

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Educação
Jardel Reis Heredia

**UTILIZAÇÃO DE *SOFTWARES* PARA O ENSINO DE FÍSICA NAS ESCOLAS
ESTADUAIS DE NÍVEL MÉDIO DA CIDADE DE JANUÁRIA EM 2019**

Diamantina
2019

Jardel Reis Heredia

**UTILIZAÇÃO DE *SOFTWARES* PARA O ENSINO DE FÍSICA NAS ESCOLAS
ESTADUAIS DE NÍVEL MÉDIO DA CIDADE DE JANUÁRIA EM 2019**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como requisito para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Antônio de Pádua Magalhães.

Diamantina

2019

Elaborado com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

H542u

Heredia, Jardel Reis

Utilização de softwares para o ensino de Física nas escolas estaduais de nível médio da cidade de Januária em 2019 / Jardel Reis Heredia, 2019.

96 p. : il.

Orientador: Antônio de Pádua Magalhães

Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Educação) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2019.

1. Ensino de Física. 2. TIC. 3. Software. 4. Recursos didáticos. I. Magalhães, Antônio de Pádua. II. Título. III. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

CDD 371.3

JARDEL REIS HEREDIA

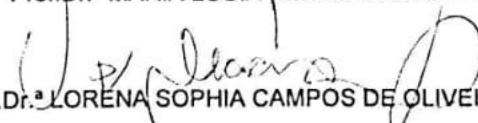
**UTILIZAÇÃO DE SOFTWARES PARA O ENSINO DE FÍSICA NAS
ESCOLAS ESTADUAIS DE NÍVEL MÉDIO DA CIDADE DE JANUÁRIA EM
2019**

Dissertação apresentada ao
MESTRADO EM EDUCAÇÃO, nível de
MESTRADO como parte dos requisitos
para obtenção do título de MESTRE
EM EDUCAÇÃO

Orientador (a): Prof. Dr. Antônio De
Pádua Magalhães

Data da aprovação : 10/12/2019


Prof. Dr.ª MARIA LÚCIA BENTO-VILLELA - UFVJM


Prof. Dr.ª LORENA SOPHIA CAMPOS DE OLIVEIRA - UFVJM


Prof. Dr.ª CLINÁSCIA RODRIGUES ROCHA ARAÚJO - IFNMG

DIAMANTINA

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por me conceder sabedoria e coragem para alcançar meu objetivo.

A Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, ao corpo docente, aos colegas de curso e ao Programa de Pós-Graduação em Educação, pela oportunidade e incentivo de realização do Mestrado.

Aos meus orientadores, Prof. Dr. Antônio de Pádua Magalhães e Prof^ª. Dra. Maria Lúcia Bento Villela, pela disponibilidade e ensinamentos.

Aos meus pais e meu irmão, pelo apoio e incentivo

Ao Instituto Federal do Norte de Minas Gerais, pela possibilidade de realizar meu Mestrado em outra Instituição.

Enfim, a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação.

RESUMO

O ensino de Física proposto nas escolas de nível médio tem apresentado deficiências devido ao baixo desempenho dos alunos nas avaliações de ensino. Em consequência, a didática adotada para a disciplina e a formação dos professores vêm sendo questionadas. Considerando os avanços tecnológicos e objetivando diversificar e aprimorar o processo ensino-aprendizagem, as instituições escolares vêm adotando gradualmente as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC). No ensino de Física não é diferente. Diante da defasagem dos recursos experimentais nas escolas públicas de nível médio, as simulações através de *softwares* têm se tornado uma opção, e estão sendo utilizadas pelos professores, com o intuito de tornar os conteúdos mais acessíveis para os alunos. Entretanto, para que esses recursos possam ser utilizados nas escolas, são necessários diversos instrumentos que incluem os laboratórios de informática. O presente trabalho teve como objetivo geral analisar se os *softwares* de Física contribuem significativamente para o processo ensino-aprendizagem, além de investigar e discutir as exequibilidades dos laboratórios de informática das escolas estaduais de nível médio da cidade de Januária-MG em 2019, observando a relevância desses laboratórios com as demais ferramentas didáticas que podem ser utilizadas, principalmente na disciplina de Física. Para alcançar este fim, o presente trabalho estruturou-se em uma pesquisa documental, bibliográfica, de campo, exploratória e descritiva, com abordagem qualitativa e quantitativa. Os estudos teóricos apontaram referências didáticas, demonstraram as contribuições das TIC no ensino de Física e evidenciaram o incentivo e a defasagem das instituições de ensino no que se refere a regulamentação sobre a inserção e permanência dos laboratórios de ciências e de informática. As observações foram feitas através de práticas realizadas nos laboratórios de informática de três escolas da região. Durante a pesquisa realizou-se descrições de práticas e roteiros experimentais que além de contribuir para práticas de ensino futuras, proporcionam mais uma oportunidade de aprendizado que desperta o interesse dos alunos. Os instrumentos de pesquisa demonstraram que a utilização dos *softwares* contribuiu significativamente para o processo ensino-aprendizagem, devido ao retorno apresentado pelos alunos e professores das escolas. Entretanto, mesmo se demonstrando um recurso didático relevante diante dos demais oferecidos, os *softwares* não são explorados nas escolas devido às condições de trabalho, que não são favoráveis para desenvolver aulas práticas nos laboratórios de informática, principalmente pela desproporção entre o número de computadores e de alunos por turma.

Palavras-chave: Ensino de Física. TIC. *Software*. Recursos didáticos

ABSTRACT

Physics teaching proposed in high schools has been deficient due to low performance of students in teaching assessments. As a result, the didactics adopted for the discipline and teacher education have been questioned. Considering the technological advances and aiming to diversify and improve the teaching-learning process, school institutions have gradually been adopting Information and Communication Technologies (ICT). It is no different in Physics teaching. Given the delay in experimental resources in public high schools, software simulations have become an option and are being used by teachers to make content more accessible to students. However, in order for these resources to be used in schools, a variety of tools are needed, including computer labs. The present work had as general objective to analyze if the Physics softwares contribute significantly to the teaching learning and investigate and discuss the feasibilities of computer labs at state high schools and investigate and discuss the feasibilities of computer labs at the state high schools of the city of Januária in 2019, observing the relevance of these laboratories with the other didactic tools that can be used, more importantly in Physics. To achieve this goal, the present work was structured in a documentary, bibliographical, exploratory, descriptive and field research, with qualitative and quantitative approach. The theoretical studies pointed out didactic references, demonstrated the contributions of ICT in Physics teaching and evidenced the encouragement and the lag of the educational institutions, regarding the regulation on the insertion and permanence of the Science and Computer laboratories. The observations were made through practices performed in the computer labs of three schools in the region. During this research, practice descriptions and experimental scripts were performed. And they provided yet another learning opportunity that arouses the interest of the students, in addition to contributing to future teaching practices. The research tools demonstrated that the use of the software contributed significantly to the teaching-learning process due to feedback from school students and teachers. However, even being shown as a relevant didactic resource compared to the others offered, the software is not explored in schools due to working conditions that are not favorable to develop practical classes in Computer labs, mainly because of the disproportion between the number of computers and students per class.

Keywords: Physics Teaching. ICT, Software. Teaching resources.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Etapa do Ensino Médio × Volume da coleção e conteúdo do volume	26
Quadro 2 – Lista e <i>links</i> de <i>softwares</i>	36
Quadro 3 – Seções x Número de Simulações	45
Quadro 4 – Etapas para realização da pesquisa	48
Quadro 5 – Número de participantes	48
Quadro 6 – Número de computadores por escola	54
Quadro 7 – Resolução dos procedimentos do terceiro ano	67
Quadro 8 – Respostas da primeira pergunta	70
Quadro 9 – Respostas da segunda pergunta	71
Quadro 10 – Onde estudantes costumam utilizar o computador	72
Quadro 11 – Atividades desenvolvidas pelos alunos através do computador	73
Quadro 12 – Transcrição da entrevista do PA	92
Quadro 13 – Transcrição da entrevista do PB	93
Quadro 14 – Transcrição da entrevista do PC	94

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CBC	Conteúdo Básico Comum
CBEF	Caderno Brasileiro de Ensino de Física
CNLD	Comissão Nacional do Livro Didático
CNST	Ciências da Natureza e suas Tecnologias
CRV	Centro de Referência Virtual do Professor
EPEF	Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física
INL	Instituto Nacional do Livro
LC	Laboratório de Ciências
LDB	Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996
LI	Laboratório de Informática
MEC	Ministério da Educação
MG	Estado de Minas Gerais
PA	Professor da Escola A
PB	Professor da Escola B
PC	Professor da Escola C
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCN+	Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (complemento)
PCNEM	Parâmetros Curriculares do Ensino Médio
PDF	Portable Document Format
<i>PhET</i>	<i>Physics Education Technology Project</i>
PNLD	Programa Nacional do Livro Didático
PROFI – 1.....	Projeto de Física I
<i>QuVis</i>	<i>The Quantum Mechanics Visualisation Project</i>
RBEF.....	Revista Brasileira de Ensino de Física
SEE-MG	Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais
SNEF	Simpósio Nacional de Ensino de Física
TCIC	Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação
TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REFERÊNCIAS DIDÁTICAS E ORIENTAÇÕES INSTITUCIONAIS.....	13
2.1 Didática no ensino de Física.....	13
2.2 Reformulação do Ensino Médio	20
3 RECURSOS DIDÁTICOS.....	25
3.1 O livro didático e o Conteúdo Básico Comum	25
3.2 O experimento e os laboratórios de ciências	28
3.3 Laboratórios virtuais no Ensino de Física.....	36
3.3.1 <i>O Physics Education Technology Project</i>	44
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	47
4.1 Classificação metodológica	47
4.2 Procedimento para realização da pesquisa	48
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	54
5.1 Observação dos Laboratórios de Informática	54
5.2 Roteiro experimental.....	56
5.3 O questionário.....	69
5.4 A entrevista realizada com os professores	74
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	79
REFERÊNCIAS.....	81
APÊNDICE A – ROTEIRO EXPERIMENTAL PRÁTICO 1º ANO	86
APÊNDICE B – ROTEIRO EXPERIMENTAL PRÁTICO 2º ANO.....	87
APÊNDICE C - ROTEIRO EXPERIMENTAL PRÁTICO 3º ANO	88
APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO DESTINADO AOS ALUNOS.....	89

APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO DESTINADO AOS PROFESSORES91

APÊNDICE F - TRANSCRIÇÃO DAS ENTREVISTAS DOS PROFESSORES..... 92

1 INTRODUÇÃO

As inovações tecnológicas influenciam consideravelmente o desenvolvimento da sociedade e, como consequência, a utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) nas escolas tornou-se uma necessidade. No intuito de diversificar, dinamizar e aprimorar o processo ensino-aprendizagem, as instituições escolares vêm adotando gradualmente as tecnologias digitais e, mesmo que a inserção destas não esteja concluída em sua totalidade, a utilização da informática já é uma realidade.

Hodiernamente, o computador está a serviço da sociedade, auxiliando no trabalho, lazer, acesso à informação, na comunicação e nos estudos. Devido à praticidade que proporciona nas diversas tarefas do dia a dia, ele se tornou uma ferramenta indispensável. Na educação, não é diferente, o computador tem se tornado uma ferramenta de consideráveis contribuições para a área, como na organização dos sistemas educacionais e no próprio processo ensino-aprendizagem.

Assim, o computador tornou-se para a escola um recurso pedagógico que possibilita ao aluno realizar diversas ações, como se comunicar, pesquisar, redigir textos, efetuar cálculos e simular fenômenos, o que permite à escola dinamizar o processo de ensino-aprendizagem com aulas mais criativas e motivadoras. Mas, para a utilização do computador e da informática de forma consciente, é importante que todos os componentes da escola (direção, alunos, professores e comunidade escolar) discutam e reflitam como tal recurso será aproveitado e quais os objetivos serão buscados, sem desconsiderar a proposta pedagógica da escola. Cabe ressaltar a importância de questionar o objetivo da utilização do computador na prática pedagógica, por meio da avaliação das qualidades e pontos positivos, e igualmente das limitações posteriormente encontradas.

No ensino de Física, o computador tem sido utilizado na execução de experimentos, análise de dados, construção de gráficos, realização de modelagens e simulações o que aproxima a prática docente da disciplina também através de *software*.

No ensino, as aulas práticas geralmente se apresentam como uma estratégia a qual estimula os alunos através da visualização de diversos fenômenos, contribuindo para a fixação de conteúdos e comprovação de resultados teóricos, mas nem sempre essa metodologia baseada na prática está presente no cotidiano das escolas. A Física Experimental demonstra-se uma ferramenta importante na construção do conhecimento, pois aproxima a teoria aos fenômenos naturais e é um instrumento eficiente para trabalhar conceitos obtidos na experiência cotidiana, além de proporcionar ao aluno um ambiente diferenciado de aprendizagem. Sendo assim, o

professor utiliza a aula prática como um recurso didático diversificado que desperta o desempenho cognitivo do aluno. Dificilmente encontraremos um professor ou aluno de Física que descarte totalmente a funcionalidade de aulas experimentais.

No Estado de Minas Gerais (MG), muitas escolas não possuem Laboratório de Ciências (LC) para que as aulas práticas de Física sejam realizadas, mas, devido a investimentos recentes, várias adquiriram Laboratório de Informática (LI), espaço que demonstra-se eficiente para a realização de práticas virtuais através de *softwares* e possibilita amenizar a ausência de recursos didáticos experimentais.

É importante ressaltar que simuladores e programas de computadores não substituem e nem devem ser utilizados para dispensar o LC, contudo são tecnologias educacionais importantes para colaborar na construção do conhecimento e auxiliar o professor no enfrentamento de dificuldades relacionadas a materiais didáticos.

Visando melhorar o processo ensino aprendizagem, diversos profissionais da área de educação procuram aprimorar e inovar o ensino. Com relação à Física não é diferente, visto que muitos alunos apresentam dificuldades em aprender tal disciplina. Assim novas estratégias são utilizadas, dentre elas, a inserção de novas tecnologias e aulas práticas no contexto escolar. A realização de aulas com auxílio de computadores é uma realidade atualmente e diversas pesquisas já concluíram que as práticas virtuais contribuem positivamente para o ensino de Física.

Segundo notícia publicada no dia 13 de fevereiro de 2017, em site oficial da Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais (SEE-MG), houve um investimento superior a 145 milhões em computadores nas escolas públicas em 2016 e 2017, e um conseqüente aumento de LI nas escolas estaduais. Esses equipamentos constituem relevância ao ensino de Física através de laboratórios virtuais considerando que aulas através dessa tecnologia demonstram-se atrativas e colaboram para uma aprendizagem consideravelmente efetiva.

Mediante o potencial efetivo apresentado por essa ferramenta, há a necessidade de testar os computadores para a aplicação de práticas virtuais, visto que os mesmos não foram dispostos nas escolas públicas do MG para esse fim, portanto não basta apenas instalá-los. Há ações importantes a empreender, como averiguar a qualidade dos aparelhos, pois podem influenciar na utilização da prática devido aos tipos de *softwares* e *hardwares* instalados e fatores como espaço físico, habilidade dos professores e alunos, quantidade de alunos e computadores bem como a viabilidade de práticas a partir dos LI inseridos nas escolas mineiras.

Diante do exposto, na realização da pesquisa, objetivou-se investigar, avaliar e discutir a implantação desses LI, sua exequibilidade para a realização de práticas construtivas e, analisar

a importância dos *softwares* de Física para a construção do conhecimento dos alunos através de aulas experimentais nas escolas públicas da cidade de Januária-MG. O presente trabalho disponibiliza referenciais que contribuí na elaboração e realização de práticas futuras a serem realizadas por professores de Física do Ensino Médio, pautados na assertiva de que é necessário amenizar a ausência do LC. Esclarece-se que a avaliação e discussão do trabalho articula-se considerando os planos curriculares nacionais e os eixos temáticos do Conteúdo Básico Comum (CBC) mineiro.

Acrescenta-se ainda que para alcançar o objetivo de pesquisa tornou-se necessário verificar: a compatibilidade de *softwares* de Física com os LI instalados nas escolas públicas do MG da cidade de Januária, o espaço físico, a qualidade das máquinas, a eficiência da internet e a habilidade dos professores e alunos na utilização de computadores, além de avaliar do rendimento escolar dos alunos considerando o interesse, a absorção de conteúdos e participação na aula.

2 REFERÊNCIAS DIDÁTICAS E ORIENTAÇÕES INSTITUCIONAIS

A palavra didática é derivada da expressão grega *techné didaktiké*, significa “arte de ensinar” em que o método de ensino influencia diretamente o processo ensino-aprendizagem, principalmente em relação ao ensino da ciência.

As instituições de ensino são orientadas por documentos que articulam com a didática por apresentar, currículos, carga horária, instrumentos de trabalho, orientações pedagógicas, dentre outros. As referências didáticas fazem parte do trabalho e dos cursos de formação dos professores e, se demonstram relevantes para o ensino porque através delas o método pode ser demonstrado e avaliado, para que a proposta de ensino possa ser mantida ou reformulada. A seguir é demonstrada uma discussão acerca da didática e das orientações institucionais que influenciam o processo ensino-aprendizagem.

2.1 Didática no ensino de Física

De acordo com Carlos (2016) a didática para o ensino de Física tornou-se objeto de discussão devido à dificuldade dos alunos em assimilar os conteúdos trabalhados e, conseqüentemente, muitos destes não conseguem atingir a média nas avaliações de ensino. O referido autor investigou a aprendizagem dos alunos brasileiros priorizando o ensino de Física no Ensino Médio e observou que:

Esse estudo revelou um baixo desempenho em Física dos estudantes que estão concluindo o Ensino Médio no Brasil. A maior parcela da população encontra-se nos três níveis de desempenho mais baixos, evidenciando a necessidade do acompanhamento do ensino dessa disciplina, para assim possibilitar ações políticas e pedagógicas que busquem melhorar a qualidade do ensino científico (CARLOS, 2016, p. 114).

Em relação ao ensino dessa disciplina escolar, são diversos os fatores responsáveis pelo baixo desempenho do educando, como o desinteresse, pouco ou nenhum investimento em laboratórios, ausência de recursos didáticos, aversão à Matemática que é uma das linguagens utilizadas na Física, dentre outros (DAMASCENO, 2011). A exposição de conteúdo realizada através de fórmulas e definições decoradas destaca-se como metodologia do ensino de Física ainda que se caracterize como um dos principais motivos para a queda de rendimento, sendo, portanto, alvo de críticas. Damasceno (2011) acrescentou que:

Essa “arte de ensinar” deve constituir uma atitude, um determinado modo de análise dos fenômenos do ensino que busca realizar uma abordagem racional sobre práticas pedagógicas, interessando tanto pelos alunos quanto pelo saber, sendo que além dessa análise busque a prática que torne o saber acessível a todos (DAMASCENO, 2011, p.14).

Em busca de uma educação de boa qualidade, pesquisadores em Educação e em ensino de Física investigam a relevância de diferentes ferramentas de ensino, procuram recorrer a teorias que expliquem como ocorre a aquisição do conhecimento e o processo ensino-aprendizagem, e se apoiam a estudos de autores de renome nas áreas de Psicologia e Educação, tais como Lev Semyonovich Vygotsky, David Paul Ausubel, Paulo Reglus Neves Freire, Burrhus Frederic Skinner, e dentre outros.

Em mapeamento realizado por Ghelen *et al.* (2012) no intuito de observar a frequência de referências aos pesquisadores Vygotsky e Paulo Freire, houve investigação de trabalhos publicados no Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF), no Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF), na Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF) e no Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF).

