calor, ambiente e usos de energia**

###### Calor como energia

- Histórico da unificação calor-trabalho mecânico e da formulação do princípio de conservação da energia
- A conservação de energia em processos físicos, como mudanças de estado, e em máquinas mecânicas e térmicas

###### Propriedades térmicas

- Operação de máquinas térmicas em ciclos fechados
- Potência e rendimento em máquinas térmicas reais, como motores de veículos
- Impacto social e econômico com o surgimento das máquinas térmicas – Revolução Industrial

###### Entropia e degradação da energia

- Fontes de energia da Terra – transformações e degradação
- O ciclo de energia no Universo e as fontes terrestres de energia
- Balanço energético nas transformações de uso e na geração de energia
- Necessidades energéticas e o problema da degradação

## Habilidades

- Reconhecer a evolução histórica do modelo de calor, a unificação entre trabalho mecânico e calor e o princípio de conservação da energia
- Avaliar a conservação de energia em sistemas físicos, como nas trocas de calor com mudanças de estado físico, e nas máquinas mecânicas e a vapor
- Avaliar a capacidade de realização de trabalho a partir da expansão de um gás
- Reconhecer a evolução histórica do uso de máquinas térmicas
- Reconhecer os limites e possibilidades de uma máquina térmica que opera em ciclo
- Explicar e representar os ciclos de funcionamento de diferentes máquinas térmicas
- Reconhecer os princípios fundamentais da termodinâmica que norteiam a construção e o funcionamento das máquinas térmicas
- Analisar e interpretar os diagramas  $P \times V$  de diferentes ciclos das máquinas térmicas
- Estimar ou calcular a potência e o rendimento de máquinas térmicas reais, como turbinas e motores a combustão interna
- Comparar e analisar a potência e o rendimento de diferentes máquinas térmicas a partir de dados reais
- Compreender o ciclo de Carnot e a impossibilidade de existência de uma máquina térmica com 100% de rendimento
- Identificar as diferentes fontes de energia na Terra, suas transformações e sua degradação
- Reconhecer o ciclo de energia no Universo e sua influência nas fontes de energia terrestre
- Compreender os balanços energéticos de alguns processos de transformação da energia na Terra
- Identificar e caracterizar a conservação e as transformações de energia em diferentes processos de geração e uso social, e comparar diferentes recursos e opções energéticas

## 3º BIMESTRE

**2ª série do Ensino Médio****Conteúdos****Som, imagem e comunicação**

Som – características físicas e fontes

- Ruídos e sons harmônicos – timbres e fontes de produção
- Amplitude, frequência, comprimento de onda, velocidade e ressonância de ondas mecânicas
- Questões de som no cotidiano contemporâneo
- Audição humana, poluição, limites e conforto acústicos

Luz – características físicas e fontes

- Formação de imagens, propagação, reflexão e refração da luz
- Sistemas de ampliação da visão, como lupas, óculos, telescópios e microscópios

**Habilidades**

- Reconhecer a constante presença das ondas sonoras no dia a dia, identificando objetos, fenômenos e sistemas que produzem sons
- Associar diferentes características de sons a grandezas físicas, como frequência e intensidade, para explicar, reproduzir, avaliar e controlar a emissão de sons por instrumentos musicais e outros sistemas
- Caracterizar ondas mecânicas (por meio dos conceitos de amplitude, comprimento de onda, frequência, velocidade de propagação e ressonância) a partir de exemplos de músicas e de sons cotidianos
- Reconhecer escalas musicais e princípios físicos de funcionamento de alguns instrumentos
- Explicar o funcionamento da audição humana para monitorar os limites de conforto, deficiências auditivas e poluição sonora
- Reconhecer e argumentar sobre problemas decorrentes da poluição sonora para a saúde humana e possíveis formas de controlá-los

- Identificar objetos, sistemas e fenômenos que produzem, ampliam ou reproduzem imagens no cotidiano
- Reconhecer o papel da luz, suas propriedades e fenômenos que envolvem a sua propagação, como formação de sombras, reflexão, refração etc.
- Associar as características de obtenção de imagens a propriedades físicas da luz para explicar, reproduzir, variar ou controlar a qualidade das imagens produzidas
- Reconhecer diferentes instrumentos ou sistemas que servem para ver, melhorar e ampliar a visão, como olhos, óculos, lupas, telescópios, microscópios etc., visando à sua utilização adequada
- Reconhecer aspectos e influências culturais nas formas de apreciação de imagens

#### 4º BIMESTRE

### 2ª série do Ensino Médio

#### Conteúdos

##### **Som, imagem e comunicação**

###### Luz e cor

- A diferença entre a cor das fontes de luz e a cor de pigmentos
- O caráter policromático da luz branca
- As cores primárias (azul, verde e vermelho) no sistema de percepção e nos aparelhos e equipamentos
- Adequação e conforto na iluminação de ambientes

###### Ondas eletromagnéticas

- A interpretação do caráter eletromagnético da luz
- Emissão e absorção de luz de diferentes cores
- Evolução histórica da representação da luz como onda eletromagnética

###### Transmissões eletromagnéticas

- Produção, propagação e detecção de ondas eletromagnéticas
- Equipamentos e dispositivos de comunicação, como rádio e TV, celulares e fibras ópticas
- Evolução da transmissão de informações e seus impactos sociais

## Habilidades

- Identificar a luz branca como composição de diferentes cores
- Associar a cor de um objeto a formas de interação da luz com a matéria (reflexão, refração, absorção)
- Estabelecer diferenças entre cor-luz e cor-pigmento
- Identificar as cores primárias e suas composições no sistema de percepção de cores do olho humano e de equipamentos
- Utilizar informações para identificar o uso adequado de iluminação em ambientes do cotidiano
- Utilizar o modelo eletromagnético da luz como uma representação possível das cores na natureza
- Identificar a luz no espectro de ondas eletromagnéticas, diferenciando as cores de acordo com as frequências
- Reconhecer e explicar a emissão e a absorção de diferentes cores de luz
- Identificar e caracterizar modelos de explicação da natureza da luz ao longo da história humana, seus limites e embates
- Reconhecer o atual modelo científico utilizado para explicar a natureza da luz
- Identificar os principais meios de produção, propagação e detecção de ondas eletromagnéticas no cotidiano
- Explicar o funcionamento básico de equipamentos e sistemas de comunicação, como rádio, televisão, telefone celular e fibras ópticas, com base nas características das ondas eletromagnéticas
- Reconhecer a evolução dos meios de comunicação e informação, assim como seus impactos sociais, econômicos e culturais
- Acompanhar e debater criticamente notícias e artigos sobre aspectos socioeconômicos, científicos e tecnológicos

## 3ª série do Ensino Médio

### Conteúdos

#### 1º BIMESTRE

## Equipamentos elétricos

### Circuitos elétricos

- Aparelhos e dispositivos domésticos e suas especificações elétricas, como potência e tensão de operação
- Modelo clássico de propagação de corrente em sistemas resistivos
- Avaliação do consumo elétrico residencial e em outras instalações; medidas de economia
- Perigos da eletricidade e medidas de prevenção e segurança

### Campos e forças eletromagnéticas

- Propriedades elétricas e magnéticas de materiais e a interação por meio de campos elétricos e magnéticos
- Valores de correntes, tensões, cargas e campos em situações de nosso cotidiano

## Habilidades

- Identificar a presença da eletricidade no dia a dia, tanto em equipamentos elétricos como em outras atividades
- Classificar equipamentos elétricos do cotidiano segundo a sua função
- Caracterizar os aparelhos elétricos a partir das especificações dos fabricantes sobre suas características (voltagem, potência, frequência etc.), reconhecendo os símbolos relacionados a cada grandeza
- Relacionar informações fornecidas pelos fabricantes de aparelhos elétricos a propriedades e modelos físicos para explicar seu funcionamento
- Identificar e caracterizar os principais elementos de um circuito elétrico simples
- Relacionar as grandezas mensuráveis dos circuitos elétricos com o modelo microscópico da eletricidade no interior da matéria
- Compreender o choque elétrico como resultado da passagem da corrente elétrica pelo corpo humano, avaliando efeitos, perigos e cuidados no manuseio da eletricidade
- Diferenciar um condutor de um isolante elétrico em função de sua estrutura, avaliando o uso de diferentes materiais em situações diversas

- Compreender os significados das redes de 110 V e 220 V, calibre de fios, disjuntores e fios terra para analisar o funcionamento de instalações elétricas domiciliares
- Dimensionar o gasto de energia elétrica de uma residência, compreendendo as grandezas envolvidas nesse consumo
- Dimensionar circuitos elétricos domésticos em função das características das residências
- Propor estratégias e alternativas seguras de economia de energia elétrica doméstica
- Relacionar o campo elétrico com cargas elétricas e o campo magnético com cargas elétricas em movimento
- Reconhecer propriedades elétricas e magnéticas da matéria e suas formas de interação por meio de campos
- Estimar a ordem de grandezas de fenômenos ligados a grandezas elétricas, como a corrente de um raio; carga acumulada num capacitor e tensão numa rede de transmissão

## 2º BIMESTRE

### 3ª série do Ensino Médio

#### Conteúdos

##### Equipamentos elétricos

Campos e forças eletromagnéticas

- Interação elétrica e magnética, o conceito de campo e as leis de Oersted e da indução de Faraday
- A evolução das leis do eletromagnetismo como unificação de fenômenos antes separados

Motores e geradores

- Constituição de motores e de geradores, a relação entre seus componentes e as transformações de energia

Produção e consumo elétricos

- Produção de energia elétrica em grande escala em usinas hidrelétricas, termelétricas e eólicas; estimativa de seu balanço custo-benefício e de seus impactos ambientais
- Transmissão de eletricidade em grandes distâncias
- Evolução da produção e do uso da energia elétrica e sua relação com o desenvolvimento econômico e social

## Habilidades

- A partir de observações ou de representações, formular hipóteses sobre a direção do campo magnético em um ponto ou região do espaço, utilizando informações de outros pontos ou regiões
- Identificar as linhas do campo magnético e reconhecer os polos magnéticos de um ímã, por meio de figuras desenhadas, malhas de ferro ou outras representações
- Representar o campo magnético de um ímã utilizando linguagem icônica de pontos, traços ou linhas
- Identificar a relação entre a corrente elétrica e o campo magnético correspondente em termos de intensidade, direção e sentido
- Relacionar a variação do fluxo do campo magnético com a geração de corrente elétrica
- Reconhecer a relação entre fenômenos elétricos e magnéticos a partir de resultados de observações ou textos históricos
- Interpretar textos históricos relativos ao desenvolvimento do eletromagnetismo, contextualizando as informações e comparando-as com as informações científicas atuais
- Explicar o funcionamento de motores e geradores elétricos e seus componentes e os correspondentes fenômenos e interações eletromagnéticos
- Reconhecer as transformações de energia envolvidas em motores e geradores elétricos
- Identificar critérios que orientam a utilização de aparelhos elétricos, como as especificações do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro), riscos, eficiência energética e direitos do consumidor
- Identificar semelhanças e diferenças entre os processos físicos em sistemas que geram energia elétrica, como pilhas, baterias, dínamos, geradores ou usinas
- Identificar fases e/ou características da transformação de energia em usinas geradoras de eletricidade
- Identificar e caracterizar os diversos processos de produção de energia elétrica
- Representar por meio de esquemas a transmissão de eletricidade das usinas até os pontos de consumo
- Relacionar a produção de energia com os impactos ambientais e sociais desses processos
- Estimar perdas de energia ao longo do sistema de transmissão de energia elétrica, reconhecendo a necessidade de transmissão em alta-tensão
- Identificar quantitativamente as diferentes fontes de energia elétrica no Brasil
- Relacionar a evolução da produção de energia com o desenvolvimento econômico e a qualidade de vida

## 3º BIMESTRE

**3ª série do Ensino Médio****Conteúdos****Matéria e radiação**

Matéria, propriedades e constituição

- Modelos de átomos e moléculas para explicar características macroscópicas mensuráveis
- A matéria viva e sua relação/distinção com os modelos físicos de materiais inanimados
- Os modelos atômicos de Rutherford e Bohr

Átomos e radiações

- A quantização da energia para explicar a emissão e absorção de radiação pela matéria
- A dualidade onda-partícula
- As radiações do espectro eletromagnético e seu uso tecnológico, como a iluminação incandescente, a fluorescente e o *laser*

Núcleo atômico e radiatividade

- Núcleos estáveis e instáveis, radiatividade natural e induzida
- A intensidade da energia no núcleo e seus usos médico, industrial, energético e bélico
- Radiatividade, radiação ionizante, efeitos biológicos e radioproteção

**Habilidades**

- Identificar e estimar ordens de grandeza de espaço em escala subatômica, nelas situando fenômenos conhecidos
- Explicar características macroscópicas observáveis e propriedades dos materiais, com base em modelos atômicos
- Explicar a absorção e a emissão de radiação pela matéria, recorrendo ao modelo de quantização da energia
- Reconhecer a evolução dos conceitos que levaram à idealização do modelo quântico para o átomo
- Interpretar a estrutura, as propriedades e as transformações dos materiais com base em modelos quânticos

- Identificar diferentes radiações presentes no cotidiano, reconhecendo sua sistematização no espectro eletromagnético e sua utilização por meio das tecnologias a elas associadas (rádio, radar, forno de micro-ondas, raios X, tomografia, *laser* etc.)
- Reconhecer a presença da radioatividade no mundo natural e em sistemas tecnológicos, discriminando características e efeitos
- Reconhecer a natureza das interações e a dimensão da energia envolvida nas transformações nucleares para explicar seu uso na geração de energia elétrica, na indústria, na agricultura e na medicina
- Explicar diferentes processos de geração de energia nuclear (fusão e fissão), reconhecendo-os em fenômenos naturais e em sistemas tecnológicos
- Caracterizar o funcionamento de uma usina nuclear, argumentando sobre seus possíveis riscos e as vantagens de sua utilização em diferentes situações
- Pesquisar e argumentar acerca do uso de energia nuclear no Brasil e no mundo
- Avaliar e debater efeitos biológicos e ambientais da radiatividade e das radiações ionizantes, assim como medidas de proteção