Ghelen *et al.* (2012) verificaram um aumento significativo nas publicações que utilizam como referência Vygotsky e Paulo Freire no período de 2003 a 2008 nos SNEF e EPEF. Em resumo, oscilam de 5% a 14% do total das publicações, já no CBEF e na RBEF observaram pouca utilização, sendo o número máximo de publicações nos mesmos anos igual a 2 trabalhos publicados em 2003. Os autores constataram ainda a referência a Paulo Freire ao tratar de formação inicial e continuada de professores; já Vygotsky é utilizado com mais frequência quando as reflexões baseiam-se em tecnologias para ensino, métodos e estratégias de ensino, aprendizagem e cognição.

Ghelen *et al.* (2012) observaram que os trabalhos de Paulo Freire e Vygotsky ainda devem ser explorados, entretanto constataram que é recorrente a referência de tais autores quando o objetivo é discutir o processo ensino-aprendizagem, a construção do conhecimento e novas estratégias de ensino. Esses autores também observaram que diversos pesquisadores procuram adaptar as ideias de Vygotsky e Paulo Freire ao aproximar os fenômenos físicos do cotidiano dos alunos no contexto social a partir das novas tecnologias.

Na concepção de Freire (1996), a cultura do aluno é peça fundamental para o progresso no aprendizado em que o professor é o mediador no processo. A educação, segundo ele, desenvolve-se no diálogo entre as reflexões do professor e os conhecimentos prévios obtidos no cotidiano do aluno, com o intuito de desenvolver a criatividade e despertar o raciocínio crítico de acordo com a realidade de quem aprende, evitando, assim, a simples transferência de

conteúdo. Freire (1987) utilizou a expressão “educação bancária”, caracterizada como um modelo de educação em que o aluno é uma espécie de receptor de dados e os conhecimentos são preestabelecidos arbitrariamente pelos sistemas de ensino e pelo professor.

A “educação bancária”, conforme Freire (1987), inibe a reflexão e possui características como a inserção excessiva de dados, autoritarismo na medida em que as narrativas do educador são incontestáveis, distância entre educador e educando, separação entre a realidade do educando e as reflexões sobre o mundo demonstradas pelo educador, rejeição da criatividade e da criticidade. Nessa concepção do autor, o “ensino” torna-se uma ferramenta de opressão em que o conhecimento oferecido pelo professor é irrefutável, os educandos são estimulados a absorver os conteúdos mecanicamente. Ao aluno é exigida a repetição dos dados no decorrer das aulas e na realização de atividades avaliativas, impossibilitando a crítica e a interferência no conteúdo programado. Em decorrência desse método, o “conhecimento” permanece por um curto prazo na estrutura cognitiva do educando devido à ausência de compreensão.

O professor adepto à educação bancária é, em geral, um produto dela. Foi oprimido e se torna opressor ao reproduzir mecanicamente os conhecimentos os quais lhe foram impostos pelos sistemas de ensino durante sua vida. Ainda segundo Freire (1987)

Mas, se para a concepção “bancária” a consciência é, em sua relação com o mundo, esta “peça” passivamente escancarada a ele, a espera de que entre nela, coerentemente concluirá que ao educador não cabe nenhum outro papel que não o de disciplinar a entrada do mundo nos educandos. Seu trabalho será, também, o de imitar o mundo. O de ordenar o que já se faz espontaneamente. O de “encher” os educandos de conteúdos. É o de fazer depósitos de “comunicados” – falso saber – que ele considera como verdadeiro saber (FREIRE, 1987, p. 36).

Em geral, essa concepção de ensino automatizada propicia espaço para diferentes formas de aversão provocadas por agentes externos por não levar em consideração a formação e a organização do pensamento de quem aprende. Dessa forma, através das respostas automáticas, é realizada uma análise funcional entre *input* (estímulo) e *output* (resposta). Concretiza-se através do “reforço positivo” ou do “reforço negativo” que, segundo Skinner (1972), seria uma recompensa (aprovação) ou uma punição (reprovação), ambas dependentes da resposta do aluno vinculada ao comportamento condicionado. Nesse contexto, se o aluno erra, ele é estimulado a acertar através da punição como a nota vermelha, ou, se acerta, recebe uma recompensa como a nota azul e o elogio de modo que o comportamento é controlado pelas consequências de seus atos.

De acordo com Skinner (1972), a punição e o controle repreensivo da era da palmatória foram modificados, entretanto não são metodologias de ensino mais positivas. Na realidade, houve mudança de um modelo punitivo para outro, em que os alunos não são castigados fisicamente e sim através de pequenos eventos como o nervosismo do professor, o vexame das competições, as notas baixas, o *bullying*, o qual é uma preocupação nas escolas atualmente, a recuperação, dentre outros. Esse é o resultado de um modelo de ensino enraizado na inserção de dados e no comportamento condicionado, que exige dos alunos uma resposta correta, caracterizada como insignificante diante do inevitável controle externo gerado pelos sistemas de ensino.

A educação baseada no modelo bancário apresentado por Freire (1987) e o controle repreensivo demonstrado por Skinner (1972) possuem características e metodologias punitivas provocadoras de estímulos emocionais realçadores de aflição, culpa e medo, conseqüentemente, sentimentos de repulsa à educação. A preocupação do aluno, nesse contexto, é simplesmente acertar a questão para fugir da punição ou punições, não há reflexão sobre a importância do aprendizado, ele absorve o conteúdo momentaneamente para sair de uma situação de desconforto e, quando não obtém sucesso, expressa-se através da raiva, do ressentimento, da teimosia, da fuga, da submissão e etc (SKINNER, 1972). O educador, nessa conjuntura, não se encontra em uma posição de conforto maior que a do aluno porque suas técnicas de ensino são insuficientes e são produto da deficiência originadas no disfarce das reformulações dos objetivos da educação em que:

Habilidades como escrever certo ou calcular rápido são minimizadas em favor de proposições vagas: educar para a democracia, educar a criança como um todo, educar para a vida, e assim por diante. E o assunto fica encerrado, pois, infelizmente, estas filosofias não sugerem, por sua vez, melhorias nas técnicas. Oferecem pouca ou nenhuma ajuda no planejamento de melhores práticas nas classes (SKINNER, 1972, p.18).

Skinner (1972) destacou ainda a importância do reforço através dos conhecimentos naturais obtidos na rotina dos alunos e realça a necessidade do aprendizado acompanhado de benefícios. Ao aprender a ler, por exemplo, a criança deve se sentir feliz com o seu aprendizado, o conhecimento natural do educando abre espaço para a exposição dos benefícios. No ensino de Física, por exemplo, nas aulas sobre equações do movimento, seria viável inserir nas atividades o tempo utilizado no percurso em que o aluno realiza para participar das aulas sem se atrasar, ao observar a distância entre casa e escola e a velocidade mínima. Assim, o aluno poderá assimilar o conteúdo com satisfação por ter discutido e aprendido algo de seu contexto

de vida.

É pertinente destacar que a assertiva sobre educadores adeptos a metodologias baseadas na concepção bancária não é uma atitude voluntária de todos os professores. Eles apenas reproduzem um modelo imposto inconscientemente ou se entregam a um sistema de ensino autoritário e falho por não oferecer alternativas para o processo ensino-aprendizagem concluir-se com eficácia e eficiência. Apesar da formação de professores ser amplamente discutida na atualidade, forma-se uma debilitação diante da ausência de ferramentas de ensino e a exigência no cumprimento fiel a “currículos” enraizados em projetos políticos pedagógicos e planos de ensino distantes do contexto social dos educandos, o que inviabiliza a educação dialógica e problematizadora sugerida por Freire (1987).

Em consonância com Freire (1987) e Skinner (1972), Vygotsky (1998), em seus estudos, referiu-se aos conhecimentos obtidos no cotidiano de quem aprende e observou que o desenvolvimento da formação dos conceitos está associado a esses conhecimentos prévios do educando, os conceitos espontâneos, e aos conhecimentos mediados por um agente externo que pode ser o professor, conceitos não-espontâneos. Os conhecimentos relacionam-se e se influenciam realizando um único processo de aprendizagem.

Percebe-se que, em certo ponto, Vygotsky (1998) critica diretamente algumas características da teoria de Jean William Fritz Piaget o qual dissociava e trabalhava separadamente os conceitos espontâneos e os não-espontâneos. Ao contrário deste, Vygotsky (1998) apontou que o professor não deveria simplesmente descartar os conhecimentos obtidos no cotidiano do aluno e sim identificar tais conhecimentos para que eles pudessem ser trabalhados e mediados com os conceitos científicos.

Mesmo que as experiências de Vygotsky (1998) estejam voltadas principalmente para o desenvolvimento da criança, sua teoria é constantemente adaptada a diferentes níveis de ensino e em diferentes áreas do conhecimento, com o intuito de aprimorar o processo ensino aprendizagem. Moysés (1997) utilizou os pressupostos de Vygotsky (1998) em aulas para alunos da quinta série, atualmente denominada sexto ano do Ensino Fundamental, e observou que o enfoque sócio histórico contribuiu positivamente no processo ensino-aprendizagem da Matemática.

No Ensino Superior, Pereira, Cavalcanti e Ostermann (2009) utilizaram os estudos de Vygotsky (1998) com o objetivo de desenvolver conceitos relativos à zona de desenvolvimento proximal dos estudantes. Os pesquisadores verificaram as dificuldades dos alunos ao trabalhar os conceitos espontâneos de professores sobre a Física Quântica quando estes utilizaram seus conceitos prévios acerca da dualidade onda-partícula no estudo do Interferômetro Virtual de

Mach-Zehnder, um experimento de Física que permite a observação da interferência entre ondas. Os autores argumentaram que:

Para Vygotsky, é no processo de aprendizagem que o sujeito se desenvolve. Tendo isso em vista, consideramos extremamente importante um levantamento inicial das noções prévias dos estudantes acerca do conceito de dualidade onda-partícula. Desta maneira, podemos levar em conta o conhecimento prévio dos estudantes na elaboração de atividades que estejam dentro da zona de desenvolvimento proximal de cada aluno. Além disso, esses resultados nos serviram de parâmetros para avaliar em que medida o conceito de dualidade onda-partícula formulado pelos estudantes evoluem durante os seminários e ao longo da atividade centrada na exploração do interferômetro virtual de Mach-Zehnder (PEREIRA; CAVALCANTI; OSTERMANN, 2009, p.76).

Semelhante a Freire (1996), Vygotsky (1998) posicionou-se contrariamente à transmissão de conteúdos como método de ensino aprendizagem e acrescentou:

A experiência prática mostra também que o ensino direto de conceitos é impossível e infrutífero. Um professor que tenta fazer isso geralmente não obtém qualquer resultado, exceto o verbalismo vazio, uma repetição de palavras pela criança, semelhante à de um papagaio, que simula um conhecimento dos conceitos correspondentes, mas que na realidade oculta um vácuo (VYGOTSKY, 1998, p.104).

De acordo com Moreira e Masini (1982), a aprendizagem significativa proposta por David Ausubel ocorre quando uma nova informação apoia-se em subsunsores os quais são conhecimentos prévios presentes na estrutura cognitiva de quem aprende. “A estrutura cognitiva significa, portanto, uma estrutura hierárquica de conceitos caracterizados como abstrações da experiência do indivíduo” (MOREIRA; MASINI, 1982, p.9). Na Física, por exemplo, para explicar o conceito de Energia Nuclear, é possível ao professor utilizar o conceito de outros tipos de energia como a Energia Elétrica ou a Energia Mecânica, as quais têm grandes possibilidades de estarem presentes na estrutura cognitiva do aluno devido ao fácil “acesso” a elas em sua rotina diária. Portanto, através desse subsunsores, neste exemplo apontado como Energia Mecânica/Elétrica, o conceito pode ser complementado a partir do destaque de outras formas de energia, acrescentando novas ideias e depois particularizando a Energia Nuclear.

As metodologias caracterizadas por Freire (1987) como educação bancária foram denominadas por David Ausubel como aprendizagem mecânica (ou automática) a qual está em constante conflito com a aprendizagem significativa sendo que o conhecimento adquirido arbitrariamente distribui-se na estrutura cognitiva do aprendiz, desligado dos conhecimentos prévios e dificulta consideravelmente o aprendizado efetivo (MOREIRA, 1999).

Observa-se a oposição dos estudiosos em relação à transmissão automática de conteúdo visto que a realidade do aluno é evidenciada como experiência natural, peça fundamental para uma aprendizagem positiva e significativa.

Não faria sentido expor as objeções dos autores citados se não fosse possível aprimorar o processo ensino-aprendizagem. Uma nova proposta de ensino ou ferramenta deve ser inserida com eficiência no ambiente escolar, articulada a uma análise das práticas docentes no contexto atual das escolas e do posicionamento das instituições escolares, para não haver dissociação dos métodos, e sim integração, tendo em vista o objetivo de melhorar o processo e não o substituir inteiramente.

Skinner (1972) demonstrou a impossibilidade do professor realizar todas as contingências necessárias para o processo ensino-aprendizagem concluir-se devido à diversidade do aprendizado e ao número elevado de alunos em sala de aula. Caso uma turma possua quarenta alunos e dez possuam dúvidas diferentes sobre um determinado assunto, o educador deveria realizar dez contingências distintas, além de proceder à continuidade da aula. Se ele leciona em dez turmas diferentes, disponibilizaria cem contingências. As novas tecnologias, dessa forma, são uma estratégia para atravessar obstáculos como esse, alavancando a qualidade do ensino.

A tecnologia mostra-se eficiente para auxiliar os alunos e professores na correção de atividades e no reforço. Essa assertiva foi resultado de um experimento em que o próprio aluno observou os seus erros e acertos através de uma máquina que apresentava as respostas. O professor pôde observar com mais facilidade toda a turma e realizou um número menor de contingências. Tal prática facilita a intervenção diante da diversidade de níveis de aprendizado porque os alunos realizam as tarefas independentemente um do outro, de acordo com suas limitações. Além da correção e do reforço, as máquinas colaboram no entendimento de fenômenos através de áudio e vídeos, e auxiliam a coleta de dados para planejamento das contingências (SKINNER, 1972).

Diversas pesquisas estão de acordo com Skinner (1972) e apoiam as novas tecnologias para o ensino, devido aos avanços tecnológicos e ao aumento da utilização das TIC. Germano dos Santos, Jardim e Leão (2016, p.2) argumentaram que: “A globalização e o avanço das tecnologias interativas causam impactos em todas as áreas da sociedade, modificando o trabalho, o estudo e as relações interpessoais, em decorrência dos processos de transformação das relações de tempo e espaço”.

Atualmente, professores de Física, objetivando recompor a sua didática, procuram se apoiar nas TIC, tais como as simulações em computadores, com intuito de se afastarem da

posição de simples transmissor de conhecimento. As aulas práticas são eficazes na demonstração dos fenômenos que despertam o cognitivo do aluno, e essas tecnologias fazem parte do seu contexto sócio cultural, principalmente referente à evolução e à utilização da internet através dos diversos aparelhos eletrônicos que lhes dão acesso, como computadores, celulares, tablets, vídeo game, dentre outros. Realça-se que, a fim do professor inserir as TIC em suas aulas, é imprescindível o apoio e regulamentação das instituições de ensino para estes serem inseridos no contexto escolar em consonância com as demais ferramentas escolares.

2.2 Reformulação do Ensino Médio

Diante do contexto atual, a formação de professores é questionada devido às dificuldades de aplicação das TIC em sala de aula. Ressalta-se que a aplicação eficiente e eficaz de novas tecnologias não se resume apenas à habilidade do educador e do educando em utilizarem este ou aquele programa, e sim na capacidade de inserirem e trabalharem tais recursos de maneira a contribuírem positivamente para o processo ensino-aprendizagem. Nesse sentido, toda a comunidade escolar interfere e as instituições de ensino também influenciam diretamente na obtenção e na forma em que os recursos são utilizados.

É importante observar que a adaptação da educação diante do avanço tecnológico não é tarefa exclusiva dos professores, mas pertence a toda sociedade que, ao se adaptar, exige profissionais qualificados para o mercado de trabalho. Em acordo com as Políticas Públicas de Educação, cabe aos órgãos de ensino preparar e auxiliar as escolas para as novas tecnologias e formar profissionais qualificados. Para a efetivação desse processo, é necessário que o conjunto prontifique-se a auxiliar o professor em seu percurso formativo através de pós-graduação e cursos de capacitação. Consequentemente, ele se sentirá seguro ao integrar a tecnologia em sala de aula, colaborando significativamente em uma formação de qualidade dos discentes que, para serem inseridos no mercado de trabalho, necessitam aprimorar os conhecimentos acerca das tecnologias.

A utilização das TIC oportuniza a interação efetiva entre os alunos e uma nova postura do professor o qual se desvencilha do rótulo de mero transmissor de conhecimento, “este deslocamento dá ênfase essencial da atividade educativa — da transmissão de saberes para a (co) aprendizagem permanente — é uma das consequências fundamentais da nova ordem social potenciada pelas TIC e constitui uma revolução educativa de grande alcance” (PONTE, 2000, p. 77).

A Lei 9.394 de 20 de dezembro de 1996 (LDB), a qual estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, determinou que os avanços tecnológicos devem ser explorados, ao inserir em seu texto dispositivos que fazem alusão às tecnologias, exigindo posicionamento das instituições de ensino mesmo não tratando dos recursos que deveriam estar disponíveis para o desenvolvimento, e no art. 35 destacou que:

§ 8º Os conteúdos, as metodologias e as formas de avaliação processual e formativa serão organizados nas redes de ensino por meio de atividades teóricas e práticas, provas orais e escritas, seminários, projetos e atividades on-line de tal forma que, ao final do ensino médio, o educando demonstre: I – domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna; II – conhecimento das formas contemporâneas de linguagem (BRASIL, 1996, p.26).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) apresentaram as bases legais na primeira parte e admitiram a exigência de mudanças radicais nas áreas de conhecimento da “revolução informática” e da expansão do Ensino Médio. Então, em 1996, foi sancionada a LDB (BRASIL, 2000a), com ênfase na necessidade de reformulação da educação. Sendo assim, o Ministério da Educação (MEC) difundiu diversos documentos orientadores da educação básica e, entre 1999 e 2002, foram criados os PCN.

Para o Ensino Médio, os PCN refletiram-se em dois documentos: os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio, conhecidos como PCNEM (BRASIL, 2000b), e o PCN+, um complemento do PCNEM (BRASIL, 2002).

Nos PCN, são destacadas a importância das adaptações do ensino médio diante das novas tecnologias inseridas no contexto social e a oposição à educação automática. Acrescentou-se que:

A formação do aluno deve ter como alvo principal a aquisição de conhecimentos básicos, a preparação científica e a capacidade de utilizar as diferentes tecnologias relativas às áreas de atuação. Propõe-se, no nível do Ensino Médio, a formação geral, em oposição à formação específica; o desenvolvimento de capacidades de pesquisar, buscar informações, analisá-las e selecioná-las; a capacidade de aprender, criar, formular, ao invés do simples exercício de memorização (BRASIL, 2000b, p.5).

Os parâmetros e diretrizes do ensino de Física são orientados pelos PCN+, que criaram grupos separados pelas áreas do conhecimento, a partir da valorização da interdisciplinaridade e transdisciplinaridade na concepção de um ensino articulado e unificado. A partir dessa percepção, como exemplo, sugere-se uma aula em que o professor trabalhe os conceitos de radiação ionizante no ensino de Física. Possibilita-se evidenciar os efeitos biológicos causados

pela radiação articulado à disciplina de Biologia. A Física pertence ao grupo das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Segundo Brasil (2002, p.20), estes grupos “facilitam a apresentação dos objetivos educacionais”, porém essa divisão dificulta a avaliação de desempenho das disciplinas isoladamente.

A fim de nortear o ensino de Física, o PCN+ privilegiou seis temas abrangentes: 1. Movimentos: variações e conservações; 2. Calor, ambiente e usos de energia; 3. Som, imagem e informação; 4. Equipamentos elétricos e telecomunicações; 5. Matéria e radiação; 6. Universo, Terra e Vida. Ao apresentar os temas, o PCN+ demonstra algumas metodologias evidenciadoras da importância de tratar os fenômenos presentes na vida dos jovens, e também apresenta a importância das tecnologias na vida dos alunos diante da globalização e das exigências do mercado de trabalho, sendo as escolas direcionadas no objetivo de prepararem o aluno para a vida após os estudos fundamentais. É relevante a observação da sequência desses temas visto que desencadeiam transtornos, pois não estão de acordo com a distribuição de conteúdos apresentada pelos livros, os quais seguem a ordem do ensino de Física tradicional, dificultando assim, a utilização do livro didático. Logo, novos recursos fazem-se necessários.

Diante de novas orientações dos PCN, o currículo do Ensino Médio do Estado de Minas Gerais adaptou as normas dispostas pela Resolução SEE-MG, 833, de 24 de novembro de 2006, a qual trouxe uma nova versão da proposta curricular denominada Conteúdos Básicos Comuns (CBC) do Estado de Minas Gerais. O CBC do Ensino Médio trouxe uma nova forma de abordagem do estudo da Física e enfatiza diferentes formas de energia durante a primeira etapa do Ensino Médio; para os segundos e terceiros anos propôs as sequências curriculares complementares que abordam os conteúdos de acordo com o ensino de Física tradicional, além de orientar que durante os estudos, os fenômenos devem ser explorados através dos aparatos presentes no cotidiano, sendo que o experimento também é considerado essencial na construção do conhecimento de Física. Acrescentou que:

A investigação da estrutura e do funcionamento de alguns dispositivos tecnológicos elementares tem sido valorizada no ensino de Física como uma das possibilidades de trazer o mundo real para a sala de aula. No Ensino Médio, podemos e devemos, efetivamente, buscar entender a lógica e a Física subjacentes a algumas soluções tecnológicas. Os experimentos e atividades práticas e, principalmente, desenvolvimento de projetos, podem estar orientados para o desenvolvimento de artefatos tecnológicos que funcionam, que tenham um propósito definido e possam ser exibidos em uma vitrine, socializando o conhecimento produzido em seu desenvolvimento (MINAS GERAIS, 2007, p.11).

Esclarece-se que o próprio CBC descreve a importância do experimento, mas não traz em seu documento sugestões de aplicação além dos aparatos do cotidiano ou recursos que

viabilizem as práticas a serem realizadas, pois essas atividades demandam materiais dificilmente presentes nas escolas.

Em 2018, o Ministério da Educação (MEC) publicou um documento de caráter normativo o qual definiu os direitos e objetivos de aprendizagem do Ensino Médio denominado Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que estabeleceu os novos padrões para o Ensino Médio pautados nas diretrizes no Conselho Nacional de Educação. O referido documento também é referência para os currículos dos cursos de formação dos docentes e foi respaldado pela LDB devido às alterações realizadas na Lei, no período de 2016 a 2017.

A BNCC inseriu a Física na área do conhecimento das Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNST) e, também descreve a importância do desenvolvimento tecnológico ao referir-se às Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), pois se inserem na cultura da sociedade contemporânea, portanto destaca a necessidade de garantir aos jovens meios para favorecer a sua inserção no mercado de trabalho atual (BRASIL, 2018). A BNCC preocupa-se com as transformações ocorridas na sociedade devido aos avanços tecnológicos, descreve as competências a serem trabalhadas no ambiente escolar cuja base refere-se ao:

[...] mundo digital: envolve as aprendizagens relativas às formas de processar, transmitir e distribuir a informação de maneira segura e confiável em diferentes artefatos digitais – tanto físicos (computadores, celulares, tablets etc.) como virtuais (internet, redes sociais e nuvens de dados, entre outros) –, compreendendo a importância contemporânea de codificar, armazenar e proteger a informação;

[...] cultura digital: envolve aprendizagens voltadas a uma participação mais consciente e democrática por meio das tecnologias digitais, o que supõe a compreensão dos impactos da revolução digital e dos avanços do mundo digital na sociedade contemporânea, a construção de uma atitude crítica, ética e responsável em relação à multiplicidade de ofertas midiáticas e digitais, aos usos possíveis das diferentes tecnologias e aos conteúdos por elas veiculados, e, também, à fluência no uso da tecnologia digital para expressão de soluções e manifestações culturais de forma contextualizada e crítica (BRASIL, 2018, p.474).

A BNCC separou as disciplinas em grupos. A Física insere-se no grupo das CNST, composta juntamente pela Biologia e a Química. Ao descrever as competências e habilidades das CNST, a BNCC admite a necessidade do estudo aprofundado e contextualizado da ciência e da tecnologia ao descrever que “poucas pessoas aplicam os conhecimentos e procedimentos científicos na resolução de seus problemas cotidianos” (BRASIL, 2018, p.147). Dessa forma, orienta o estudo sobre tecnologias para observação de suas contribuições e impactos socioambientais e culturais, bem como por que possibilitam amenização de adversidades do cotidiano. Diante da importância da tecnologia na sociedade contemporânea, o documento

ainda disponibiliza orientações sobre habilidades e competências no uso de aplicativos digitais específicos na demonstração e solução de problemas sustentáveis.

A partir da discussão realizada sobre os documentos educacionais, é clara a articulação destes com as propostas dos autores citados anteriormente. Na atual circunstância, é inviável descartar os conhecimentos obtidos nas experiências cotidianas e os avanços tecnológicos presentes no contexto social e cultural dos alunos.

É pertinente destacar a exigência da inserção eficiente das TIC no ambiente escolar, articulada aos demais recursos didáticos, sendo viável analisar tais recursos para a consonância e não exclusão de outros recursos como, por exemplo, o livro didático, a lousa e o giz. Enfatiza-se ainda que os documentos orientam e regulam os planos e diretrizes curriculares da educação, entretanto não citam os meios e recursos a serem utilizados para que as TIC possam ser inseridas no ambiente escolar. Portanto, há a necessidade de avaliar cuidadosamente uma estratégia.

3 RECURSOS DIDÁTICOS

Durante muito tempo, o livro didático, a lousa e o giz foram os únicos recursos didáticos utilizados em sala de aula. Atualmente, esses recursos não foram descartados, mas pode-se observar que o avanço tecnológico introduziu o uso de novas ferramentas tais como o computador, o celular, tablet, lousa digital e outros pertencentes ao grupo das TIC. Sales e Silva (2010) acrescentaram que:

Sabe-se que o livro é um recurso didático fundamental, mas é vital reconhecer também que o modelo tradicional de ensino, ainda muito utilizado pelos educadores nas escolas de ensino fundamental e médio, torna difícil para o aluno relacionar o conteúdo abordado com sua realidade (SALES; SILVA, 2010, p.1).

Desse modo, não é produtivo considerar o livro didático, a lousa e o giz como alternativas ímpares de ensino. Entretanto, as TIC, caracterizadas como uma inovação no ensino, ainda estão ausentes em muitas escolas públicas de nível médio. A inserção das TIC acarreta investimentos consideráveis no que se refere à obtenção de aparelhos, manutenção, e qualificação de profissionais para lidar com tais tecnologias. De acordo com as discussões empreendidas, os materiais didáticos e as metodologias não devem ser substituídos, mas articulados com as TIC.

3.1 O livro didático e o Conteúdo Básico Comum

O livro didático ainda é o principal recurso disponível para os alunos e professores das Escolas Estaduais do Estado de Minas Gerais e, são disponibilizados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD). O PNLD é o atual Programa de distribuição de obras didáticas. Inicialmente, ele obteve outras intitulações, através do Decreto nº 93 de 21 de dezembro de 1937, como o Instituto Cairú, anteriormente responsável pela publicação e divulgação de obras literárias, foi substituído pelo Instituto Nacional do Livro (INL) o qual era responsável pela administração e manutenção de livros e bibliotecas do Brasil (BRASIL, 1937).

O Decreto-Lei nº 1.006, de 30 de dezembro de 1938, extinguiu o INL e criou a Comissão Nacional do Livro Didático (CNLD), composta por sete membros de notório preparo pedagógico, encarregados de controlar a produção e circulação dos livros didáticos (BRASIL 1938). A CNLD foi mantida pelo Decreto-Lei nº 8.460, de 26 de dezembro de 1945, elevando

o número de integrantes da comissão. Observa-se que o decreto restringia o professor na escolha e forma de utilização dos livros didáticos (BRASIL, 1945). Ao longo do tempo, o Programa foi se atualizando, aperfeiçoando e novas denominações foram criadas até que, em 1985, oficializou-se como PNLD, através do Decreto nº 91.542 de agosto de 1985, o qual autorizava a participação do professor na avaliação permanente do livro didático (BRASIL, 1985).

A distribuição dos livros didáticos foi progressiva no Ensino Fundamental e atingiu a totalidade da Educação Básica em 2010, através do Decreto nº 7.084 de 27 de janeiro de 2010 (BRASIL, 2010).

De acordo com o Decreto 9.099, de 18 de julho de 2017, no Ensino Médio, o PNLD faz a distribuição das coleções dos livros didáticos a cada três anos. Inicialmente, realiza-se a seleção de diversas coleções por uma comissão nomeada pelo Ministério da Educação (BRASIL, 2017). Em relação à Física, em 2018, foram escolhidas doze coleções, com três volumes, correspondentes a cada ano da referida etapa de ensino. Realizada a seleção, essas coleções são disponibilizadas para as escolas que optaram por um volume em um prazo pré-definido pelo PNLD.

Os livros didáticos de Física, disponibilizados pelo PNLD, possuem uma distribuição de conteúdo de acordo com o ensino de Física tradicional. Cada volume corresponde a uma etapa do ensino médio de modo que, na finalização de cada etapa, o aluno deverá devolver o livro utilizado para adquirir o volume da etapa seguinte, conforme o Quadro 1:

Quadro 1 - Etapa do Ensino Médio × Volume da coleção e conteúdo do volume

Etapa do Ensino Médio	Volume da coleção	Conteúdo do volume
1º Ano	Volume I	Mecânica/Gravitação/Hidrostática
2º Ano	Volume II	Calor e Termodinâmica/Óptica/Física ondulatória
3º Ano	Volume III	Eletricidade e Magnetismo/Física Moderna

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em 2007, a Secretaria de Estado de Minas Gerais (SEE/MG) propôs o Currículo Básico Comum (CBC) e, nessa proposta de ensino, os conteúdos foram divididos por eixos temáticos e habilidades a serem desenvolvidas. Segundo Minas Gerais (2007), os eixos temáticos referentes ao primeiro ano do Ensino Médio contemplam diversas formas de energia, entre elas energia mecânica, calor, energia elétrica, energia luminosa, dentre outras. Nessa proposta, os alunos do primeiro ano deveriam ter em mãos a coleção completa, pois energia mecânica é conteúdo do volume I, calor e luz correspondem ao volume II e a energia elétrica pertence ao volume III. Portanto, a proposta do CBC confrontava-se com o PNLD, inviabilizando a

utilização do livro didático, considerado a principal ferramenta do professor, o qual passou a se apoiar em outros recursos.

O CBC propôs um novo método para o ensino de Física que não veio acompanhado de cursos de capacitação para professores. Como auxílio, criou-se o Centro de Referência Virtual do Professor (CRV), um *site* em que a proposta mineira e algumas ferramentas de ensino, como módulos didáticos, textos, roteiros de atividades e propostas pedagógicas, foram disponibilizadas aos educadores.

Segundo Queiroz (2011), o CRV apresentou empecilhos quando este foi alvo de sua pesquisa, observou problemas de acesso e atualização do site, verificou a insuficiência de análise quantitativa e qualitativa contidos nos módulos e textos, mas destacou também pontos positivos, pois a proposta pedagógica era proveitosa para orientar o professor.

Os materiais oferecidos pela SEE/MG, através do CRV, demonstram-se, em maior porcentagem, ineficazes porque eram apenas um complemento pedagógico. Portanto, o livro didático ainda era a principal referência para o ensino. Martins e Heredia (2013) acrescentaram que:

A pesquisa junto aos professores de Física indica que o sucesso de uma proposta curricular obrigatória fica comprometida se o seu escopo e os seus objetivos não forem legitimados no corpo docente. Embora críticas ao CBC focalizem a dificuldade com a sequência dos conteúdos, os aspectos conceituais e metodológicos prevalecem (MARTINS; HEREDIA, 2013, p.8).

Martins e Heredia (2013) compararam o PNLD com o CBC e corroboraram a ineficácia de articulação entre os dois, pois havia incoerência na distribuição das obras literárias, conteúdo dos livros didáticos e as habilidades e competências necessárias aos alunos do Ensino Médio. Convém destacar a incoerência da proposta de ensino mineira, imposta sem a devida articulação e discussão entre os professores os quais foram obrigados a cumprir o currículo e se encontraram de mãos atadas por não estarem preparados para trabalhar a Física de acordo com o CBC.

Dessa maneira, conclui-se que os programas e as Políticas Públicas de Educação estaduais e federais interferem diretamente entre as esferas e é preponderante que estejam em consonância para que os recursos didáticos oferecidos sejam utilizados com eficiência e eficácia. Uma nova proposta de ensino deve ser balizada na discussão e entendimento por parte dos professores e os demais profissionais da educação, o que conseqüentemente exige programas e cursos de formação continuada.

3.2 O experimento e os laboratórios de ciências

Mesmo que a discussão acerca da experiência possa ser considerada subjetiva, através dela o aprendizado concretiza-se. O processo baseado em tentativas, erros e acertos implicam em prática. A experiência “licencia e limita o homem a verificar e a averiguar os fenômenos, aceitar a verdade definitiva por ele alcançável” (LIMA; TEIXEIRA, 2003, p.2). O ensino de Física exige a necessidade do experimento por meio do método que “baseia-se na observação, experimentação, prova, contraprova, e expressões matemáticas para firmar a racionalidade na forma de ver, compreender e estruturar o conhecimento das ciências naturais” (LIMA; TEIXEIRA, 2003, p.3).

Segundo Andrade, Lopes e Carvalho (2009), a história demonstrou que a comprovação empírica através do laboratório didático, tratado neste trabalho como LC (laboratório de ciências), foi fundamental para as ideias de estudiosos da Física como Joule, Newton e Oersted obterem aceitação pela comunidade científica.

Atualmente, há um retorno positivo por parte da sociedade visto que esta usufrui dos diversos avanços tecnológicos, os quais são consequência de experiências e experimentos realizados através de LC. A experimentação é importante aliada do desenvolvimento da ciência que não deve ser distanciada da educação científica, estabelecendo um elo entre o mundo dos objetos e o mundo dos conceitos. Andrade, Lopes e Carvalho (2009) acrescentaram que:

Desta forma, acreditamos que o laboratório didático de física se caracteriza como uma ferramenta relevante no estabelecimento deste elo, por evidenciar a interação entre o sujeito e o objeto explorado, destes com o conhecimento científico e com a cultura científica, atentando para o fato de que esta interação deve ser explicitada nas práticas experimentais e não excluídas do processo como normalmente ocorre (ANDRADE; LOPES; CARVALHO, 2009, p.3).

Nesse contexto da experimentação, os autores Lima e Teixeira (2003) sublimam sobre a importância dos alquimistas na Idade Média e isso não se distancia da atualidade, tais práticas contribuíram e contribuem para a evolução da Medicina e das ciências. Muitos compostos químicos e experimentos de Física como os Raios X foram e são utilizados com o intuito de conter enfermidades. Assim o experimento torna-se uma ação científica notória para a humanidade.

Oliveira (2017, p.10) reforçou essa discussão quando expôs que “o experimento é o meio mais importante no processo de construção de evidências que comprovem os fatos analisados, atuando como ferramenta na construção de verdades empíricas as quais podem ser

provadas como teoremas”. Na Física, por exemplo, a demonstração teórica de fenômenos, como a propagação de ondas longitudinais e transversais, a determinação de coeficiente de viscosidade e dilatação de diferentes materiais, que em alguns momentos não se demonstram suficientes para o convencimento e aprendizado dos alunos, são essenciais para auxiliar a teoria e exigiram mudanças radicais nas áreas de conhecimento

Ainda segundo Oliveira (2017, p.11), a utilização de “experimentos em âmbito científico torna-se um dos meios de obtenção de resultados satisfatórios, promovem o repensar e a crítica no meio acadêmico, sempre a partir da refutação de teorias falhas e aperfeiçoamento da busca pela ampliação do saber”. Outros autores argumentam que:

O laboratório didático é considerado, hoje em dia, peça chave no aprendizado da Física. Mas não é de hoje que as atividades experimentais assumiram um caráter de importância no ensino de Ciências. No entanto, os estudos dos diversos aspectos relacionados à experimentação ainda se mostram importantes, uma vez que algumas das dificuldades dos estudantes no laboratório didático, bem como os efeitos dessa atividade, permanecem ainda sem uma definição clara (MARINELI; PACCA, 2006, p.497).

Dessa forma, a necessidade de discussão sobre esse tema respalda-se na assertiva de que o ensino da Física carece da articulação entre teoria e prática, união dificultada quando o único aparato utilizado pelo educador é o livro didático, ou ainda não há outra alternativa metodológica. Os alunos são iniciantes nesse tipo de conhecimento e desconhecem uma linguagem rebuscada por ser científica (Sales e Silva, 2010).

Sales e Silva (2010) consideraram o livro didático fundamental para o ensino de Ciências, mas concordaram que não são a única ferramenta. Os conceitos trabalhados em diversos casos são distantes da realidade do aluno, portanto, os experimentos em LC são relevantes para a demonstração de fenômenos, aproximando-os do cientificismo.

Em relação aos laboratórios, Borges (2002, p.298) levantou questionamentos: “O laboratório pode ter um papel mais relevante para a aprendizagem escolar? Se pode, de que maneira ele deve ser organizado?” Ao responder às questões, o referido autor afirmou ser relevante o papel do LC para a aprendizagem de ciências e observou sobre a dificuldade de inserção de aulas práticas no cotidiano escolar, o que reforça a discussão neste trabalho sobre a formação continuada dos professores, bem como análise, avaliação e ações em torno da implantação de novas propostas.

Diante das especificidades dos ambientes de ensino, não há uma fórmula definida para aplicação nos LC. Prepondera-se que, se houver insatisfação nas aulas experimentais, novas

formas de aplicação devem ser repensadas, com o objetivo de tornar as atividades mais criativas e eficientes.

Nascimento (2010) constatou que atividades experimentais elaboradas corretamente contribuem para a compreensão do conhecimento em Física e geram oportunidades de vivenciar investigações colaborativas na construção do conhecimento físico, pois a ausência dos experimentos no ensino de Física prejudica o aprendizado, que pode ficar restrito à disposição automática de conteúdo.

Miranda e Guimarães (2011) investigaram práticas de disciplinas distintas da Física, contudo concordaram com Nascimento (2010) quando defenderam que a utilização do laboratório é uma ferramenta didática determinante na motivação tanto de alunos, que por serem protagonistas tornam-se curiosos acerca do mundo, quanto para professores, os quais tornam suas aulas mais dinâmicas e interessantes, abandonando a posição de transmissor do conhecimento automático.

Zimmermann (2004) considera que as atividades experimentais, em sala de aula ou em laboratórios, são essenciais no processo ensino-aprendizagem, favorecendo a interação entre aluno e professor, além de instigar os estudantes a discutirem e elaborarem hipóteses a serem comprovadas ou não. Portanto, há uma interação mais positiva entre o educador e o educando, porque a aula não se restringe a afirmações incontestáveis, e sim há a realização de uma análise de um fenômeno através do experimento, o professor auxilia o aluno que se torna protagonista por realizar a prática e através dela são constatadas as afirmações.