#### 4º BIMESTRE

### 3ª série do Ensino Médio

#### Conteúdos

##### Matéria e radiação

###### Partículas elementares

- Evolução dos modelos para a constituição da matéria – dos átomos da Grécia Clássica aos quarks
- A diversidade das partículas subatômicas, elementares ou não
- A detecção e a identificação das partículas
- A natureza e a intensidade das forças nas transformações das partículas

###### Eletrônica e informática

- Propriedades e papéis dos semicondutores nos dispositivos microeletrônicos
- Elementos básicos da microeletrônica; armazenamento e processamento de dados (discos magnéticos, CDs, DVDs, leitoras e processadores)
- Impacto social e econômico contemporâneo da automação e da informatização

## Habilidades

- Reconhecer os principais modelos explicativos dos fundamentos da matéria ao longo da história, dos átomos da Grécia Clássica aos quarks
- Identificar a existência e a diversidade das partículas subatômicas
- Reconhecer e caracterizar processos de identificação e detecção de partículas subatômicas
- Reconhecer, na história da ciência, relações entre a evolução dos modelos explicativos da matéria e da pesquisa com aspectos sociais, políticos e econômicos
- Reconhecer a natureza das interações e a relação massa–energia nos processos nucleares e nas transformações de partículas subatômicas
- Identificar a presença de componentes eletrônicos, como semicondutores, e suas propriedades em equipamentos do mundo contemporâneo

## APÊNDICES

### APÊNDICE 1. Experimentos dos Cadernos e seus respectivos protocolos de análises.

1ª SÉRIE - Roteiro 1 – Compensando os movimentos da ação de forças internas. (Mecânica)  
Volume1- Pág. 31

Discuta com seu grupo as seguintes questões: quando vocês jogam sua mochila para frente, vocês vão para trás? Quando vocês andam para frente (a pé ou de patins), provocam o movimento de algum elemento para trás? Podemos produzir ou alterar nosso movimento quando jogamos algo para longe?

#### Compensando os movimentos na ação de forças internas



Com seus colegas, faça um experimento: providenciem um carrinho movido a corda ou fricção, alguns lápis roliços e uma cartolina ou um pedaço de isopor, como está indicado na figura.

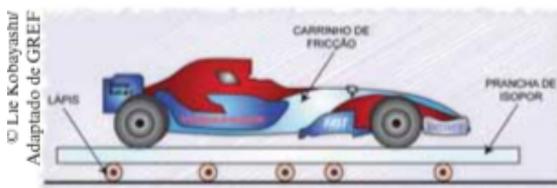


Figura 7.

1. A seguir, responda: será que o “chão” vai se mover para compensar o movimento do carrinho? Descreva o que ocorre.

2. Repita a atividade acrescentando mais placas de isopor sobre os lápis ou mais pedaços de cartolina, uns em cima dos outros, para aumentar a massa do “chão” por onde o carrinho anda. O que acontece?

3. Repita a atividade sem usar os lápis. Coloque o isopor sobre o chão. O que acontece?

4. Por que, enquanto o carrinho permanece na sua mão com as rodas no ar, mesmo que a roda dele esteja girando, ele não faz força para frente? Por que o carrinho vai para frente e o “chão” se move

para trás quando você solta o carrinho no chão ou no isopor?

5. Discuta com seus colegas a importância do atrito para vocês conseguirem ficar em pé parados, para começarem a andar e para modificarem o movimento durante uma caminhada. Anote as conclusões.
6. Registre as principais conclusões a que vocês chegaram durante a realização deste Roteiro de experimentação.

### ROTEIRO 1: COMPENSANDO OS MOVIMENTOS DA AÇÃO DE FORÇAS INTERNAS

| CONSTITUINTES DAS ATIVIDADES                                     | IDENTIFICAÇÃO  | REFERÊNCIAS  |
|--|--|--|
| 1- Apresentação  |  |  |
| Tema   | Caderno 1; Página 31<br>Título: Compensando os movimentos na ação de forças internas<br>Assunto: Quantidade de movimento linear, variação e conservação  | O tema consta do currículo de SP- 1ª série   |
| Contextualização /fatos e ou fenômenos.<br>Interdisciplinaridade | Inicia com levantamento de como os movimentos são alterados usando um brinquedo como modelo. Não há definição matemática, pois não se colocam fórmulas no texto. Usa como exemplo de sistema fechado uma pequena história que se passa em um parque onde três pessoas interagem em um sistema isolado. | Há contextualização com atividades cotidianas, no entanto, o aluno não vê a atuação da física nessas atividades logo a primeira vista. Para o aluno, uma bola batendo na parede é só uma bola batendo na parede. |
| Problematização  | Há duas perguntas de introdução<br>Quando você e seus amigos jogam as mochilas para frente vocês vão para trás? Podemos produzir ou alterar nosso movimento quando jogamos algo para longe?  |  |
| Objetivo geral   | Verificar a quantidade de movimento e sua conservação  |  |

|  |  |  |
|--|--|--|
| Grau de Direcionamento do roteiro  | Verificação  |  |
| Nível de Matematização   | Qualitativo  |  |
| Nível de cognição do(s) objetivo(s)  | Verbos : Discutir<br>Nível de Cognição:<br>Compreensão   |  |
| <b>2- Procedimentos</b>  |  |  |
| Grau de abertura do roteiro  | Nível 3 – Fechado. Todos os procedimentos são dados aos alunos   | Conhecimento e compreensão                                     |
| Materiais utilizados<br>Local de realização da prática<br>Em grupo ou individual?            | Carrinho a fricção ou corda; lápis, prancha de isopor tamanho levemente maior ao do carrinho. Pode ser feito na sala de aula ou mesmo em casa. | Atividade sugerida em grupo. Não há participação do professor. |
| Imagens /Legendas  | Imagem figurativa  | Sem legenda  |
| <b>3- Interpretação e análise</b>  |  |  |
|  |  |  |
| Nível de cognição das questões propostas a partir dos dados e em outras situações/aplicações | Verbos: Discutir; descrever, repetir; e registrar<br>Nível de cognição:<br>Conhecimento;<br>compreensão; aplicação;                            |  |
| <b>4- Comunicação</b>  |  |  |
| Elaboração de relatórios.<br>Sistematização dos dados  | O aluno deve registrar as principais conclusões que chegou.  |  |

2ª SÉRIE - Roteiro 10 – Construindo um termômetro (Termologia)  
Volume 1- Pág. 11

– Construindo um termômetro



Como se realiza a medida de temperatura? Como os termômetros funcionam? Para responder a essas perguntas e aprofundar a compreensão do conceito de temperatura e das propriedades térmicas de diferentes materiais, você vai construir um termômetro caseiro. Organize o material e siga as instruções para sua construção.

**Materiais:**

- ▶ pote plástico transparente para guardar filme fotográfico (ou de remédio, mas com tampa que vede bem);
- ▶ tubo transparente (ou tubo capilar) ou cano fino de plástico (entre 2 e 4 mm de diâmetro de espessura);
- ▶ cola;
- ▶ corante;
- ▶ álcool comum 96 °GL;
- ▶ vasilha com água e gelo.

**Mãos à obra!**

1. Na tampa do pote, faça um furo com o diâmetro do tubo transparente e encaixe-o na tampa.
2. Certifique-se de que está bem vedado, passando um pouco de cola quente na junção entre eles.
3. Agora, encha o pote até a metade com álcool e pingue algumas gotas de corante, para deixá-lo bem colorido.

4. Feche o pote com a tampa, deixando uma das extremidades do tubo imersa no álcool.

**Atenção!**

É preciso vedar muito bem o pote, pois, do contrário, o experimento não vai funcionar!

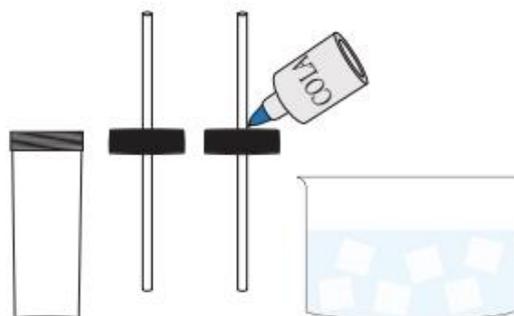


Figura 2.

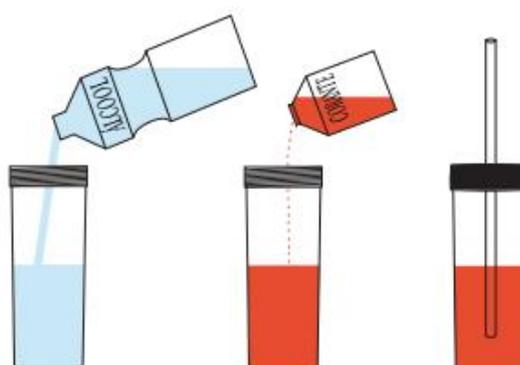


Figura 3.

5. Segure o pote com as mãos e observe o que acontece. Você verá uma coluna de álcool subindo pelo canudo.

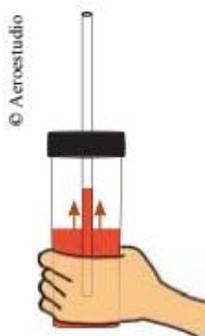


Figura 4.

6. Para fazer que a coluna de álcool desça, basta diminuir a temperatura do pote. Para isso, passe nele um algodão com álcool e assopre-o.

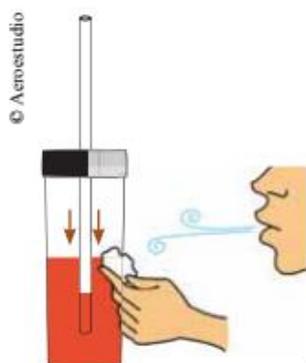
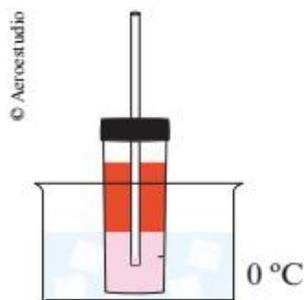


Figura 5.

7. Você deverá calibrar seu termômetro agora. Para isso, coloque-o em uma vasilha com gelo e espere algum tempo para que se atinja o equilíbrio térmico, momento em que a altura do álcool se estabiliza. Anote a altura do álcool no tubo, que vai corresponder à temperatura de equilíbrio com o gelo fundente ( $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).



8. Retire o termômetro da vasilha com gelo, coloque-o entre suas mãos e espere até que se atinja novamente o equilíbrio. Anote a nova altura atingida pelo álcool no tubo. Essa altura corresponderá aproximadamente à temperatura corporal ( $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

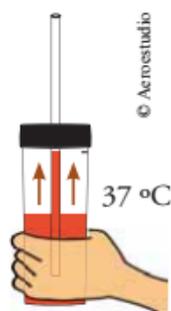


Figura 7.

9. Por meio desse procedimento, você pode construir uma escala para seu termômetro, já que conhece dois pontos no tubo associados a duas temperaturas. Meça a distância correspondente ao intervalo de  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $37\text{ }^{\circ}\text{C}$  e calcule, usando “regra de três”, qual distância vai corresponder a  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Faça marcas no tubo de 1 em  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , indo de  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  até onde conseguir.



Figura 8.

Você acaba de construir um termômetro similar aos que são vendidos na farmácia. O funcionamento é o mesmo, o que muda é o material que foi usado para construí-lo.

1. Antes de usar seu termômetro, responda à seguinte questão: será que os valores obtidos por um termômetro comercial serão muito diferentes dos que você obtém com seu termômetro caseiro? Justifique sua resposta.
2. Agora, use seu termômetro para medir a temperatura de outros objetos. Por exemplo, meça a temperatura ambiente e compare o resultado com a temperatura obtida em um termômetro comercial. Escreva a seguir os valores encontrados.
3. Será possível melhorar a sensibilidade e a precisão de seu termômetro? O que você acha que deve ser feito?
4. Observe algo interessante: segure o pote pela parte vazia. O que você acha que vai acontecer com a velocidade de aumento da coluna de líquido? Ela subirá mais rápido ou mais devagar do que quando você segura o pote pela parte cheia de álcool? Por quê?
5. Pare e tente responder: por que, ao calibrar seu termômetro, a coluna de álcool aumenta quando sua mão entra em contato com ele?