O PCN+ menciona que o uso do laboratório no ensino de física “pode garantir a construção do conhecimento pelo próprio aluno, desenvolvendo sua curiosidade e o hábito de sempre indagar, evitando a aquisição do conhecimento científico como uma verdade estabelecida e inquestionável” (BRASIL, 2002, p.84). Mesmo sendo apoiados pelas normas que regulam a educação no Brasil, muitas vezes os LC não fazem parte do cotidiano das escolas públicas de nível médio. Ainda de acordo com o PCN+, atividades experimentais significam observação de situações e fenômenos ao alcance do observador em diversos lugares e momentos como em casa, na rua ou na escola. Nas práticas experimentais, ao desmontar objetos tecnológicos como micro-ondas e liquidificadores, ao construir e projetar aparelhos e outros objetos simples, o aluno é desafiado, envolvido, estimulado, quantificando ou buscando soluções para problemas reais.

Convém ressaltar que os aparatos do cotidiano nem sempre são suficientes para o desenvolvimento das aulas de Física. Estes, em geral, são eficientes na simples demonstração de acontecimentos. Dessa forma, para haver comprovação científica do fenômeno, são

necessários métodos, experimentos e equipamentos específicos. Além de demonstrar uma proposta atrativa para os alunos e eficaz no ensino, o LC ou de Física, sob diversas perspectivas, muitas vezes, é utilizado com o objetivo de: a – verificar/comprovar leis e teorias científicas; b - ensinar o método científico; c – facilitar a aprendizagem e compreensão de conceitos; d – ensinar habilidades práticas (BRASIL, 2002).

A LDB, artigo 35, Inciso IV, determina que é essencial para o aluno “a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina” (BRASIL, 1996, p.12). Nesse sentido, Cruz (2007) advertiu que:

As atividades experimentais podem e devem contribuir para o melhor aproveitamento acadêmico, entretanto, é fundamental que se tenha a devida clareza dos fins a que se pretende chegar. É necessário, então, estabelecer regras e rotinas específicas para sua utilização, caso contrário, poderemos incorrer em erros antigos, levando o laboratório a ser mais um recurso didático frustrado, como tantos outros (CRUZ, 2007, p.25).

Oliveira (2010) descreveu algumas contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de Ciências observando que:

Conforme discutido neste trabalho, as atividades experimentais podem ser empregadas com diversas finalidades e através de distintas abordagens, oferecendo importantes contribuições para o ensino de ciências. Nesse sentido, é necessário que o professor conheça e analise essa diversidade de possibilidades para que possa focalizar suas ações naquelas que lhe pareçam mais coerentes com o tipo de experimento, com a turma, com os recursos, o espaço e o tempo que tem disponível para realizá-las, ou ainda de acordo com os saberes que pretende desenvolver na aula (OLIVEIRA, 2010, p.151).

Portanto, o planejamento do professor ao realizar um experimento é determinante para o sucesso da aula. Um dos fatores que impedem alguns professores de realizar atividades experimentais “envolvem desde a escolha e montagem do material até a compreensão clara dos fenômenos e do que se está realmente passando em uma experiência [...], o professor deve estar preparado e disposto para planejar” (AXT et al., 1973, p. 393). Durante as aulas nos laboratórios, os alunos têm a oportunidade de colocar em prática o que aprenderam na teoria, por isso a realização de experimentos isolados deve ser evitada. É fundamental que o professor se preocupe com o planejamento antecipado para não haver dissociação e a linguagem oportunamente deve ser adequada ao aluno.

Como explicitado anteriormente, o planejamento não é a única dificuldade diante da realização de atividades experimentais. João (2009) disponibilizou outros problemas que impedem o sucesso e concretização de aulas experimentais referentes aos repertórios teórico e prático.

A formação de professores no Brasil também se mostra deficiente em termos de conteúdo e muito precária em relação à prática experimental. Sabemos que grande número das universidades renega o ensino experimental, ou por falta verbas para manutenção e conseqüentemente falta de estrutura física dos laboratórios de ensino, ou por falta de profissionais preparados para trabalhar nos laboratórios de ensino, organizar práticas, preparar apostilas e até mesmo capacitar os atuais professores que têm pouca experiência com o ensino experimental (JOAO, 2009, p.1632).

Peruzzi e Fofonca (2014) procuraram analisar, junto a professores de Ciências da Natureza, a importância de aulas práticas na construção do conhecimento e identificou que, mesmo se demonstrando favoráveis no processo ensino-aprendizagem, tais práticas não são realizadas com a devida frequência, fato agravado pela ausência de recursos didáticos que deveriam estar disponíveis para a realização de atividades experimentais e habilidade dos professores. Ainda acrescentou que:

Os professores apontaram que a maior dificuldade para a realização dessas aulas é a falta de material, seguido da falta de tempo e, por último, a dificuldade de desenvolver aula prática para alguns conteúdos. Um dado interessante apresentado foi que ninguém apontou o item falta de espaço físico (laboratório), portanto esse não é um fator limitante para o grupo. No espaço destinado aos comentários, um professor relata: “certos conteúdos são difíceis de demonstrar de maneira prática, principalmente os de 8º ano, onde os vídeos são mais interessantes. A falta de material na escola e a demora para serem adquiridos dificulta o trabalho planejado. A falta de interesse dos alunos também atrapalha, pois eles te desmotivam, dizendo que tudo é chato, e etc. Mas ainda há alunos bem interessados”. (PERUZZI; FOFONCA, 2014, p.5).

O Congresso Nacional igualmente admitiu a necessidade de recursos didáticos para a realização de práticas experimentais nas escolas, sendo que, em 2006, foi apresentado um documento que exigia das escolas públicas de ensino fundamental e médio a instalação e permanência dos LC e também os LI, os quais deveriam ser construídos com o orçamento da educação. Através do Projeto de Lei N.º 6.964-B, DE 2006 objetivou-se acrescentar o artigo 27-A à LDB conforme o trecho a seguir:

Art. 1º Acrescente-se o seguinte art. 27-A à Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996:

Art. 27-A. Com o objetivo de garantir o acesso ao saber previsto nos conteúdos curriculares estabelecidos nesta Lei, a inclusão digital e o desenvolvimento do espírito científico de pesquisa, cada escola pública de ensino fundamental e médio contará obrigatoriamente com laboratórios de ensino de ciências e de informática.

Parágrafo único. O custeio da implantação e da manutenção dos laboratórios referidos no caput deste artigo será feito com os recursos referidos nos arts. 68 e 69 desta Lei e, no que se refere ao apoio financeiro da União aos sistemas de ensino, obrigatoriamente com os recursos referidos no § 2º do art. 5º da Lei nº 9.998, de 17 de agosto de 2000 (BRASIL, 2006, p.2).

Como observado no trecho acima, há a preocupação com a inclusão digital e o incentivo a pesquisa. Outro fator enfatizado é a observação do sustento dos LI e LC, sendo que estes recursos carecem de manutenção periódica. O referido projeto ainda dispôs a justificativa em que:

A educação contemporânea não pode prescindir de escolas modernas e bem equipadas, que favoreçam o efetivo acesso ao saber, a comunicação, a inclusão digital e o desenvolvimento do espírito científico. Não se concebe mais uma educação escolar que prescindia dos meios e equipamentos da informática. Tampouco é possível admitir o ensino de ciências que não incluía a experimentação em laboratórios adequados. A implementação e a manutenção desses espaços e meios requerem recursos. Ao lado daqueles que, por determinação constitucional, os sistemas de ensino devem mobilizar, há outros que, na realidade, não vêm sendo aplicados nas finalidades para as quais foram destinados. Um exemplo é o percentual de no mínimo dezoito por cento dos recursos do Fundo de Universalização dos Serviços de Telecomunicações (FUST) [...]. Assim, além de afirmar a obrigatoriedade da existência de laboratórios de ciências e de informática, buscando assegurar o ensino público de qualidade, este projeto de lei pretende levar a que a União efetivamente utilize parcela dos recursos do FUST para a mesma finalidade, que não é outra senão aquela para a qual foi originalmente destinada. (BRASIL, 2006, p. 2).

O referido documento tramitou por cinco anos, mas foi arquivado na Mesa Diretora da Câmara dos Deputados (Castro, 2017) em 31/01/2011. Mesmo que o Projeto de Lei N.º 6.964-B tenha sido arquivado, o acesso a redes digitais de informação em instituições de ensino ainda é garantido pela Lei nº 9.998, de 17 de agosto de 2000, mas o texto não faz referência direta aos LI e não trata do LC, em consequência não apresentou as formas de aquisição e permanência dos recursos.

[...] VI – implantação de acessos para utilização de serviços de redes digitais de informação destinadas ao acesso público, inclusive da internet, em condições favorecidas, a estabelecimentos de ensino e bibliotecas, incluindo os equipamentos terminais para operação pelos usuários (BRASIL, 2000, p.1).

Não restam dúvidas de que aulas experimentais devem estar presentes no ensino. Essas atividades não são realizadas ou mantidas principalmente devido à ausência de materiais ou à falta de verba, portanto é importante que as instituições que atuam na educação, direta e indiretamente, prontifiquem-se a considerar aulas experimentais como investimento e não um gasto retirado da planilha orçamentária a qualquer momento.

Devido à indisponibilidade de recursos, muitos professores improvisam e procuram outras alternativas, “existem inúmeras propostas de laboratórios didáticos produzidos com material de baixo custo e fácil acesso, como garrafas pet, pilhas, seringas e tubos” (CASTRO, 2017, p.3).

A ausência de recursos causa desânimo em muitos profissionais da educação, mas, ao mesmo tempo, desperta a criatividade daqueles que procuram outras alternativas por não desejarem ficar inertes. Outro fator gerador de descarte de aulas experimentais é a confusão causada em torno do LC, confundido frequentemente com os laboratórios de pesquisa, sendo que aquele pode ter um baixo custo para a escola, já este implica em alto custo. “Não há necessidade de um superlaboratório para ensinar Física, principalmente na Educação Básica. [...] Dinamômetros, termômetros, lâmparinas, balanças, multímetros, resistores e espelhos são encontrados no comércio e com preço acessível a qualquer escola” (CASTRO, 2017, p.3).

Ainda sim “o investimento em tempo e energia, o custo de se providenciar espaço para laboratórios especializados, equipamentos e materiais de consumo é totalmente justificado quando observamos a importância do trabalho prático e os bons resultados que produzem” (CRUZ, 2007, p.26).

Muitos professores optam exclusivamente pelas aulas expositivas e utilizam apenas o quadro e o giz por não terem os aparatos adequados para diversificar, ou por não possuírem habilidade ou tempo necessário para realizar aulas experimentais. “A formação de professores no Brasil também se mostra deficiente em termos de conteúdo e muito precária em relação à prática experimental” (JOÃO, 2009 p.1632).

A esses problemas acrescenta-se que, atualmente, devido à falta de emprego, profissionais procuram lecionar temporariamente tendo em vista que vem a oportunidade diante da carência de professores de Física. Esses profissionais são engenheiros, farmacêuticos, agrônomos, advogados e dentre outros que não possuem licenciatura e não contaram com laboratórios específicos de Física em sua formação. Em tese, esses profissionais possuem maior dificuldade de preparar as aulas experimentais e, devido ao excesso de carga horária, acabam abandonando as práticas (CASTRO, 2017).

João (2009) corrobora com Castro (2017), o qual demonstrou que, dos 55.000 professores que deveriam se formar para compor o quadro das escolas na década de 1990, apenas 7.216 foram licenciados.

Para o professor que não tem formação específica em Física, a maior dificuldade está no fato de nunca ter vivenciado uma atividade experimental durante sua formação. Por outro lado, entende-se que não basta dizer ao professor que deva realizar atividades experimentais com seus alunos, mas sim como fazê-las nas condições das escolas (SILVA; BUTKUS, 1985, p.109).

É relevante observar que não são apenas os professores com formação em outras áreas do conhecimento que não se propõem a realizar aulas práticas. A formação em Física não garante o total preparo para lidar com as adversidades surgidas no desfecho de um experimento, o que exige, além do preparo, a dedicação e condições de trabalho favoráveis.

A experiência de Física pode também ser realizada através de materiais que se apresentam no cotidiano, por exemplo: em uma porta de uma sala de aula o movimento de rotação pode ser apresentado e o conceito físico de “torque” pode ser trabalhado para explicar o motivo da localização da maçaneta, ou a propagação retilínea da luz explicada quando a altura de um prédio é calculada através do sol com o auxílio de um referencial e uma pequena fita métrica. São inúmeras as possibilidades de utilização de “acessórios do dia a dia” para demonstrar fenômenos e grandezas da Física. Entretanto, mesmo diante de exemplificação próximas ao contexto da escola, os LC são indispensáveis, pois nem sempre essas exemplificações são suficientes para demonstrar os fenômenos. Em diversos momentos é exigido um estudo mais cauteloso e, em consequência, a demanda por um laboratório.

Pontua-se que há a necessidade de explorar a aula prática cautelosamente para não incorrer no erro de torná-la uma simples reprodução de roteiros preestabelecidos, que é característica da “educação bancária” apontada por Freire (1987), situação que caracteriza o professor como transmissor de conhecimento. A mera comprovação de leis e teorias impõem o estudante em uma posição passiva de aceitar e considerar tais experiências como únicas e verdadeiras, comprometendo o sentido de motivação, arguição, interpretação e contestação, sendo que estes devem ser explorados abrindo espaço para a ação crítica à aula (ANDRADE; LOPES; CARVALHO, 2009).

Diante da argumentação exposta, a utilização adequada do LC, a rigor, é preponderante para ensino de Física. Portanto, desconsiderá-lo para a concretização de práticas pode prejudicar o processo ensino-aprendizagem.

3.3 Laboratórios virtuais no Ensino de Física

A cada dia, as TIC estão sendo mais produzidas e utilizadas e, conseqüentemente, ganham mais espaço na sociedade, devido ao avanço tecnológico. Tais tecnologias inserem-se no ambiente escolar principalmente através dos computadores, celulares e da *internet*. Com o surgimento das TIC, a educação ganha nova forma de acesso e geração do conhecimento. Nas escolas elas, deixaram de ser uma opção e se tornaram uma necessidade, são utilizadas na administração, na organização institucional e como recursos pedagógicos.

Além da utilização direta, há ainda o compromisso de preparar os alunos para o mercado de trabalho que, a cada dia, é mais dependente das tecnologias. A utilização das TIC deve ser apoiada pelas instituições de ensino, os PCN afirmam que as escolas devem acompanhar e se beneficiar da evolução tecnológica (BRASIL, 2002).

Segundo Tajra (2000), com o novo conceito de inteligência em que podemos desenvolver as pessoas em suas diversas habilidades, o computador aparece num momento bastante oportuno, inclusive para facilitar o desenvolvimento de habilidades lógico-matemática, linguística, interpessoal e pessoal.

Devido à ausência dos LC nas escolas públicas de nível médio do MG e ao aumento da utilização da informática e aos investimentos em LI, há nas escolas a preocupação de inserir as novas tecnologias no cotidiano dos alunos e uma tendência de professores utilizarem as TIC para realização de práticas experimentais, através das simulações virtuais. Isso se evidencia visto que há diversos *softwares* livres, chamados de laboratório ou experimento virtual, dispostos na *internet*, que auxiliam o aprendizado de Física.

O Quadro 2 apresenta dez ambientes virtuais diferentes, e seus respectivos endereços na *web*, que possibilitam a exploração de fenômenos físicos.

Quadro 2 – Lista e links de *softwares*


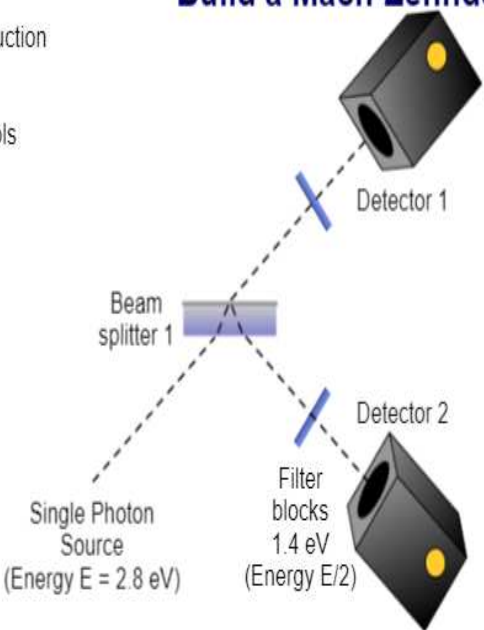
Software	Endereço da Web
<i>Falstad</i>	http://www.falstad.com/mathphysics.html
<i>General Physics Animations</i>	http://www.surendranath.org/
<i>Physics Simulations</i>	https://www.myphysicslab.com/
<i>Phet</i>	https://phet.colorado.edu/pt_BR/
PROFI – 1	https://www.sofisica.com.br/softwares.php
<i>QuVis</i>	https://www.st-andrews.ac.uk/physics/quvis/
<i>Stellarium</i>	http://stellarium.org/
<i>Temperature Converter</i>	https://www.sofisica.com.br/softwares.php
<i>Tracker</i>	https://physlets.org/tracker/
<i>Walter Fendt</i>	https://www.walter-fendt.de/html5/phes/

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os *softwares* apresentados anteriormente e os que estão dispostos na internet possuem particularidades que podem ser exploradas. Assim, o professor deve planejar os objetivos da aula para que utilize o programa de acordo com suas necessidades em observação ao público alvo, ambiente virtual, idioma, forma de explorar o fenômeno físico e o tópico da Física a ser estudado. A seguir, é realizada a descrição de algumas particularidades dos *softwares*.

O *The Quantum Mechanics Visualisation Project (QuVis)* apresentado no Quadro 2 normalmente é indicado a estudantes de graduação. Na Educação Básica ele seria viável apenas para demonstração de fenômenos e não para análise e comprovação detalhada. A Figura 1 representa a simulação do interferômetro de *Mach-Zehnder*, semelhante ao *software* utilizado por Pereira, Cavalcante e Osternann (2009) que procuraram introduzir conceitos de física quântica através da zona de desenvolvimento proximal sugerida por Vygotsky.