## ROTEIRO 10 – CONSTRUINDO UM TERMÔMETRO

| CONSTITUINTES DAS ATIVIDADES   | IDENTIFICAÇÃO   | REFERÊNCIAS/OBSERVAÇÕES  |
|--|---|--|
| <b>1- Apresentação</b>   |   |  |
| Tema   | “Construindo um termômetro”<br>Termometria  | O tema consta do currículo de SP-2ª série  |
| Contextualização / fatos e ou fenômenos.<br>Interdisciplinaridade                            | São feitas referências a fatos do cotidiano   | É citada a febre e a necessidade de se medir a temperatura do corpo. Há referência da importância de se conhecer a temperatura em situações do cotidiano |
| Problematização  | Sim, são feitas duas perguntas, mas de baixo nível cognitivo, ou seja, não proporcionam a elaboração de conceitos e o desenvolvimento de habilidades de pensamento relacionadas aos processos da ciência. | São feitas duas perguntas antes do início do procedimento: Como se realiza a medida de temperaturas e como os termômetros funcionam.                     |
| Objetivo geral   | Montagem de equipamento e/ou protótipo e a sua aplicação  | Construir um termômetro e utilizar para medir algumas temperaturas   |
| Grau de Direcionamento do roteiro  | Verificação   |  |
| Nível de Matematização   | Quantitativo de baixa exigência   |  |
| Nível de cognição do(s) objetivo(s)  | Verbo: Construir<br>Nível de cognição: Compreensão e aplicação  |  |
| <b>2- Procedimentos</b>  |   |  |
| Grau de abertura do roteiro  | Entreaberto   | Compreensão e Aplicação  |
| Materiais utilizados<br>Local de realização da prática<br>Em grupo ou individual?            | Não há necessidade de lugar adequado. Pode ser feito em casa, na sala de aula ou no laboratório   | Individual ou grupo. Não precisa de professor.   |
| Imagens /Legendas  | 5 imagens sendo: 2 figurativas e 3 híbridas   | Sem legenda  |
| <b>3- Interpretação e análise</b>  |   |  |
| Nível de cognição das questões propostas a partir dos dados e em outras situações/aplicações | Verbos: Responder, medir, melhorar, observar<br>Nível de cognição: conhecimento e compreensão   |  |
| <b>4- Comunicação</b>  |   |  |
| Elaboração de relatórios.<br>Sistematização dos dados  | Não há solicitação da elaboração de relatórios/síntese.   | Obs: São feitas medidas utilizando o termômetro construído   |

2ª SÉRIE - Roteiro 18 – Fazendo um som. (Acústica)  
Volume 2 - Págs. 19,20 e 21

**Roteiro – Fazendo um som**



Nesta Situação de Aprendizagem você deverá construir alguns instrumentos musicais rudimentares, mas com características essenciais que regem o funcionamento dos instrumentos mais complexos.

**Violão genérico**

**Materiais**

- ▶ 50 cm de fio de náilon;
- ▶ dois lápis ou prendedores de roupa;
- ▶ uma lata vazia de leite em pó ou achocolatado.

**Mãos à obra!**

1. Faça um furo no centro do fundo da lata e passe por ele o fio de náilon.
2. Amarre fortemente um lápis ou um prendedor de roupa em cada uma das extremidades do fio. Pronto, está feito seu violão genérico!
3. Vire a lata de boca para baixo e a apoie sobre uma mesa.
4. Agora estique o fio com uma mão, puxando-o pelo lápis ou prendedor de roupa, enquanto segura a lata com a outra mão.
5. Toque o violão com os dedos da mão que prende a lata, enquanto varia a tensão no fio com a outra mão.

## **Xilofone de água**

### **Materiais**

- ▶ diversas garrafas ou copos de vidro de mesmo tamanho e formato;
- ▶ uma colher ou lápis;
- ▶ água;
- ▶ corante alimentício.

### **Mãos à obra!**

1. Coloque diferentes volumes de água nas garrafas.
2. Adicione corante na água de cada uma das garrafas. O corante tornará mais fácil a diferenciação visual dos níveis de água.
3. Agora, soprando por cima do gargalo da garrafa, faça vibrar o ar em seu interior.
4. Você também pode fazer isso batendo na garrafa, ou nos copos, com uma colher ou um lápis.
5. “Toque” o xilofone e disponha as garrafas de modo a obter uma ordem crescente de frequências.

## **Gaita genérica**

### **Material**

- ▶ uma mangueira flexível de 80 cm de comprimento com ranhuras (conduíte).

### **Mãos à obra!**

1. Segure uma ponta da mangueira com uma das mãos e comece a girá-la sobre sua cabeça.
2. Fazendo variar a velocidade, podemos obter frequências diferentes, produzindo sons diferentes.

---

## Miniatabaque genérico

### Materiais

- ▶ tubo de papelão de um rolo de papel-toalha;
- ▶ uma bexiga;
- ▶ elásticos de escritório.

### Mãos à obra!

1. Estique a bexiga (como a pele de um tambor) numa extremidade do tubo e prenda-a com vários elásticos para não deixá-la escapar.
2. Agora é só usar os dedos para efetuar a percussão na bexiga.
3. Experimente deixá-la mais esticada ou menos esticada para variar a sonoridade.

**ROTEIRO 18 – FAZENDO UM SOM**

| CONSTITUINTES DAS ATIVIDADES   | IDENTIFICAÇÃO   | REFERÊNCIAS/OBSERVAÇÕES  |
|--|---|--|
| <b>1- Apresentação</b>   |   |  |
| Tema   | Som e instrumentos musicais   | O tema consta do currículo de SP-2ª série  |
| Contextualização / fatos e ou fenômenos.<br>Interdisciplinaridade                            | São feitas referências a fatos do cotidiano   | Há referência da diferença do som do piano e do violão.  |
| Problematização  |   | .  |
| Objetivo geral   | Montagem de equipamento e/ou protótipo e a sua aplicação usando material de baixo custo         | Construir e utilizar alguns instrumentos musicais  |
| Grau de Direcionamento do roteiro  | Verificação   |  |
| Nível de Matemização   | Qualitativo   |  |
| Nível de cognição do(s) objetivo(s)  | Verbo: Construir<br>Nível de cognição: Compreensão e aplicação                                  |  |
| <b>2- Procedimentos</b>  |   |  |
| Grau de abertura do roteiro  | Entreaberto   | Compreensão e Aplicação  |
| Materiais utilizados<br>Local de realização da prática<br>Em grupo ou individual?            | Não há necessidade de lugar adequado. Pode ser feito em casa, na sala de aula ou no laboratório | Individual ou grupo. Não precisa de professor.   |
| Imagens /Legendas  | Imagens figurativas   | Sem legenda  |
| <b>3- Interpretação e análise</b>  |   |  |
| Nível de cognição das questões propostas a partir dos dados e em outras situações/aplicações | Não são feitas questões sobre o experimento.  |  |
| <b>4- Comunicação</b>  |   |  |
| Elaboração de relatórios.<br>Sistematização dos dados  | Não há solicitação da elaboração de relatórios/síntese.   | O experimento só pede para variar tensão nas cordas do violão construído, variar altura das colunas de água no xilofone feito, mas não pede análise e nem faz perguntas. |

2ª SÉRIE - Roteiro 21 – Refratando. (Óptica)  
Volume 2 - Págs.46,47 e 48

**Roteiro – Refratando**



**Construindo as lentes**

**Materiais**

- ▶ régua de silicone (30 cm);
- ▶ duas caixas plásticas de CD;
  
- ▶ tesoura;
- ▶ cola instantânea;
- ▶ água.

**Mãos à obra!**

1. Inicialmente, corte a régua na direção de seu comprimento, separando-a em

duas metades com 30 cm cada. Uma das metades será utilizada na construção da lente convergente e a outra, na lente divergente.

---

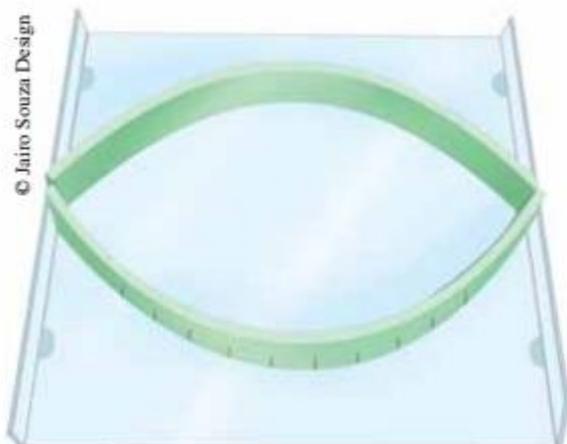
2. Pegue a parte de cima da caixa de CD (a caixa precisa ser das mais antigas, que são mais profundas): ela será a base de sua lente.

3. Corte uma das metades da régua ao meio, obtendo dois pedaços de 15 cm cada.

4. Posicione-os no meio da caixa, curvando-os cuidadosamente, como mostra a figura, e cole-os na base.

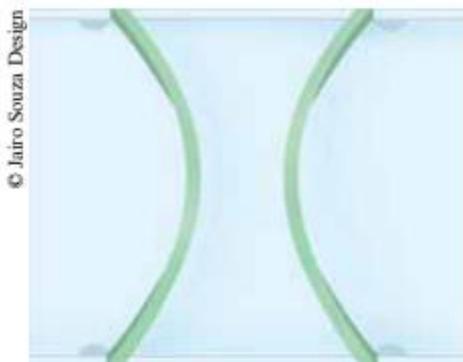
5. Basta esperar a cola secar e encher com água o vão entre as régua. Aí está sua lente convergente.

---



Lente convergente caseira.

6. Para a confecção da lente divergente, basta fazer a mesma coisa, mas colando as régulas curvadas para fora, como mostra a figura a seguir.
  7. Encha com água o vão central e terá sua lente divergente.
-



Lente divergente caseira.

### Convergindo

#### Materiais

- ▶ uma lente convergente caseira;
- ▶ uma folha de papel;
- ▶ duas ponteiros *laser*.

#### Mãos à obra!

1. Coloque a folha de papel sobre a mesa.
2. No centro da folha, coloque sua lente convergente.
3. Incida a luz do *laser* em uma das faces da lente e veja o que ocorre com o raio de luz.
4. Mantenha esse *laser* ligado e no mesmo lugar.
5. Agora, incida a luz do outro *laser* nessa mesma face, porém em outra posição. O que ocorre com os raios de luz?

### Divergindo

#### Materiais

- ▶ uma lente divergente caseira;
- ▶ uma folha de papel;
- ▶ duas ponteiros *laser*.

**Mãos à obra!**

1. Coloque a folha de papel sobre a mesa.
2. No centro da folha, coloque sua lente divergente.
3. Incida a luz do *laser* em uma das faces da lente e veja o que ocorre com o raio de luz.
4. Mantenha esse *laser* ligado e no mesmo lugar.
5. Agora, incida a luz do outro *laser* nessa mesma face, porém em outra posição. O que ocorre com os raios de luz?

**ROTEIRO 21 – REFRAATANDO**

| CONSTITUINTES DAS ATIVIDADES   | IDENTIFICAÇÃO  | REFERÊNCIAS/OBSERVAÇÕES  |
|--|--|--|
| 1- Apresentação  |  |  |
| Tema   | Refração da luz  | O tema consta do currículo de SP-2ª série  |
| Contextualização / fatos e ou fenômenos.<br>Interdisciplinaridade                            | São feitas referências a fatos do cotidiano. A aparente profundidade de uma piscina é citada                     | Por que para pegarmos um objeto na água ele nunca está onde parece?  |
| Problematização  | O funcionamento das lentes e os problemas de visão e suas correções.   | São feitas duas perguntas antes do início do procedimento: Como se realiza a medida de temperaturas e como os termômetros funcionam. |
| Objetivo geral   | Montagem de equipamento e verificar sua aplicação  | Construir lentes divergentes e convergentes  |
| Grau de Direcionamento do roteiro  | Verificação  |  |
| Nível de Matematização   | Qualitativa  |  |
| Nível de cognição do(s) objetivo(s)  | Verbo: Construir<br>Nível de cognição: Compreensão e aplicação   |  |
| 2- Procedimentos   |  |  |
| Grau de abertura do roteiro  | Entreaberto  | Compreensão e Aplicação  |
| Materiais utilizados<br>Local de realização da prática<br>Em grupo ou individual?            | Não há necessidade de lugar adequado. Pode ser feito em casa, na sala de aula ou no laboratório                  | Individual ou grupo. Não precisa de professor.   |
| Imagens /Legendas  | Imagens figurativas  | Há legenda caracterizando os diferentes tipos de lentes  |
| 3- Interpretação e análise   |  |  |
| Nível de cognição das questões propostas a partir dos dados e em outras situações/aplicações | O aluno tem que dizer o que ocorre com os raios de luz que atravessam as lentes.<br>Nível de cognição: Avaliação |  |
| 4- Comunicação   |  |  |
| Elaboração de relatórios.<br>Sistematização dos dados  | Não há solicitação da elaboração de relatórios/síntese.  | Após a confecção das lentes, são observados os raios de luz de um laser.   |

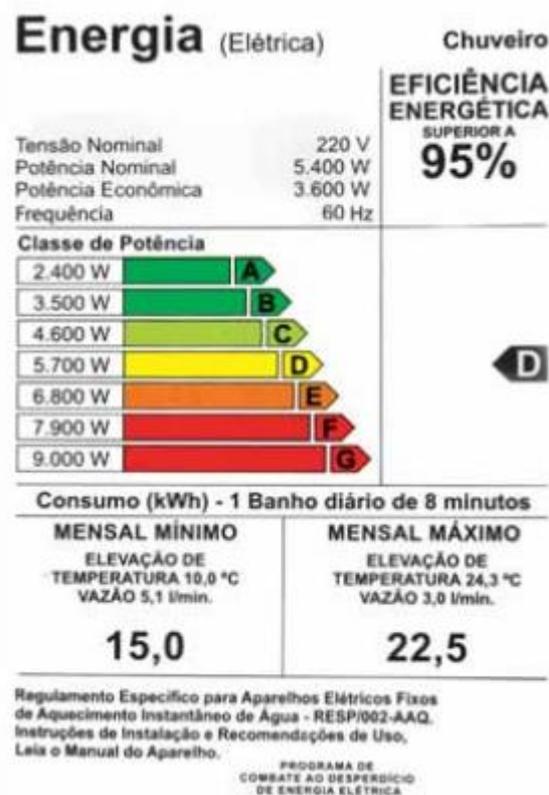
3ª SÉRIE - Roteiro 29 – Buscando as especificações dos aparelhos.  
(Eletricidade)  
Volume 1 - Págs. 12 e 12

### Roteiro – Buscando as especificações dos aparelhos

Procure em sua casa as etiquetas com as especificações ou os manuais de cada aparelho que você possui.