Figura 1 – Simulador Mach-Zehnder Interferometer

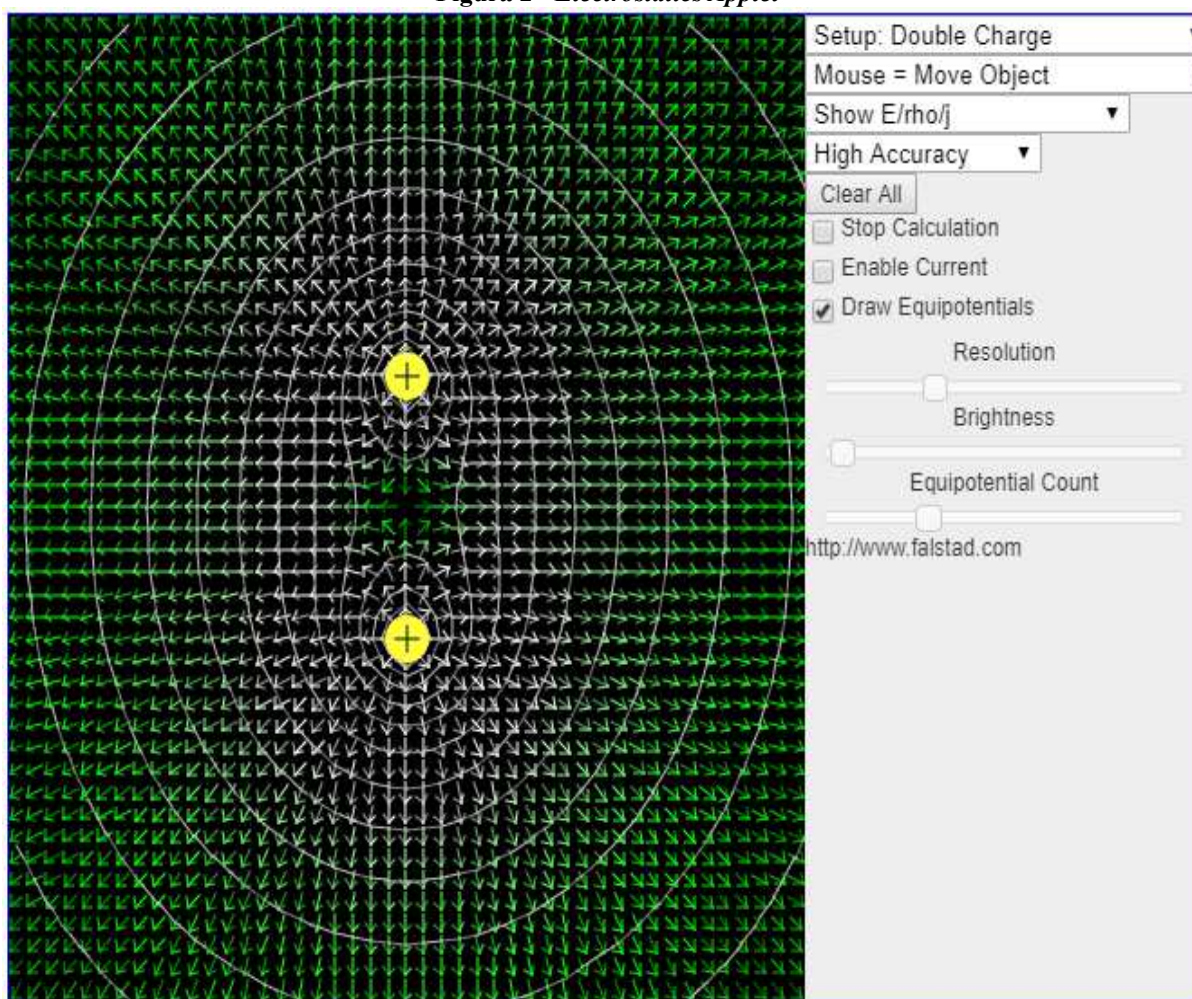
Simulation	Step-by-step Explanation	quantumphysics.iop.org	 University of St Andrews	IOP Institute of Physics
Build a Mach-Zehnder Interferometer				
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 15%;"> <p><input type="radio"/> Introduction</p> <p><input checked="" type="radio"/> Controls</p> </div> <div style="width: 70%; text-align: center;">  </div> </div>				
<p>Photon Source</p> <p style="text-align: center;">Fire Photon</p> <p style="text-align: center;">Continuous Fire</p>	<p>Optical Elements</p> <p style="text-align: center;">Remove Filters</p> <p style="text-align: center;">Insert Mirrors</p> <p style="text-align: center;">Insert 2nd Beamsplitter</p>	<p>Display Controls</p> <p><input type="checkbox"/> Show theoretical probabilities</p> <p><input type="checkbox"/> Show quantum states</p> <p><input type="checkbox"/> Show matrix representations of optical elements</p>		

Fonte: <https://www.st-andrews.ac.uk/physics/quvis/>.

O *QuVis* contém 68 simuladores associados especificamente à mecânica quântica, além de *links* úteis com instruções de uso, referências de artigos, projetos de pesquisa, novidades e atualizações. Convém observar que o *QuVis* está em inglês e possui apenas tradução para o alemão.

O *Falstad* apresenta diversos *links* que dão acesso a outros laboratórios virtuais, possui 46 simuladores os quais envolvem diversos temas da Física como ondas, acústica, eletricidade, magnetismo, mecânica quântica, dentre outros, porém a maioria das simulações restringem-se a visualizações de fenômenos, enquanto que cálculos e medidas são pouco explorados. A Figura 2 representa uma simulação de eletrostática do *Falstad*.

Figura 2 - *Electrostatics Applet*

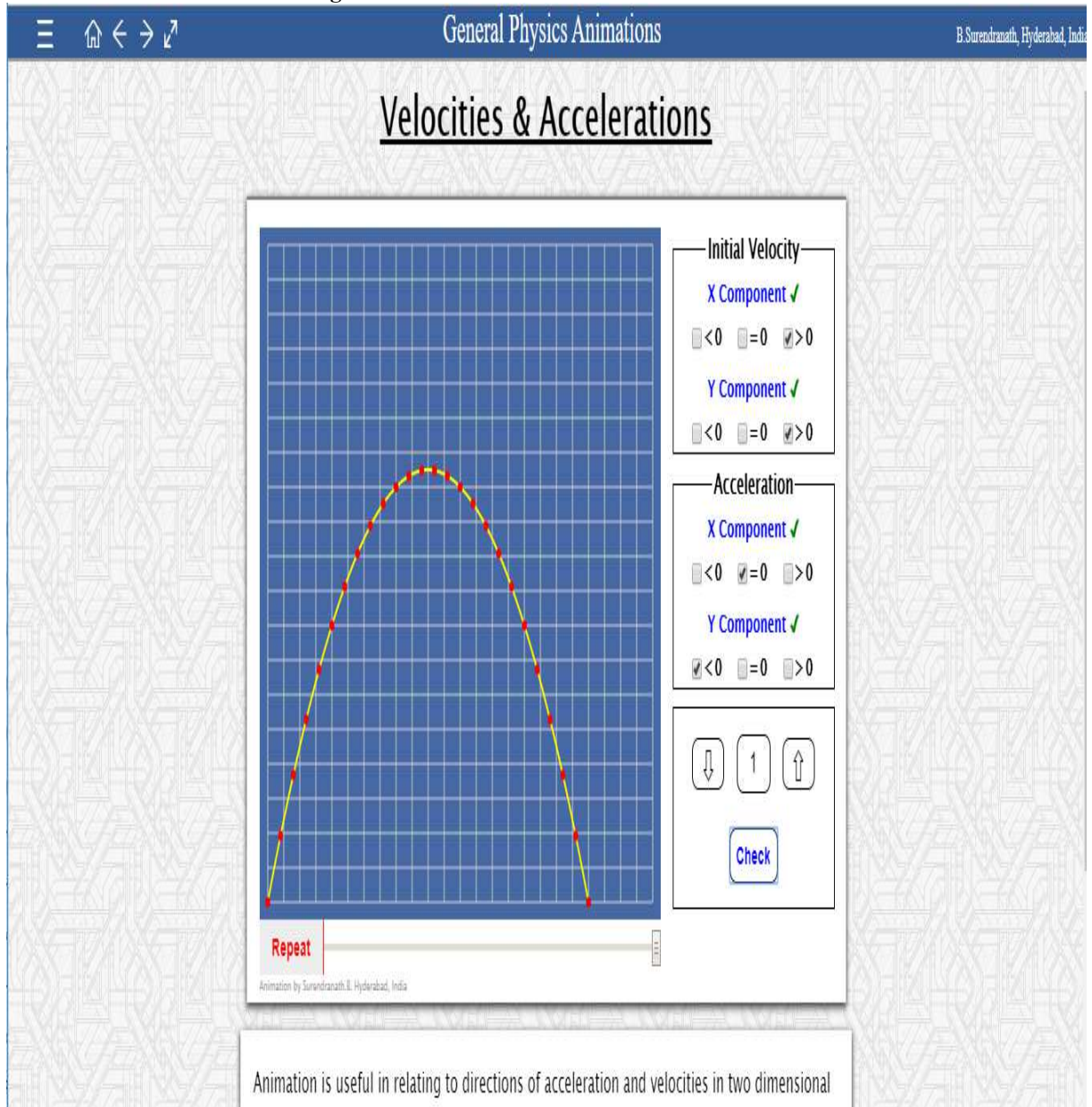


Fonte: <http://www.falstad.com/mathphysics.html>.

A Figura 3 demonstra uma simulação do *General Physics Animations* sobre movimento. A simulação é configurada de forma simplificada e objetiva, mas o *software* é categórico na demonstração de gráficos e tabelas, além de apresentar um espaço de teste em algumas

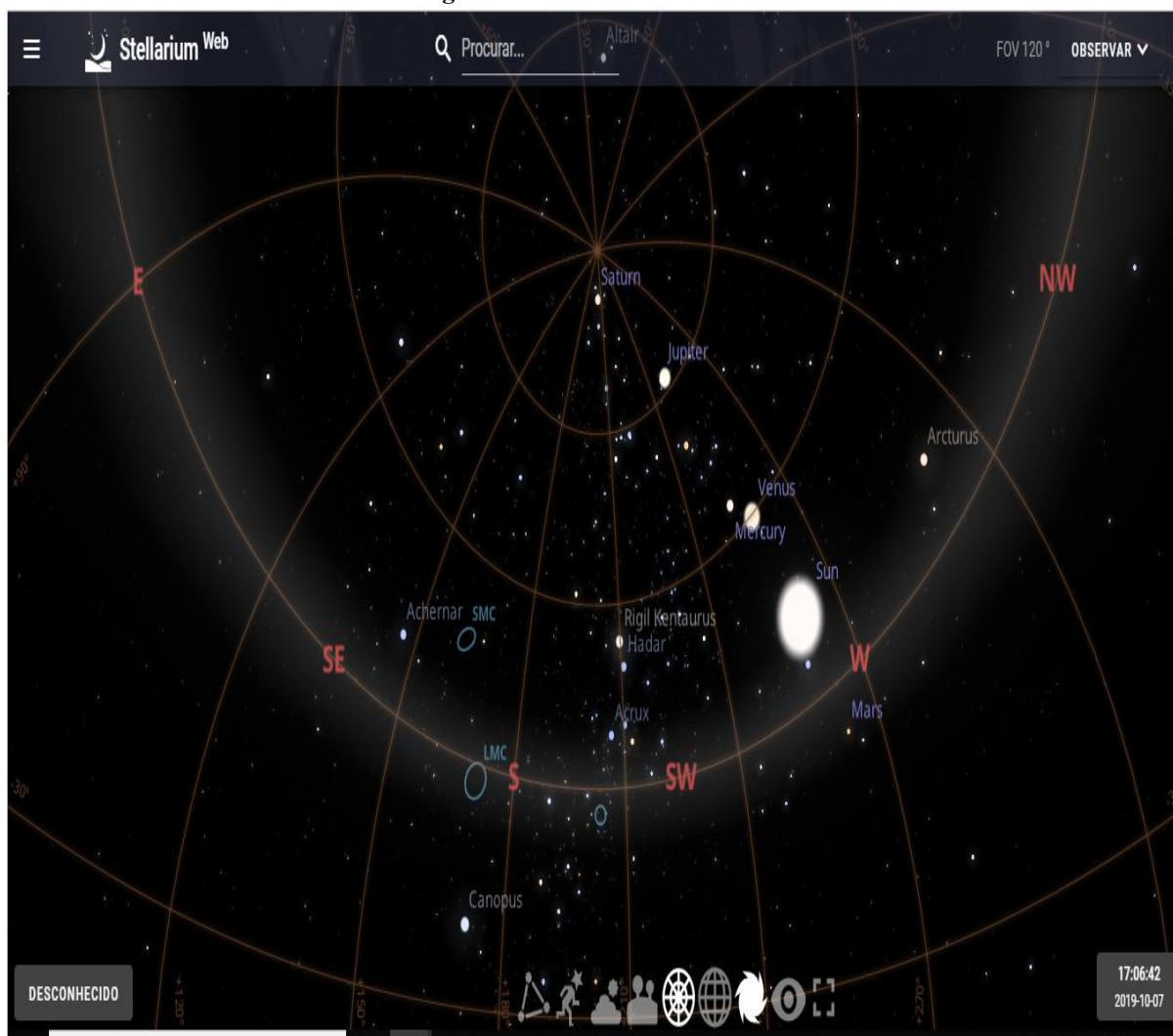
simulações que pode ser realizado após a visualização do movimento, para verificar o entendimento acerca das componentes da aceleração e da velocidade. Assim, ao estudante é possível identificar a parte que possui maior dificuldade para entender o fenômeno.

Figura 3 – Simulador Velocities e Accelerations



Fonte: <http://www.surendranath.org/>.

O *Stellarium*, também indicado no Quadro 2, é um planetário virtual de código aberto que pode auxiliar no estudo de astronomia e astrofísica. Ele possibilita visualização do céu através do *software*, com a referência de localização do usuário, além de ter acessos a diferentes instrumentos de observação que descrevem as características de diversos corpos celestes como pode ser observado na Figura 4.

Figura 4 – Planetário *Stellarium*

Fonte: <http://stellarium.org/en/>.

Os *softwares* restantes do Quadro 2 podem ser empregados em diferentes níveis de ensino e abordam diversos temas da Física, como a mecânica, ondas, óptica geométrica, óptica física, eletricidade, magnetismo e dentre outros.

O ambiente virtual é alvo de observação já que alguns experimentos podem não despertar interesse dos alunos por serem objetivos e possuírem designer gráfico simplificado, porém não devem ser descartados porque, dependendo da abordagem, são produtivos. Por exemplo, o *Temperature Converter* é eficiente e objetivo para comprovar cálculos e realizar conversões escalas de temperatura, já o *General Physics Animations*, o *Tracker* e o Projeto de Física I (PROFI – 1) são categóricos para explorar coordenadas e gráficos.

Alguns *softwares* como o *Phet* e o *Walter Fendt* apresentam diversas opções de tradução de idioma e abordam diferentes tópicos da Física. O *QuVis* e o *General Physics Animations* não estão traduzidos para o português e são mais específicos em relação à área da Física. Dessa

forma, ao professor é recomendável observar o tema a ser trabalhado e se o idioma traz algum empecilho para os alunos.

Outros fatores a serem considerados para a realização de práticas virtuais são a *internet* e os sistemas operacionais instalados nos LI das escolas, porque alguns *softwares* necessitam de programas específicos e podem não funcionar *offline*.

Pesquisas atuais concluíram que as práticas virtuais através das TIC contribuem positivamente para o aprendizado da Física e argumentam que:

A Física e Matemática são algumas das disciplinas que lideram o ranking de reprovações em todo Brasil. Não diferentemente de outras disciplinas, acredita-se que podem vir a melhorar substancialmente com o uso de tecnologias inovadoras. É um recurso adicional que pode contribuir significativamente para tornar as aulas muito mais dinâmicas e prazerosas de serem trabalhadas. A quantidade de possibilidades de trato diferenciado dos conteúdos matemáticos é tão vasta que chega a ser estupidez não fazer uso desses recursos (FREDERICO; GIANOTTO, 2013, p.46).

Macêdo (2009) concordou com Frederico e Gianotto (2013) ao afirmar que:

As simulações permitem ao estudante centrar-se na essência do problema, tornando mais eficiente a assimilação dos conteúdos propostos em cada atividade. Além disso, a utilização de simuladores permite o estudo de situações que, na prática, seriam difíceis ou até mesmo inviáveis de serem realizadas, permitindo, desta forma, uma melhor compreensão dos fenômenos e um maior aprofundamento em seu estudo (MACÊDO, 2009, p.46).

Macêdo (2009), em sua investigação acerca das simulações virtuais e ensino de Física, observou a inserção de novas tecnologias no auxílio à compreensão de fenômenos naturais e conceitos científicos básicos, elas ainda despertam o interesse dos alunos que, a cada dia, estão mais envolvidos com as TIC principalmente através dos computadores e celulares.

Seguindo essa linha de pesquisa, Silva e Barreto (2011) obtiveram alguns resultados positivos através de uma pesquisa com aplicativos de Física, e concluíram que são eficientes como ferramenta mediadora de Física Experimental, destacando que a falta de experiência do professor com programação e algoritmos traz algumas dificuldades na criação de desenvolvimento dos *softwares*. Os autores também destacaram que diversos *softwares* são acessados diretamente da internet, baixados da rede de computadores ou instalados através de *hardwares* e, em experiência com os alunos, observaram a necessidade de ponderar realidade Física e a realidade virtual por possuírem suas particularidades. Os autores complementaram que:

A experiência presencial e os dados obtidos em nossa avaliação indicam que as aulas no Laboratório Virtual de Física incrementaram o interesse dos alunos pela disciplina, na busca da compreensão dos experimentos, conceitos, interpretação gráfica, mudança de variáveis, levantamento de hipóteses e estímulo à pesquisa. (SILVA; BARRETO, 2011, p.9).

Ainda de acordo com Macêdo (2009), o ambiente virtual pode amenizar algumas atividades práticas que no LC acabam se tornando inviáveis nas escolas, por serem perigosas como os equipamentos de alta tensão, ou por questões temporais que exigem reações rápidas ou lentas, por se tratarem de materiais de alto custo fora do alcance das escolas. Concordando com Silva e Barreto (2011) e Macêdo (2009), Fiolhais e Trindade (2003) concluíram que:

Embora as simulações não devam substituir por completo a realidade que representam, elas são bastante úteis para abordar experiências difíceis ou impossíveis de realizar na prática (por serem muito caras, muito perigosas, demasiado lentas, demasiado rápidas, etc.). Quando se revestem de um caráter de “jogo”, as simulações fornecem uma recompensa pela realização de um certo objetivo. (FIOLHAIS; TRINDADE, 2003, p.264).

Utilizadas de maneira adequada, as TIC em escolas propiciam a abertura de espaço para combater a exclusão digital, pois muitos alunos e profissionais da educação ainda possuem acesso restrito a tais tecnologias. As práticas virtuais também possibilitam o incentivo da utilização construtiva e consciente da *internet*, já que é possível estimular os alunos a realizarem pesquisas de forma adequada, ensinando-os a localizar conteúdos de boa qualidade, contribuindo assim, para a transformação dos conhecimentos pesquisados em material para reflexões e compreensão crítica. Dessa forma, segundo Tajra (2000), a *internet* é mais um canal de conhecimento, trocas e buscas.

Há profissionais da educação que ainda demonstram resistência perante as TIC devido à dificuldade em controlar a uso dos recursos digitais, que podem ser utilizados como refúgio da aula ministrada devido às diversas possibilidades de entretenimento que os aparelhos proporcionam e, principalmente pelos excessos de utilização de dispositivos eletrônicos pelos jovens.

Além de refúgio, a *internet* utilizada erroneamente transforma-se em vilã, pois, durante uma pesquisa, a fonte utilizada incorreria em conceitos equivocados ou plágio. Assim, o uso das TIC exige preparo por parte dos professores e de toda a comunidade escolar. Para que não haja efeito contrário à aprendizagem significativa, é evidenciada a importância de cursos de capacitação e formação continuada para o domínio das novas tecnologias em sala de aula e, diante dos avanços, a exclusão de tais recursos pode incorrer em atrasos para a educação.

A utilização dos *softwares* no ensino causa repulsa a alguns professores por se tratar de uma ferramenta que exige capacitação, preparo e planejamento e, em alguns casos, o profissional não recebeu estímulos em sua formação para realizar tais práticas, assim acaba ensinando da mesma forma que aprendeu.

De acordo com Borges (2002, p.311), as dificuldades de aprendizagem dos estudantes não são resolvidas automaticamente, “para que as atividades práticas sejam efetivas em facilitar a aprendizagem, devem ser cuidadosamente planejadas, levando-se em conta os objetivos pretendidos, os recursos disponíveis e as ideias prévias dos estudantes sobre o assunto”. Uma aula prática resumida a responder perguntas e alcançar dados preestabelecidos pela literatura perde seu valor e o resultado é a transmissão de conhecimentos.

A teoria Vygotskyana propôs que o contexto interfere diretamente no desenvolvimento do indivíduo. Alinhados à teoria, Silva, Porto e Medeiros (2017), em pesquisa com aplicativos de celulares e simuladores de fenômenos físicos, apontaram a relevância das novas tecnologias no processo ensino-aprendizagem, ao obterem resultados favoráveis ao desenvolvimento do aluno. O celular está igualmente presente no cotidiano da sociedade devido aos avanços tecnológicos, caracteriza-se como opção para estudar em sala de aula, pois os alunos demonstraram-se mais interessados e são diversos os aplicativos para utilização no ensino. Os autores supracitados destacaram a importância de oficinas para capacitação de professores devido à relutância dos mesmos quando o assunto é o celular.

Assim sendo, nota-se que, sendo a escola um importante mediador do conhecimento por meio de seus professores, quando aplicados novos métodos, o meio influenciará diretamente no aprendizado do aluno. No período atual em que as tecnologias estão cada vez mais expostas a eles, trará um resultado rápido e positivo (SILVA; PORTO; MEDEIROS, 2017, p.94).