Copie na tabela a seguir as grandezas apresentadas. Por exemplo, em um ferro de passar roupa temos as seguintes grandezas: 750 W, 127 V, 50-60 Hz.

Depois de ter encontrado os valores das grandezas nos equipamentos de sua casa e preenchido a tabela, responda às perguntas:



| Aparelhos | Grandeza 1 | Grandeza 2 | Grandeza 3 | Grandeza 4 |
|-----------|------------|------------|------------|------------|
| 1.        |            |            |            |            |
| 2.        |            |            |            |            |
| 3.        |            |            |            |            |
| 4.        |            |            |            |            |
| 5.        |            |            |            |            |

1. Por que os aparelhos apresentam essas especificações?
2. O que pode acontecer com o aparelho se as especificações não forem obedecidas? Explique.
3. Você sabe o que significam os símbolos que aparecem nas especificações dos aparelhos? Explique.
4. Que símbolos representam as unidades de corrente, tensão, potência e frequência de cada aparelho?
5. Qual grandeza pode ajudar você na avaliação do consumo de energia elétrica? Por quê?
6. Existe um elemento comum nos aparelhos apontados na tabela da atividade Ordenando os aparelhos elétricos (Situação de Aprendizagem 1) que apresentam potência alta? Qual?

**ROTEIRO 29 – ENTENDENDO AS ESPECIFICAÇÕES DOS APARELHOS**

| CONSTITUINTES DAS ATIVIDADES   | IDENTIFICAÇÃO   | REFERÊNCIAS/OBSERVAÇÕES  |
|--|---|--|
| <b>1- Apresentação</b>   |   |  |
| Tema   |   | O tema consta do currículo de SP-3ª série  |
| Contextualização / fatos e ou fenômenos.<br>Interdisciplinaridade                            | Há uma introdução se referindo sobre o conhecimento prévio sobre as especificações elétricas dos aparelhos.                                 | Questiona se o aluno já verificou a etiqueta que vem nos aparelhos elétricos   |
| Problematização  | O aluno é instigado a procurar em casa as etiquetas ou manuais dos aparelhos, procurando suas especificações de potência, tensão, corrente. | O aluno precisa completar uma tabela indicando os aparelhos e as grandezas referentes ao seu funcionamento                   |
| Objetivo geral   | Reconhecer grandezas elétricas  |  |
| Grau de Direcionamento do roteiro  | Verificação   |  |
| Nível de Matematização   | Qualitativo   |  |
| Nível de cognição do(s) objetivo(s)  | Verbo: Procurar<br>Nível de cognição: Conhecimento  | Não há o verbo procurar na lista de bloom. Como pede para procurar nas etiquetas, interpretei como identificar nas etiquetas |
| <b>2- Procedimentos</b>  |   |  |
| Grau de abertura do roteiro  | Fechado   | Compreensão e Aplicação  |
| Materiais utilizados<br>Local de realização da prática<br>Em grupo ou individual?            | Busca de informações em casa através da análise de etiquetas  | Individual ou grupo. Não precisa de professor.   |
| Imagens /Legendas  | Imagens figurativas   | Sem legenda  |
| <b>3- Interpretação e análise</b>  |   |  |
| Nível de cognição das questões propostas a partir dos dados e em outras situações/aplicações | Verbos: Explicar<br>Nível de cognição: síntese  |  |
| <b>4- Comunicação</b>  |   |  |
| Elaboração de relatórios.<br>Sistematização dos dados  | O aluno precisa completar uma tabela com as grandezas encontradas nos aparelhos.  |  |

3ª SÉRIE - - Roteiro 33- Construa sua própria bússola (Magnetismo)  
Volume 1 - PÁG. 51



### Construa sua própria bússola

#### Materiais

- ▶ um copo ou uma xícara;
- ▶ uma agulha de costura;
- ▶ um pedaço de rolha ou isopor;
- ▶ água;
- ▶ um ímã.

#### Mãos à obra!

1. Encha um pouco mais da metade do copo (xícara) com a água.

2. Fixe a agulha no pedaço de rolha ou no isopor.

3. Esfregue o ímã na agulha sempre na mesma direção para imantá-la.

**Cuidado:** se você encostar na agulha, poderá desmagnetizá-la.

4. Coloque a rolha dentro do copo de forma a manter a agulha fora da água. Assim, ela poderá se movimentar em direção ao norte ou ser orientada por um ímã próximo.



Faça uma pesquisa sobre quais são os seres vivos que se utilizam do magnetismo para se localizar, um fenômeno co-

nhecido como biomagnetismo. Informe-se também sobre a origem do magnetismo nos materiais e registre suas conclusões em seu caderno.

### ROTEIRO 33 – CONSTRUA SUA PRÓPRIA BÚSSOLA

| CONSTITUINTES DAS ATIVIDADES   | IDENTIFICAÇÃO   | REFERÊNCIAS/OBSERVAÇÕES  |
|--|---|--|
| <b>1- Apresentação</b>   |   |  |
| Tema   | Construa sua própria bússola  | O tema consta do currículo de SP-3ª série                      |
| Contextualização / fatos e ou fenômenos.<br>Interdisciplinaridade                            | Não são feitas referências a fatos do cotidiano   |  |
| Problematização  | Nenhuma   |  |
| Objetivo geral   | Montagem de equipamento e/ou protótipo e a sua aplicação  | Construir uma bússola e observar sua direção                   |
| Grau de Direcionamento do roteiro  | Verificação   |  |
| Nível de Matematização   | Qualitativo   |  |
| Nível de cognição do(s) objetivo(s)  | Verbo: Construir<br>Nível de cognição: Compreensão e aplicação                                  |  |
| <b>2- Procedimentos</b>  |   |  |
| Grau de abertura do roteiro  | Entreaberto   | Compreensão e Aplicação  |
| Materiais utilizados<br>Local de realização da prática<br>Em grupo ou individual?            | Não há necessidade de lugar adequado. Pode ser feito em casa, na sala de aula ou no laboratório | Individual ou grupo. Não precisa de professor.                 |
| Imagens /Legendas  | Não há imagens  | Sem legenda  |
| <b>3- Interpretação e análise</b>  |   |  |
| Nível de cognição das questões propostas a partir dos dados e em outras situações/aplicações | Verbos: Construir e observar<br>Nível de cognição: conhecimento e compreensão                   |  |
| <b>4- Comunicação</b>  |   |  |
| Elaboração de relatórios.<br>Sistematização dos dados  | Não há solicitação da elaboração de relatórios/síntese.   | Apenas há uma observação da movimentação da bússola construída |

3ª SÉRIE - Roteiro 38 – Como podemos “ver” um átomo. (Física Moderna)  
Volume 2 - Págs. 11,12 e 13

**Roteiro – Observando algo invisível!**



Você já participou de um jogo de sinuca ou brincou com bolinhas de gude? Se já fez isso, sabe que, quando atiramos uma bolinha com dada velocidade contra um objeto ou anteparo, dependendo de seu tamanho e formato, ela rebate de forma diferente. Vamos usar essa “técnica” simples: atirar bolinhas contra um anteparo (alvo) para observar como elas se comportam depois de se chocar contra o alvo. A atividade permitirá compreender uma importante experiência feita em 1908 pelos cientistas Ernest Rutherford, Ernest Marsden e Hans Geiger, usada para elaborar um modelo atômico. Você vai descobrir o formato e a estrutura de um material sem enxergá-lo diretamente, pois ele estará escondido embaixo de uma placa de madeira.

**Materiais**

- ▶ placa de madeira com um corpo material plano fixado numa das faces, que ficará virada para baixo;
- ▶ bolinhas bem pequenas, de plástico, vidro ou metal, de no máximo 1 cm de diâmetro;
- ▶ folhas em branco, lápis e caneta.

**Lembre-se!** Você precisará descobrir uma característica do objeto sem conseguir vê-lo diretamente. Por isso, não tente enxergá-lo. Se o fizer, a atividade perderá todo o sentido!

**Mãos à obra!**

1. Atire as bolinhas embaixo da placa, identificando sua trajetória.
2. Repare, com muito cuidado, qual caminho cada uma faz ao ser lançada em

direção ao alvo e por qual caminho ela volta após bater nele.

3. Para melhorar suas observações, coloque um papel em branco sobre a placa e use uma caneta ou um lápis para marcar com precisão a trajetória das bolinhas.

Agora, procure responder com seus colegas de grupo às questões a seguir.

1. Qual é o possível formato do corpo embaixo da placa? Represente-o com um desenho.
2. Como e por que vocês chegaram a essa conclusão? Vocês poderiam confirmá-la?
3. O tamanho da bolinha tem alguma relação com a capacidade de perceber os detalhes do formato do material? Se as bolinhas fossem menores, os resultados poderiam ser diferentes? Explique.
4. É possível “ver” algo invisível? Discuta com seus colegas e responda de acordo com a atividade realizada.

## ROTEIRO 38 – COMO PODEMOS “VER” UM ÁTOMO

| CONSTITUINTES DAS ATIVIDADES   | IDENTIFICAÇÃO  | REFERÊNCIAS/OBSERVAÇÕES  |
|--|--|--|
| 1- Apresentação  |  |  |
| Tema   | Observando algo invisível  | O tema consta do currículo de SP-3ª série  |
| Contextualização / fatos e ou fenômenos.<br>Interdisciplinaridade                            | Breve descrição do átomo   | O tamanho do átomo, identificando dimensões de ordem de $10^{-10}$   |
| Problematização  | Como é possível “ver” o interior da matéria?   |  |
| Objetivo geral   | Como representar um átomo  |  |
| Grau de Direcionamento do roteiro  | Verificação  |  |
| Nível de Matematização   | Qualitativo  |  |
| Nível de cognição do(s) objetivo(s)  | Verbo: Observar, compreender, descobrir<br>Nível de cognição: Compreensão, aplicação e avaliação                   | O s níveis de cognição foram definidos através de sinônimos, pois os verbos não aparecem na taxonomia de bloom |
| 2- Procedimentos   |  |  |
| Grau de abertura do roteiro  | Entreaberto  | Compreensão e Aplicação  |
| Materiais utilizados<br>Local de realização da prática<br>Em grupo ou individual?            | Não há necessidade de lugar adequado. Pode ser feito em casa, na sala de aula ou no laboratório                    | Individual ou grupo. Não precisa de professor.   |
| Imagens /Legendas  | Imagem figurativa  | Sem legenda  |
| 3- Interpretação e análise   |  |  |
| Nível de cognição das questões propostas a partir dos dados e em outras situações/aplicações | Verbos: Explicar, responder, representar, concluir, desenhar<br>Nível de cognição: Avaliação, síntese, compreensão |  |
| 4- Comunicação   |  |  |
| Elaboração de relatórios.<br>Sistematização dos dados  | Não há solicitação da elaboração de relatórios/síntese.  |  |

## Apêndice 2. Consulta e resposta da ONG sobre a possibilidade de utilização dos roteiros

Enc: Autorização para uso dos roteiros em pesquisa

**De:**

Luis carlos Claro <luisclarosclaro@yahoo.com.br>

**Bloquear contato**

**Para:** "maguikomazello@terra.com.br" <maguikomazello@terra.com.br>, "MARIA GUIOMAR C. TOMMASIELLO" <mgtomaze@unimep.br>

[Exibir todos destinatários](#)

**Enviado em:** Sáb 5/08/17 17:52

**Recebido em:** Sáb 5/08/17 17:52

Em Segunda-feira, 31 de Julho de 2017 15:45, STEM Brasil <stembrasil@gmail.com> escreveu:

Prezado Professor Luis Carlos, boa tarde!

Atendendo sua solicitação de retorno, cabe-nos informar que os materiais da Plataforma de Aprendizagem Virtual - CAV, impressos ou não do STEM Brasil possuem direitos autorais e não é autorizada a sua utilização para fins que não sejam do próprio Programa. Assim sendo, não será possível a utilização em sua dissertação de Mestrado. Contamos com sua compreensão e seguimos à disposição.

Suporte Equipe STEM Brasil



Livre de vírus. [www.avg.com](http://www.avg.com).

Em 11 de julho de 2017 17:07, Luis carlos Claro <[luisclarosclaro@yahoo.com.br](mailto:luisclarosclaro@yahoo.com.br)> escreveu:

Prezados Senhores,

Conforme prévio contato pelo WhatsApp, estou enviando esse email para maiores esclarecimentos. Sou Luís Carlos Claro, professor de Física da rede pública de ensino do Estado de São Paulo, efetivo desde 2009, e estou, atualmente, cursando o mestrado stricto sensu em Educação na Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP). A minha pesquisa tem como tema de interesse a experimentação em Física, no ensino médio. Tomei contato com os roteiros da STEM na escola onde a pesquisa se desenvolve, e me interessei em analisá-los, juntamente com os experimentos dos Cadernos do aluno, material disponibilizado pela SEE/SP aos alunos e professores da rede. Preciso de uma autorização expressa da STEM Brasil para analisar o material e também para disponibilizar alguns roteiros (um de cada área) na dissertação (como anexo), para maior clareza e entendimento dos resultados da pesquisa. Estão sendo investigadas as áreas da Física contempladas pelos roteiros, os objetivos, os materiais utilizados, os procedimentos e encaminhamentos sugeridos. A defesa da dissertação está prevista para final de agosto de 2017 no PPGE/UNIMEP, por isso peço que me retornem o mais breve possível.

Desde já agradeço a atenção dispensada.

att.

Prof Luis Carlos Claro

OBS: Trabalho em uma escola estadual que não faz parte do programa de ensino integral, porém, minha pesquisa está sendo desenvolvida em uma escola desse programa (EE Monsenhor Jerônimo Gallo- Piracicaba -SP). Segue em anexo um modelo de autorização para o uso dos roteiros, imagens, bem como todas as informações pertinentes ao que se refere a STEM Brasil