Docentes também apresentam resistência às novas tecnologias justificando que elas não trazem a beleza dos fenômenos naturais, logo, considera-se que práticas virtuais não são tão ricas quanto as práticas tradicionais por não apresentarem a complexidade do fenômeno de estudo por completo. Ressalta-se que as aulas virtuais não são as únicas ferramentas de ensino e não servem como justificativa para descartar o LC ou outros recursos didáticos, mas podem ser utilizados para amenizar a ausência destes.

3.3.1 O Physics Education Technology Project

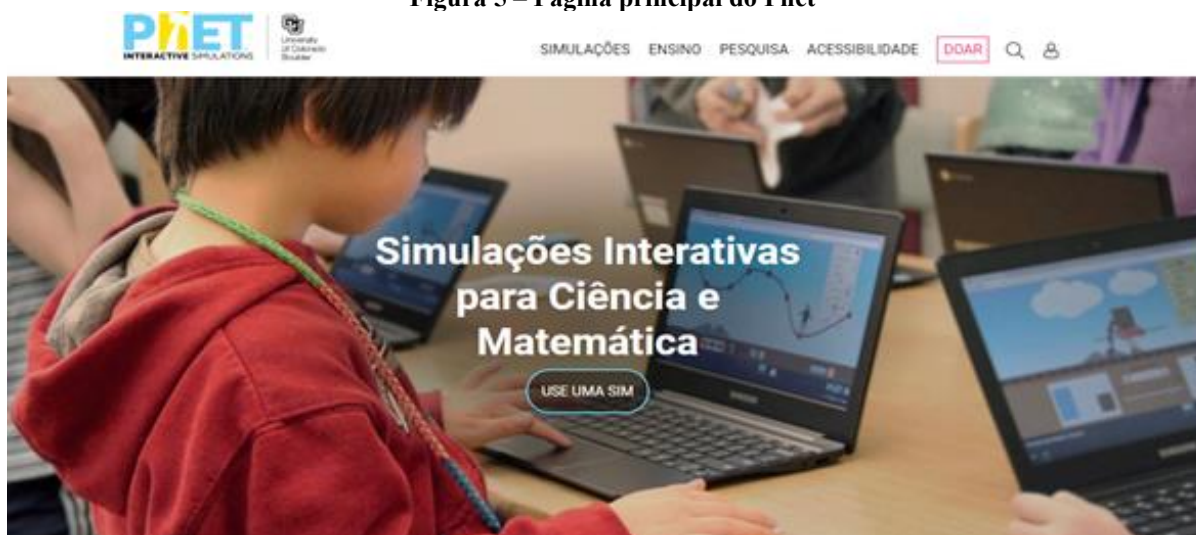
No site do programa *Physics Education Technology Project (PhET)*, há informações sobre o projeto que foi fundado em 2002, através do Prêmio Nobel Carl Wieman, da Universidade de Colorado Boulder, que pesquisa, cria e desenvolve simulações (Sims) interativas gratuitas de matemática e ciências a serem acessadas através do site (https://phet.colorado.edu/pt_BR/) cujo público alvo a ser atingido envolve alunos, professores e interessados.

Segundo Arantes, Miranda e Studart (2010, p.28), “nas simulações, o grupo procura conectar fenômenos diários com a ciência que está por trás deles, oferecendo aos alunos modelos fisicamente corretos de maneira acessível”.

Para usufruir das simulações, é recomendável que o usuário efetue um cadastro realizado em aproximadamente oito minutos. Mesmo não realizando o cadastro, o usuário poderá acessar as simulações e fazer *downloads* através do *site*, porém haverá algumas restrições para baixar arquivos em *Portable Document Format (PDF)* postados por professores e outros profissionais que desenvolveram atividades ao utilizar o *PhET*, tais arquivos podem contribuir para o planejamento e estudo das atividades.

A página principal do *site* do *PhET* representada na Figura 5 oferece acesso a informações sobre o projeto e a *links* úteis de registros e simulações, além de recursos para professores que se resumem a atividades a serem desenvolvidas, espaço para compartilhamento de atividades, dicas de uso do *PhET*, *slides* e vídeos informativos e acesso a referências de pesquisa.

Figura 5 – Página principal do Phet



Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/.

Ainda na página principal, clicando em no *link* (simulações), o usuário tem acesso a outras seções: Novas simulações; HTML5¹; Física; Biologia; Química; Ciências da Terra; Matemática; por Nível de Ensino; por Dispositivo; Todas as Sims; Traduzir Sims. Além dessas seções, há *links* de recursos para professores, pesquisa, acessibilidade, doação e é possível editar o perfil e se desconectar do *site*.

Na seção simulações, o usuário tem acesso a 155 Sims as quais envolvem temas diversificados, os simuladores são subdivididos de acordo com o Quadro 3:

Quadro 3 - Seções x Número de Simulações

Seções	Número de Simulações
Novas Sims	12
HTML5	73
Física	99
Biologia	21
Química	51
Ciências da Terra	18
Matemática	39
Por Nível de Ensino	155
Por Dispositivo	155
Todas as Sims	155

Fonte: Elaborado pelo autor.

A distribuição das Sims do Quadro 3 não corresponde ao número total porque diversas delas podem ser utilizadas em mais de uma disciplina. Por exemplo a simulação de adição de vetores corresponde a Matemática e a Física, assim há espaço para a transdisciplinaridade, pois uma simulação propicia o trabalho de professores de áreas diferentes.

A seção “Por Nível de Ensino” contém todas as simulações subdivididas por Ensino Infantil, Ensino Fundamental, Ensino Médio e Ensino Superior. Opta-se ainda pelas *Sims* de acordo com o aparelho de preferência do usuário, na seção “Por Dispositivo”.

A seção de Física é subdividida pelos temas: movimento; som e ondas; trabalho, energia e potência; calor e termometria; fenômenos quânticos; luz e radiação; eletricidade, ímãs e circuitos, o que facilita a escolha da simulação. Ao clicar em uma simulação na seção de Física, uma nova página que está representada pela Figura 6 é aberta, e nela são indicados os tópicos da física passíveis de abordagem e ao usuário é permitido o acesso a outras seis seções: 1 – sobre; 2 – para professores; 3 - tradução; 4 – simulações relacionadas; 5 – requisitos de programas (*softwares*); 6 – créditos.

¹ O HTML5 é um conversor que permite ao usuário tornar as simulações acessíveis a diversas plataformas e dispositivos como *laptops*, *iPads*, *chromebooks*, ou *BYOD*.

Figura 6 – Página da simulação Movimento de Projétil

The screenshot shows the PhET website interface for the 'Movimento de Projétil' simulation. At the top, there is a navigation bar with the PhET logo and University of Colorado Boulder, and links for SIMULAÇÕES, ENSINO, PESQUISA, ACESSIBILIDADE, and DOAR. The main content area features a simulation window with a play button and a list of topics: Cinemática, Resistência do Ar, and Curva Parabólica. Below the simulation are buttons for 'COPIAR' and 'EMBUZIR'. To the right, there are social media icons for Facebook, Twitter, and Pinterest, and a link for 'Sim Original (Java ou Flash)'. At the bottom, there is a list of links: SOBRE, PARA PROFESSORES, TRADUÇÕES, SIMULAÇÕES RELACIONADAS, REQUISITOS DE PROGRAMAS (SOFTWARE), and CRÉDITOS.

Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/projectile-motion.

A página inicial de cada simulação descreve o sistema operacional adequado e contém informações de funcionamento. Na seção “requisitos de programas (*softwares*)” que pode variar de acordo com a simulação. Já as referências do projeto ou bibliotecas de terceiros são encontradas em “créditos”.

Na seção “sobre”, o usuário depara-se com os tópicos da disciplina com possibilidades de exploração, há descrição dos itens a serem visualizados e observados através da simulação, ainda são expostos alguns objetivos de referência de estudo ou planejamento de aulas. O *PhET* indica algumas Sims na seção “simulações relacionadas” para complemento ou auxílio no desenvolvimento do estudo.

A seção “para professores” contém arquivos, dicas de manuseio, didática, atividades postadas por outros professores, espaço para os docentes compartilharem atividades em *PDF* e estas permanecem disponíveis para outros usuários. Esclarece-se que, nessa seção, diversos documentos em *PDF* não são publicados em língua portuguesa, dificultando as atividades a serem desenvolvidas ou contribuindo para o estudo de línguas estrangeiras. As Sims apresentam duas formas de exploração, online ou baixadas em diversos idiomas através da seção “traduções”, porém os arquivos de auxílio não estão todos traduzidos de acordo com os idiomas das simulações.

É relevante observar que o site do *PhET* é atualizado com frequência. No segundo semestre de 2019 foram realizadas diversas alterações de vídeos, instruções, designer gráfico e novas Sims foram acrescentadas.

4 MATERIAL E MÉTODOS

No intuito de investigar e discutir se os laboratórios de informática das escolas da rede estadual de Minas Gerais da cidade de Januária são exequíveis para realizar práticas de Física através de *softwares*, e também analisar se o *software* de Física contribui significativamente para o processo ensino-aprendizagem, inicialmente procurou-se observar quais os recursos didáticos disponíveis para a realização de aulas práticas.

A partir dessas observações, foram elaboradas as seguintes perguntas: os LI das escolas estaduais de Januária são eficazes para a realização de práticas de Física? Considerando a realidade dos alunos de Januária, práticas de Física através de *softwares* contribuem para uma aprendizagem significativa?

Os questionamentos citados foram balizadores para a construção de um percurso de ações em que se realizou pesquisa de campo em três Escolas Estaduais de Januária (MG) e estudo teórico acerca de Didática, Recursos Didáticos e Planos Nacional e Estadual de Ensino.

4.1 Classificação metodológica

A metodologia do presente trabalho estrutura-se em uma pesquisa documental e bibliográfica, de campo, exploratória e descritiva, com abordagem qualitativa e quantitativa. O trabalho configurou-se igualmente com características de pesquisa ação, sendo que, em certos momentos, foram realizadas intervenções necessárias para dar continuidade às práticas.

Inicialmente foram analisados documentos encontrados em *sites* oficiais do MEC e da SEE-MG, com o intuito de investigar como os recursos didáticos são inseridos e utilizados nas escolas. Posteriormente, tornou-se necessário consultar decretos, leis, regulamentos e programas de ensino os quais influenciam no controle dos recursos.

De acordo com Gil (2002, p.45), “a principal vantagem da pesquisa bibliográfica reside no fato de permitir ao investigador a cobertura de uma gama de fenômenos muito mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente”. O levantamento bibliográfico tornou-se uma demanda necessária em todas as fases da pesquisa para a compreensão e aprofundamento de determinados assuntos, para coletar dados de experiências realizadas por autores que trabalharam com recursos didáticos.

A pesquisa caracteriza-se como exploratória e descritiva por conter: “(a) levantamento bibliográfico; (b) entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado; e (c) análise de exemplos que estimulem a compreensão” (GIL, 2002, p.45).

4.2 Procedimento para realização da pesquisa

Para a realização da pesquisa, estabeleceu-se etapas que estão descritas no Quadro 4:

Quadro 4 – Etapas para realização da pesquisa

Etapas	Descrição das Etapas
Etapa 1	Escolha das escolas para a realização da pesquisa.
Etapa 2	Caracterização do público alvo.
Etapa 3	Análise dos Laboratórios de Informática.
Etapa 4	Seleção de eixos temáticos da Física.
Etapa 5	Seleção do <i>software</i> .
Etapa 6	Realização das práticas.
Etapa 7	Coleta de dados.
Etapa 8	Análise dos dados.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A primeira etapa iniciou-se no primeiro semestre do ano de 2019, optou-se por aplicar a pesquisa em Escolas Estaduais de nível médio da cidade de Januária – MG. Durante a seleção das escolas, foi imprescindível a presença e desimpedimento do LI para a realização das práticas, também foi observada a disponibilidade dos professores para acompanhar e participar da pesquisa. Cinco escolas da região foram consultadas e apenas três possuíam os recursos necessários, sendo que duas das escolas não possuíam LI. Convém observar que durante a primeira visita foi constatado que nenhuma possuía o LC ou outros instrumentos que poderiam ser utilizados para a realização de aulas práticas.

Participaram da pesquisa 105 alunos e 3 professores que compõem o grupo daqueles que se prontificaram a preencher e entregar as devidas declarações, autorizações, roteiros experimentais e questionários. O Quadro 5 representa a distribuição dos participantes.

Quadro 5 – Número de participantes

Escolas	Etapas do Ensino Médio	Nº de alunos por etapa	Total de alunos por escola	Nº de professores	Total de participantes
Escola A	1º	22	40	1	
	2º	11			
	3º	7			
Escola B	1º		18	1	108
	2º	5			
	3º	13			
Escola C	1º		47	1	
	2º	21			
	3º	26			

Fonte: Elaborado pelo autor.

É relevante observar que os dados da terceira coluna do Quadro 5 não correspondem ao número de alunos por turma, sendo que este varia de dez a quarenta dependendo da escola, nível do Ensino Médio e turno.

Para o cumprimento da terceira etapa apresentou-se as escolas o parecer consubstanciado², gerado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) que aprovou o início da pesquisa. Com a autorização das diretorias das escolas observou-se todos os LI a fim de verificar o espaço físico, a disponibilidade e quantidade de computadores em perfeito estado de funcionamento, estabeleceu-se as datas e o número de participantes por aula, analisaram-se as configurações das máquinas e da internet para seleção do *software* de Física compatível. Na Etapa 3, foi necessário analisar outros recursos didáticos disponíveis, com o intuito de avaliar a relevância do experimento virtual diante dos demais recursos e a possibilidade de trabalhá-los em conjunto.

Os temas movimento, transformação de energia e Lei de Coulomb foram selecionados para o cumprimento das etapas 4 e 5. Durante a escolha, tornou-se necessário observar a realidade de cada nível do Ensino Médio, os temas da Física abordados pelos professores e as habilidades do CBC que foram detalhadas da seguinte forma:

[...]4.1.3. Compreender que a energia pode ser armazenada em sistemas como energia potencial (gravitacional, elástica, elétrica e química). 4.1.4. Compreender que o conceito de conservação da energia é fundamental no campo das ciências naturais, sendo denominado Princípio da Conservação da Energia. [...] 5.1.1. Saber que o calor é uma forma de energia que passa de um corpo para outro devido à diferença de temperatura entre eles. 32.1.5. Resolver problemas envolvendo aceleração, velocidade, deslocamento e tempo no movimento retilíneo uniformemente variado. [...] 41.1.2. Saber explicar as forças de atração e repulsão entre cargas elétricas. 41.1.3. Compreender e saber explicar as forças de atração entre corpos eletricamente neutros e corpos eletrizados. 41.1.4. Saber resolver problemas usando a expressão matemática da Lei de Coulomb (MINAS GERAIS, 2007, p.22).

Para a realização das práticas selecionou-se o *PhET*, por ser um *software* que aborda os temas que foram selecionados de acordo com o CBC e os conteúdos trabalhados pelos professores de Física das escolas onde a pesquisa foi realizada, além de proporcionar facilidade no acesso e possibilitar rodar a simulação em diversos equipamentos e permitir acesso direto pelo *site* ou através de *download*. Convém observar que o PhET não descarta os demais *softwares* de Física, cabe ao professor realizar a seleção do *software* de acordo a necessidade e a realidade da escola para o desenvolvimento da prática.

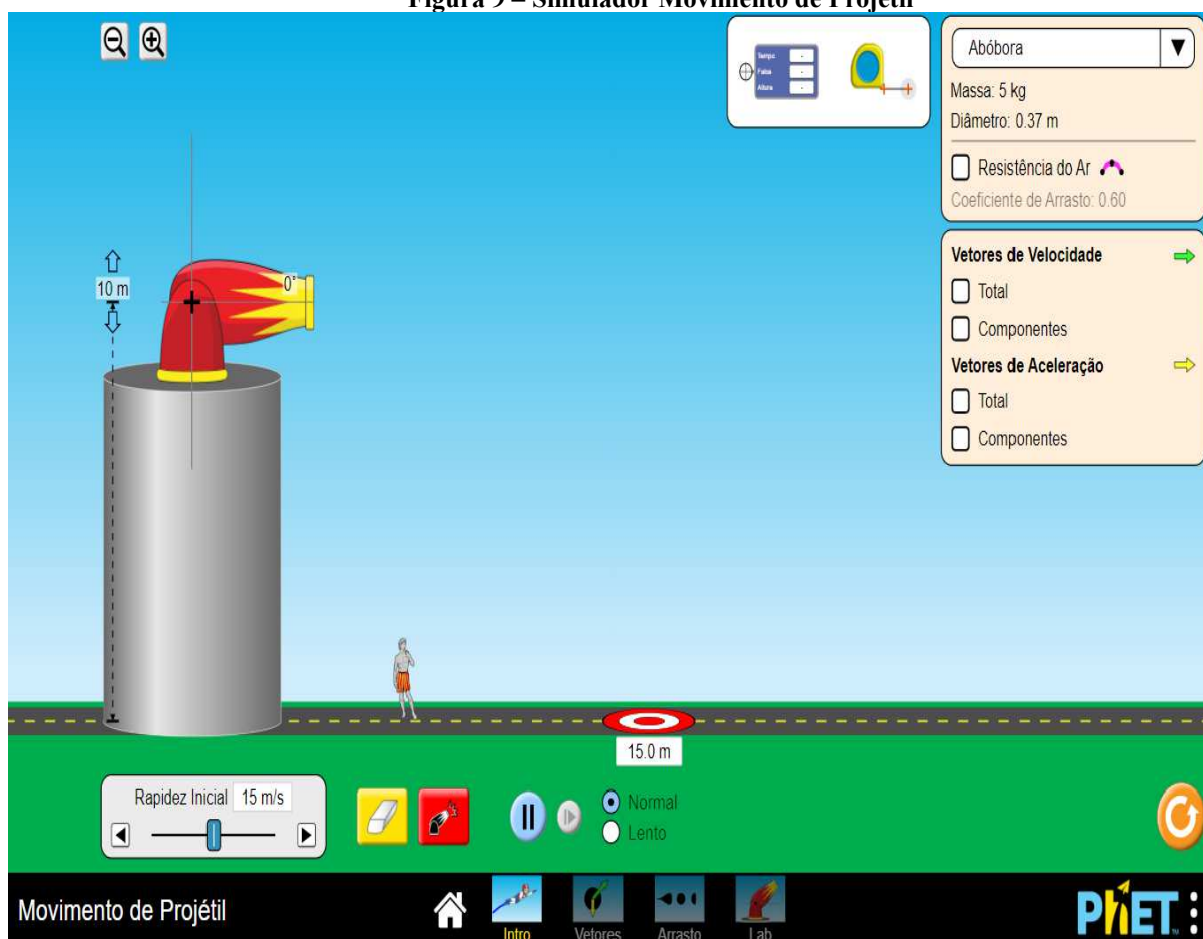
² Parecer consubstanciado do CEP – CAAE: 07426819.0.0000.5108.

Para o desenvolvimento da prática e coleta de dados, elaboraram-se roteiros experimentais que apresentaram atividades a serem desenvolvidas em aproximadamente cinquenta minutos, o tempo de aula disponibilizado para a aula do professor de Física.

[...] coleta de dados: envolve a descrição das técnicas a serem utilizadas para coleta de dados. Modelos de questionários, testes ou escalas deverão ser incluídos, quando for o caso. Quando a pesquisa envolver técnicas de entrevista ou de observação, deverão ser incluídos nesta parte também os roteiros a serem seguidos (GIL, 2002, p. 163).

A mecânica é parte da divisão didática da Física trabalhada geralmente no primeiro ano do Ensino Médio, faz parte dos eixos temáticos do CBC referentes a esta etapa de ensino.

Figura 9 – Simulador Movimento de Projétil

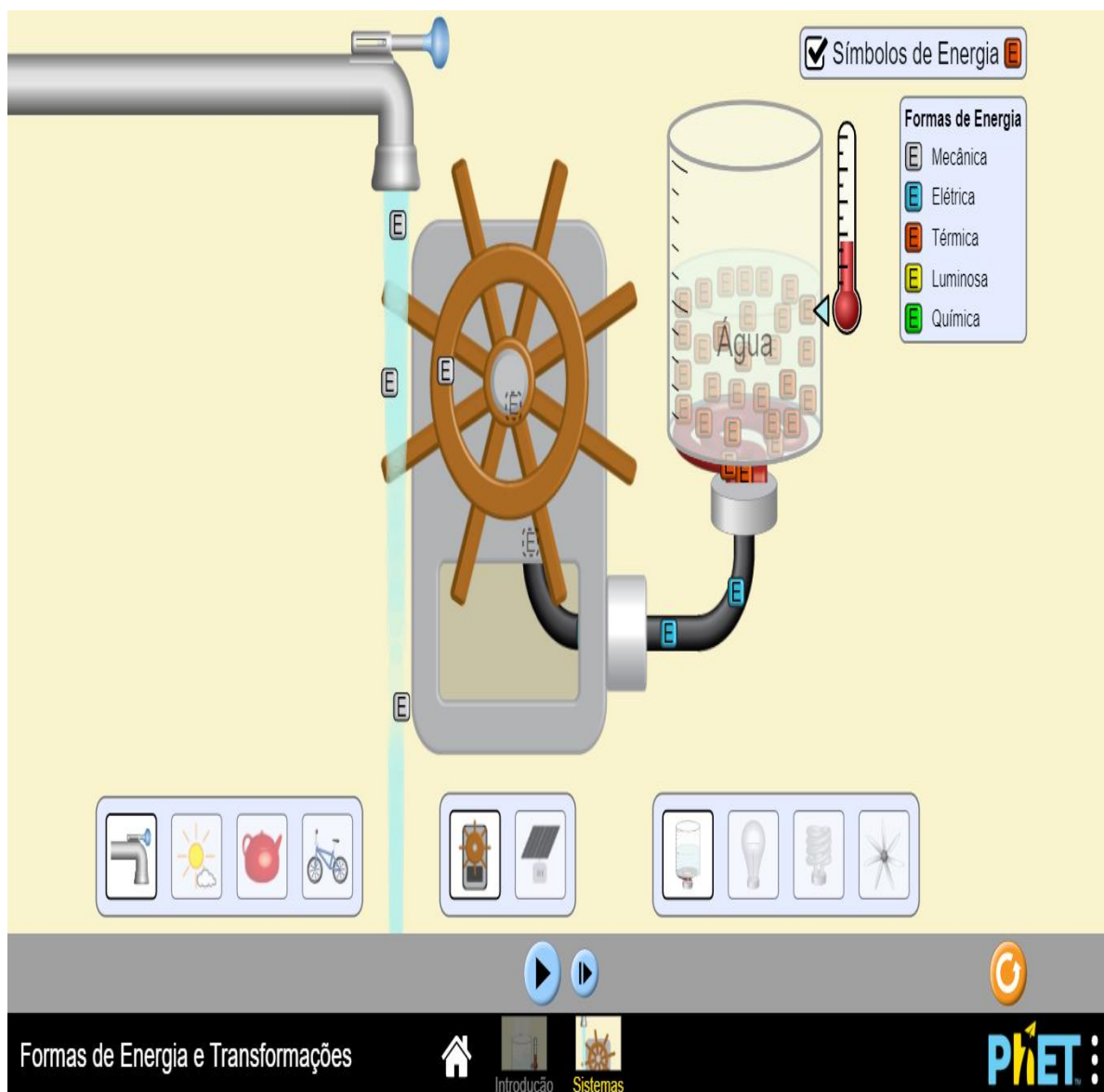


Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/projectile-motion.

A simulação “Movimento de Projétil” do *PhET*, representada na Figura 9, permite o estudo de diversos temas da cinemática e da dinâmica, subdivisões da mecânica. Durante a pesquisa, propôs-se uma aula para os alunos do primeiro ano sobre movimento oblíquo através do simulador.

Energia é um tópico da Física estudado em diferentes níveis de ensino. A simulação “Formas de Energias e Transformações”, representada na Figura 10 foi selecionada para a aula experimental do segundo ano do Ensino Médio.

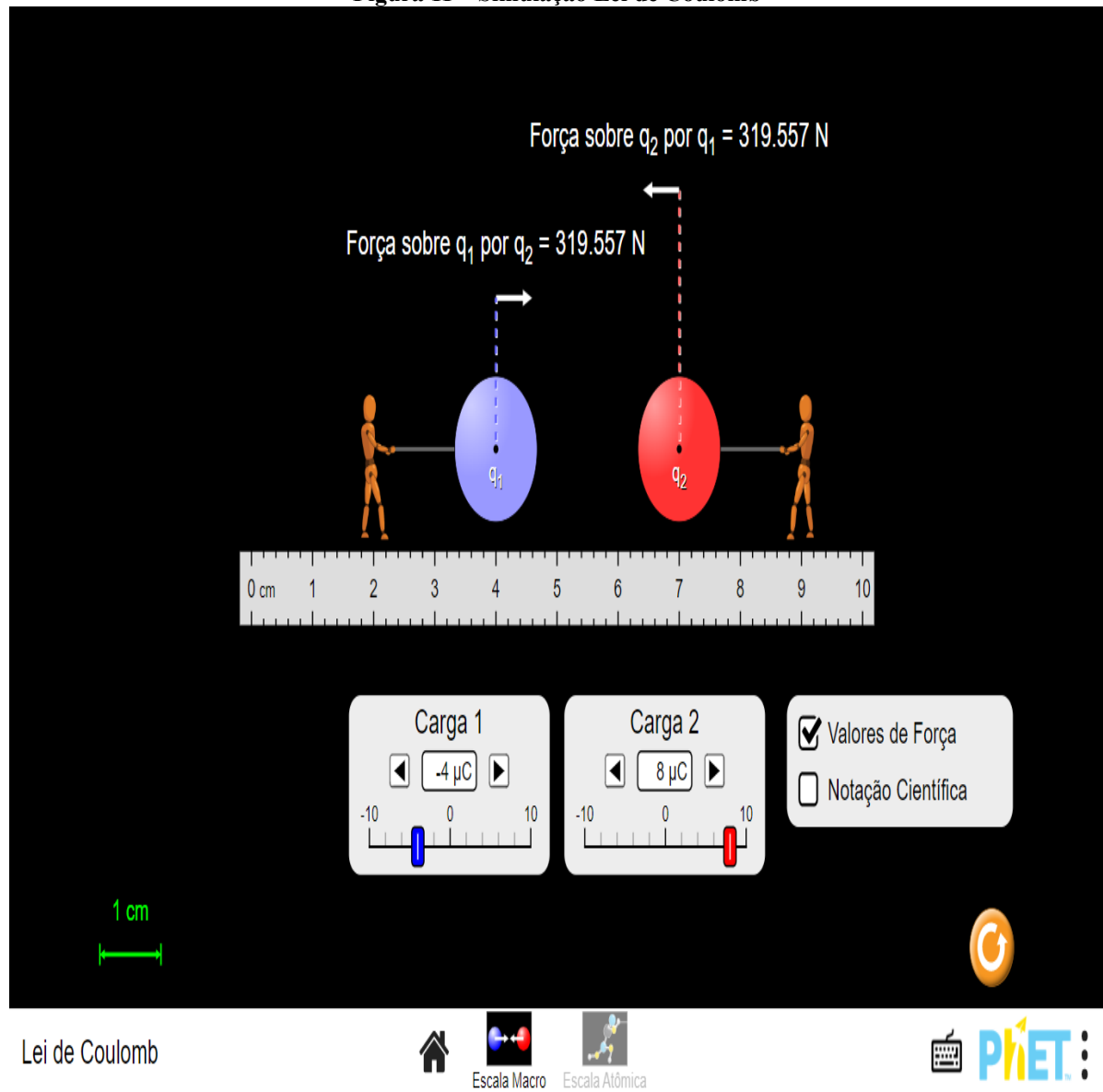
Figura 10 – Simulação Formas de Energia e Transformação



Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/energy-forms-and-changes.

A eletricidade e magnetismo são objeto de estudo dos alunos do terceiro ano do Ensino Médio. Dessa forma, a simulação “Lei de Coulomb” contribui significativamente para a visualização de fenômenos elétricos, principalmente ao que se refere à interação entre cargas elétricas por apresentá-los de forma ilustrativa, além de caracterizar-se como uma ferramenta importante para o estudo da notação científica e das escalas macro e atômica. A Figura 11 demonstra o *design* da simulação utilizada nas práticas do terceiro ano.

Figura 11 – Simulação Lei de Coulomb



Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/coulombs-law.

Dependendo das condições dos computadores, da abordagem e do tema a ser desenvolvido, é necessário selecionar outros experimentos virtuais que podem ser mais eficientes. A exemplo, o *PhET* é falho nos quesitos exposição e análise de gráficos, assim, outro *software* pode ser utilizado para substituir ou complementar a aula. Durante a pesquisa, houve a preocupação de esclarecer sobre essa situação, portanto uma lista com alguns *links* de *softwares* para a seleção adequada foi disponibilizada aos alunos e professores.

Os procedimentos a seguir sugeridos por Gil (2002) foram balizadores para o cumprimento das etapas descritas no Quadro 4. As escolas onde a pesquisa foi realizada possuem organização hierárquica, assim, antes de iniciar a pesquisa, foram solicitadas autorizações aos diretores e coordenadores pedagógicos em que procurou-se:

[...] a) buscar apoio das lideranças locais. Isto é especialmente importante quando se está lidando com uma estrutura hierárquica.

[...] b) aliar-se a pessoas ou a grupos que tenham interesse na pesquisa. Dessa forma, os interessados em algum tipo de reforma na comunidade ou os dirigentes de uma empresa que procuram informações sobre deficiências de seus empregados poderão receber muito bem os pesquisadores e oferecer-lhes apoio;

c) fornecer aos membros da comunidade as informações obtidas.

Manter as informações em segredo não é conveniente, já que pode provocar rumores e suposições nem sempre favoráveis, além de dificultar eventuais contatos futuros com a comunidade. O maior problema em relação a esse aspecto é que algumas revelações poderão prejudicar a pesquisa. Assim, o mais conveniente costuma ser a apresentação da pesquisa em suas linhas "gerais, fornecendo alguns exemplos de um ou outro item, sem descer a considerações profundas;

d) preservar a identidade dos respondentes. A análise dos materiais obtidos não deve ser conduzida a ponto de possibilitar a identificação dos respondentes. Se as pessoas forem prevenidas de que sua identidade será preservada, deverão de fato permanecer anônimas. Isso corresponde a uma importante obrigação moral dos pesquisadores (GIL, 2002, p.132).

Para o cumprimento da Etapa 6, na realização das aulas práticas, programaram-se junto às escolas e professores, datas prováveis para a utilização dos LI, o que exigiu planejamento. As turmas foram divididas em grupos durante a pesquisa, pois o número de alunos por sala excedeu a quantidade de computadores. Os roteiros experimentais dispostos nos Apêndices A, B e C foram propostos aos alunos, recolhidos para análise e depois devolvidos com algumas correções.

Buscou-se a colaboração de profissionais e alunos das escolas para a coleta de dados que foi objetivo da Etapa 7, que demandou a “utilização de variados instrumentos de pesquisa, tais como formulários, questionários e entrevistas” (GIL, 2002, p.132), além do roteiro experimental e o método observacional.

A Etapa 8 foi concluída durante e após as práticas através do método observacional, a partir da tabulação e análise qualitativa e quantitativa, dos dados apresentados nos roteiros experimentais, nos questionários e na entrevista oral.

As perguntas do Apêndice E foram feitas através de entrevista oral realizada junto aos professores de Física das escolas onde a pesquisa foi aplicada, aos alunos foram destinados questionários (Apêndice D), para todos os casos foram cumpridas as exigências do CEP.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de pesquisa foram obtidos durante a primeira visita nas escolas e durante as práticas através do método observacional. Verificou-se que os professores envolvidos na pesquisa trabalham em mais de uma escola da cidade de Januária - MG e lecionam a Física para alunos do primeiro, segundo e terceiro anos do Ensino Médio que estão na faixa etária entre quinze a trinta e nove anos.

Os recursos didáticos disponíveis nas escolas estão indicados no Quadro 6, são ferramentas que podem ser utilizadas em conjunto com a aula experimental, para consulta ou para exposição.

Quadro 6 – Número de computadores por escola

Escola	Nº de computadores no laboratório	Nº de computadores funcionando	Outros recursos didáticos
Escola A	30	9	livro didático, quadro, giz e data show.
Escola B	20	13	livro didático, quadro, giz e data show.
Escola C	25	22	livro didático, quadro, pincel e data show.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Observou-se que as escolas possuem apenas um *datashow*, o que pode causar transtorno de acesso devido à reserva. O livro didático foi apontado pelos professores como a principal ferramenta, as escolas participam do PNLD para obtê-los. É importante observar que o LI da Escola A não possui quadro o que dificulta a argumentação teórica.

As escolas inseridas na pesquisa possuem os mesmos recursos, entretanto não possuem LC ou experimentos que possam ser utilizados para a realização de práticas e demonstração de fenômenos, o que confirma, de certa forma, a relevância do experimento virtual através dos LI instalados nas escolas da região.

Além do método observacional tornou-se necessário utilizar outros instrumentos de pesquisa como: entrevista, questionários e roteiros experimentais, para coleta de dados e alcance do objetivo de trabalho. A seguir é apresentada a descrição e análise dos instrumentos.

5.1 Observação dos Laboratórios de Informática

Através da observação dos LI das escolas que participaram da pesquisa, verificou-se que: a – as três as escolas superam o número de 10 turmas de alunos e contam com apenas um

LI. Assim as aulas devem ser agendadas com antecedência porque os LI não são exclusivos para as aulas de Física e os professores de outras disciplinas também fazem uso dos LI; b – durante a pesquisa foi observada morosidade para liberar o acesso aos LI, visto que há apenas um funcionário por escola responsável pela abertura de todos os setores da escola, fato que resultou em atrasos de diversas práticas; c - o espaço físico dos LI das Escolas A e B não é suficiente para atender uma turma completa de estudantes sendo que estas variam de 30 a 40 alunos, deste modo, para realizar as práticas tornou-se necessário dividir as turmas em grupos; d – a disposição das máquinas em forma de “U” das escolas A, B e C dificulta a apresentação através de lousa ou *datashow*, sendo que, os alunos ficam de frente para as paredes e de costas para o professor que terá dificuldades de acompanhar todo o grupo; e – apenas as escolas B e C possuem lousa no LI; f - o número de computadores é insuficiente e não condiz com a quantidade de alunos por turma; g – a *internet* de ambas as escolas oscila frequentemente, o que limita a escolha do *software* adequado, sendo que alguns só funcionam *online*; h – como pode ser observado no Quadro 6, muitos dos computadores dispostos não estão funcionando ou não possuem todos os acessórios em perfeito estado de funcionamento, pois a devida manutenção não é realizada com frequência, e sim esporadicamente por um técnico de informática da Superintendência Regional de Ensino – MG, para tanto a escola deve solicitar a visita do técnico e aguardar a disponibilidade, o que pode causar morosidade na manutenção, não há um profissional qualificado pertencente ao quadro de funcionários da própria escola destinado a este fim; i – a Escola A adotou o sistema operacional *Linux* e as Escolas B e C utilizam o *Windows*.

Através da entrevista com os professores avaliou-se que os LI são pouco utilizados nas aulas de Física, intuitivamente esperava-se que o motivo para tal fato fosse de encontro com a observação a seguir:

De repente, diante da primeira hipótese, tem-se que, a justificativa mais plausível seja que, devido à extensa jornada de trabalho que lhe é atribuído, o professor não tenha tempo hábil e disponível para preparar suas aulas, assim como também, de projetar atividades que façam uso do computador e, principalmente, de se capacitar para tal, pois, acredita-se que a formação é algo essencial quando se trata de processos que envolvem ensino (FREDERICO; GIANOTTO, 2013, p. 41).

A formação docente não se apresentou como empecilho para a realização das práticas, durante a pesquisa os três professores entrevistados demonstraram habilidade para trabalhar com computadores quando auxiliaram no arranjo das máquinas e na instalação dos *softwares*, e não demonstraram indícios de repulsa para a realização de práticas virtuais. A carga horária

dos professores das Escolas A e C excede 30 horas aula semanais, e estes trabalham em mais de uma escola da região, mas a quantidade de aulas também não foi apontada pelos professores como obstáculo.

A realização de práticas com frequência nos LI dessas escolas demonstrou-se desafiadora durante a observação dos LI, pois verificaram-se condições de trabalho não favoráveis. O professor enfrenta diversos problemas para utilizar tais recursos, principalmente no que se refere ao número de alunos por turma, manutenção e organização dos LI. Para o desenvolvimento de tais práticas há a necessidade de manutenção periódica, adequações nas instalações e divisão de alunos por grupo, porém não é costume dessas escolas deixar os alunos sem acompanhamento e não há professor de apoio ou outros profissionais da escola destinados a estes fins.

Em conversa informal com os três professores, foi perguntado se eles tiveram oportunidade de opinar no processo de aquisição e instalação dos LI. Segundo eles, não faziam parte do quadro de funcionários da escola e não souberam informar sobre a aquisição dos LI e também não realizam acompanhamento do patrimônio. Outros funcionários também foram arguidos sobre o assunto, mas optaram por não responder.

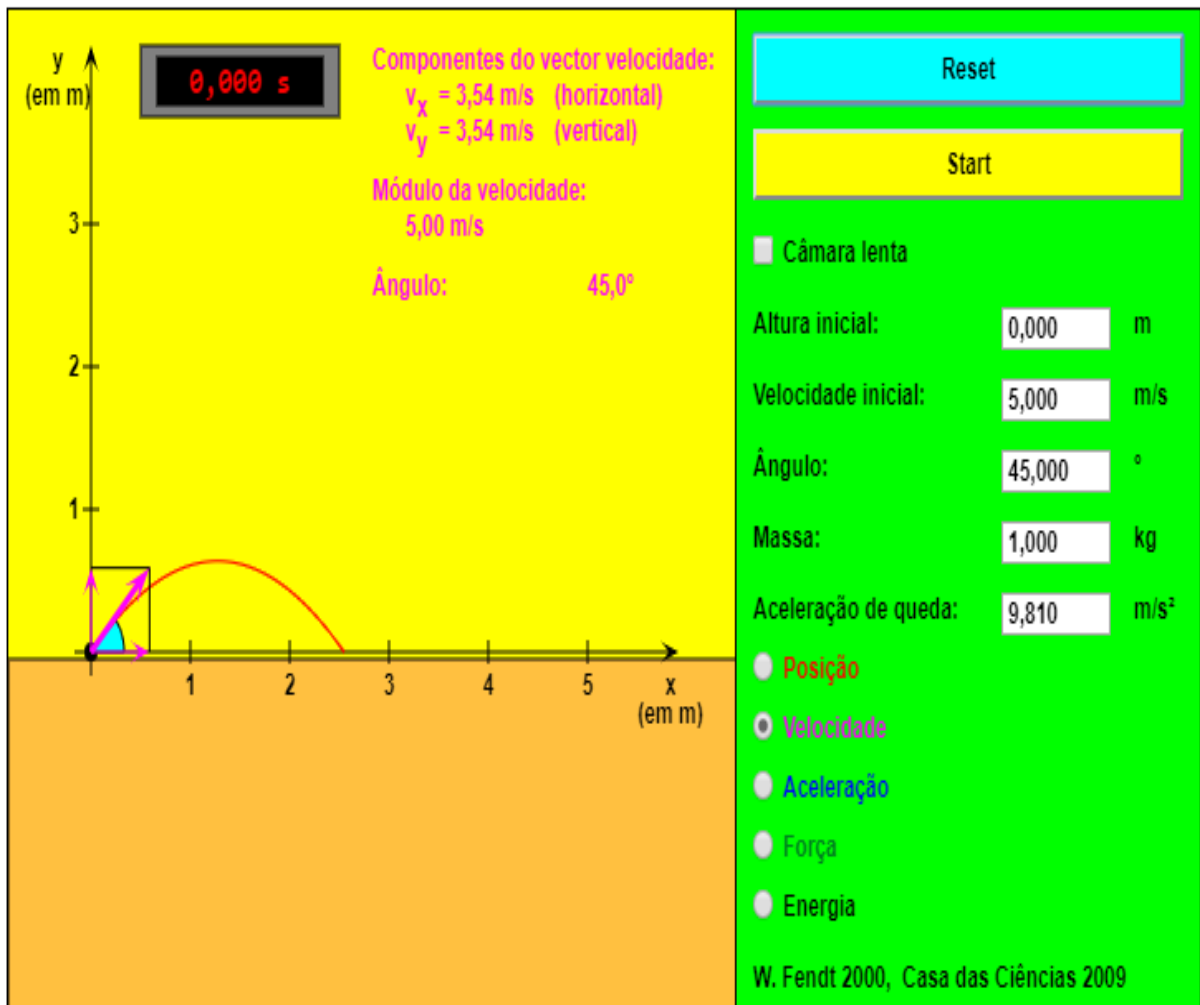
Em relação à compatibilidade do *software* escolhido com os computadores e sistemas operacionais das escolas, não houve problemas de instalação, o tempo de aproximadamente trinta minutos para cada LI foi o suficiente para instalar os simuladores do *PhET* nas máquinas, porém tiveram que ser instalados através de *hardware* porque a *internet* das escolas não funcionou durante a realização de algumas práticas.

5.2 Roteiro experimental

Os roteiros experimentais (Apêndices A, B e C), foram elaborados de acordo com a referência didática mineira CBC e com os tópicos da Física que estavam sendo trabalhados pelos professores durante o semestre.

O principal tema abordado na prática realizada no primeiro ano foi o lançamento oblíquo no vácuo e, utilizou-se o simulador Movimento de Projétil do *PhET*. Na elaboração do roteiro experimental, constatou-se a necessidade de utilizar as fórmulas de alcance e altura máxima para o lançamento a fim de realizar previsões matemáticas sem cronometrar o tempo. As demonstrações das equações são apresentadas a seguir:

Figura 12 – Movimento de um Projétil



Fonte: https://www.walter-fendt.de/html5/phpt/projectile_pt.htm.

De acordo com o lançamento do projétil representado pela curva vermelha na Figura 12 e os vetores das velocidades representados pela cor rosa, há o ponto mais alto da trajetória que corresponde à altura H onde a velocidade em y (v_y) é nula. Assim, $y = H$ e $v_y = 0$.

Sendo a aceleração α e a aceleração da gravidade $-g$, pela equação de Torricelli:

$$v_y^2 = v_{0y}^2 + 2\alpha y$$

$$0 = v_{0y}^2 + 2(-g)H$$

$$-v_{0y}^2 = -2gH$$

$$v_{0y}^2 = 2gH$$

$$H = \frac{v_{0y}^2}{2g}$$

mas, $v_{0y} = v_0 \sin\theta$; logo, $H = \frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{2g}$ (Fórmula 1 – altura máxima).

Ainda considerando a Figura 12 para demonstração da fórmula de alcance, partiu-se da seguinte afirmativa: considerando a velocidade vertical quando o móvel retorna ao seu nível de lançamento $v_y = -v_{0y}$. Pela equação horária $v_y = v_{0y} + at$ e sendo $a = -g$, assim:

$$-v_y = v_{0y} - gt$$

$$t = \frac{2v_{0y}}{g}$$

Durante este tempo (t) o móvel alcança, na direção horizontal, uma distância A que corresponde a x , assim, $x = A$. Como $x = v_x t$:

$$A = v_x \frac{2v_{0y}}{g},$$

considerando $v_{0y} = v_0 \sin\theta$ e $v_x = v_0 \cos\theta$, vem:

$$A = v_0 \cos\theta \frac{2v_0 \sin\theta}{g}.$$

Mas: $2\sin\theta\cos\theta = \sin 2\theta$. Logo: $A = \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g}$ (Fórmula 2 – alcance).

Como pode ser observado através das demonstrações anteriores, o conhecimento prévio dos alunos acerca das equações do movimento horizontal e vertical é de suma importância para o entendimento e análise do lançamento oblíquo.

Durante a pesquisa, considerou-se a sugestão dos professores que argumentaram que as demonstrações durante a prática tomariam muito tempo, assim, as fórmulas 1 e 2 foram apresentadas de maneira que o aluno a utilizasse diretamente, e a devida dedução seria realizada pelo professor na aula seguinte, a partir das observações feitas durante as práticas.

Durante as práticas procurou-se motivar os alunos a arguir, constatar e interpretar os resultados para que o *software* não fosse utilizado unicamente para a comprovação de cálculos, com o intuito de evitar o erro apontado por Andrade, Lopes e Carvalho (2009) em que os alunos aceitam passivamente os dados.

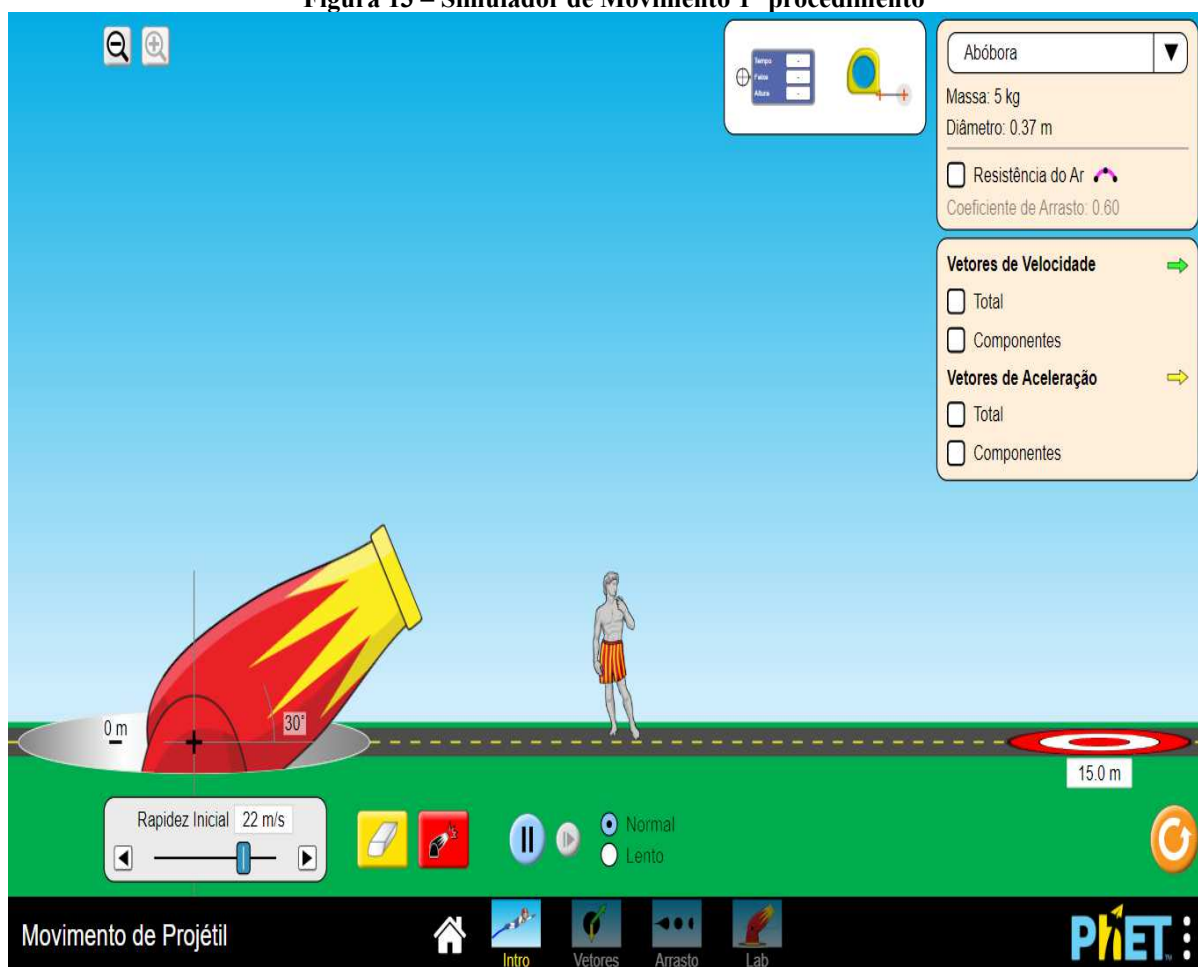
Consideraram-se os conhecimentos prévios dos alunos para a utilização dos computadores e para a fundamentação do lançamento oblíquo, como foi sugerido por Freire (1996), Skinner (1972) e Vygotsky (1998). Assim, utilizaram-se os conceitos que os alunos possuíam acerca do computador e dos movimentos vertical e horizontal para demonstrar o lançamento oblíquo composto pelos dois tipos de movimentos.

Inicialmente, o *software* foi apresentado, instruções de manuseio foram dadas e introduziu-se o conceito do movimento oblíquo de acordo com a definição de Fukui e Molina (2016), em que:

O lançamento oblíquo é o movimento no qual o vetor velocidade inicial é oblíquo – isto é, inclinado – em relação à direção horizontal. No lançamento oblíquo, a resistência gravitacional ocorre apenas na direção vertical; na direção horizontal, desprezando a resistência do ar, o corpo realiza um movimento uniforme (FUKUI; MOLINA, 2016, p.73).

No primeiro procedimento do roteiro experimental (Apêndice A) foram dadas instruções e, através da simulação Movimento de Projétil, o aluno pôde visualizar o lançamento caracterizado como oblíquo. Em sequência, para a realização do segundo procedimento, solicitou-se aos alunos que configurassem o canhão de acordo com as instruções a seguir: ajuste o canhão: I – Altura do canhão a 0 m, II – Ângulo de lançamento a 30° e III – Rapidez inicial de 22m/s, como é representado na Figura 13.

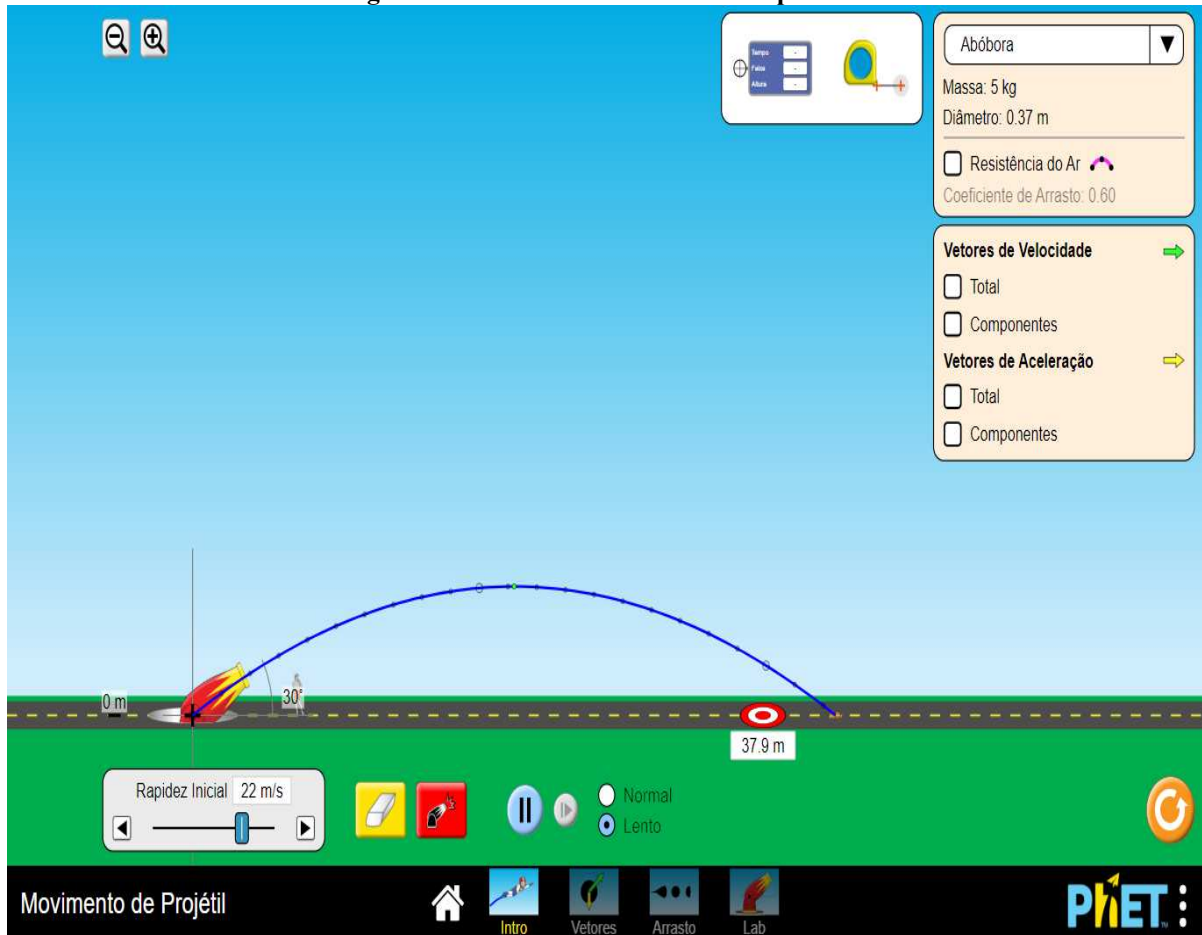
Figura 13 – Simulador de Movimento 1º procedimento



Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/projectile-motion.

Para realização do 2º procedimento, foi feito um desafio aos alunos os quais deveriam posicionar o alvo com o objetivo de acertá-lo com apenas um disparo, conforme é representado na Figura 14.a

Figura 14 – Simulador de Movimento procedimento 2ª



Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/projectile-motion.

Após a realização do procedimento, observou-se que nenhum dos alunos venceu o desafio, assim apresentaram-se as fórmulas 1 e 2 de alcance e altura máxima descrevendo suas utilidades.

Após as explicações, foi solicitado aos alunos que realizassem uma previsão através de cálculos, neste momento verificou-se que, dos 22 alunos do primeiro ano do Ensino Médio, apenas 18,18% conseguiram realizar os cálculos mesmo utilizando a calculadora dos computadores, assim é possível perceber que o fundamento matemático é insatisfatório. Durante a atividade houve queda do estímulo dos alunos quando foi solicitado que eles fizessem as previsões através da matemática, tal postura dos alunos está de acordo com a observação a seguir:

As respostas a este questionário permitem concluir que muitos alunos demonstram interesse pela Física e a consideram importante para suas vidas, porém, em determinados momentos, sentem-se incompetentes para aprendê-la pois associam a ela cálculos matemáticos que consideram complexos e difíceis (MENEGOTTO; ROCHA FILHO, 2008, p.308).

É importante observar que os próprios alunos verificaram seus erros e acertos através do simulador, comprovando a teoria de Skinner (1972), em que as máquinas podem ser utilizadas para a visualização de fenômenos e para correção de atividades, o que facilitou as contingências durante a prática. Para dar continuidade à prática, os cálculos foram realizados pelo pesquisador como é demonstrado na resolução a seguir:

$$A = \frac{v_0^2 \cdot \text{sen } 2\theta}{g} \quad (2)$$

$$A = \frac{(22)^2 \cdot \text{sen } 2(30)}{9.81}$$

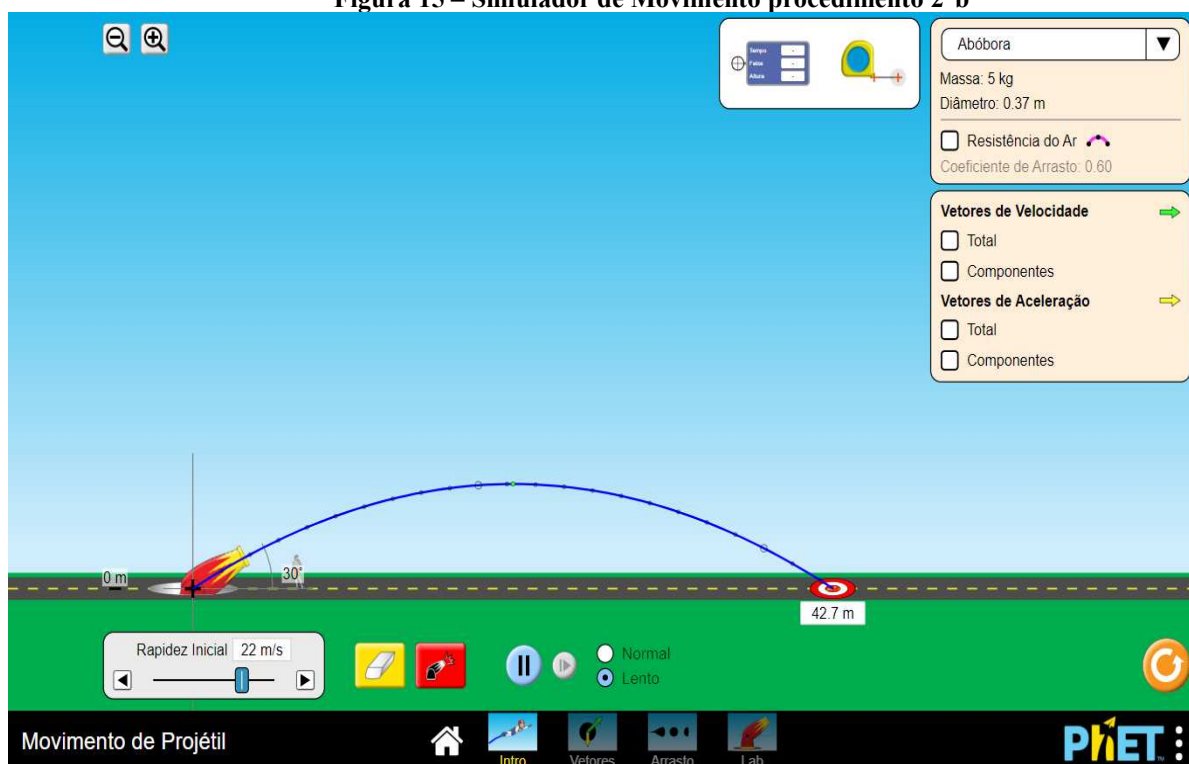
$$A = \frac{484 \cdot \text{sen } 60}{9.81}$$

$$A = \frac{484 \cdot 0,87}{9.81}$$

$$A = 42,7\text{m}$$

Em seguida, foi solicitado que os alunos posicionassem o alvo de acordo com a resposta a fim de confirmar a teoria, o resultado está representado na Figura 15. Através do método observacional verificou-se que a partir do momento em que os alunos visualizaram a resposta no simulador, eles se apresentaram mais interessados pela prática.

Figura 15 – Simulador de Movimento procedimento 2ºb



Fonte : https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/projectile-motion.

Na sequência, os alunos receberam o comando para que realizassem o cálculo da altura máxima e conferissem a resposta através do simulador, houve um número maior de acertos sendo que 31,82% dos 22 alunos do primeiro ano demonstraram o resultado. Através da quantidade de acertos também constatou-se a dificuldade diante dos cálculos. O cálculo para a previsão de altura máxima também foi realizado pelo pesquisador de acordo com a demonstração da resolução a seguir:

$$H = \frac{v_0^2 \cdot \text{sen}^2 \theta}{2g} \quad (1)$$

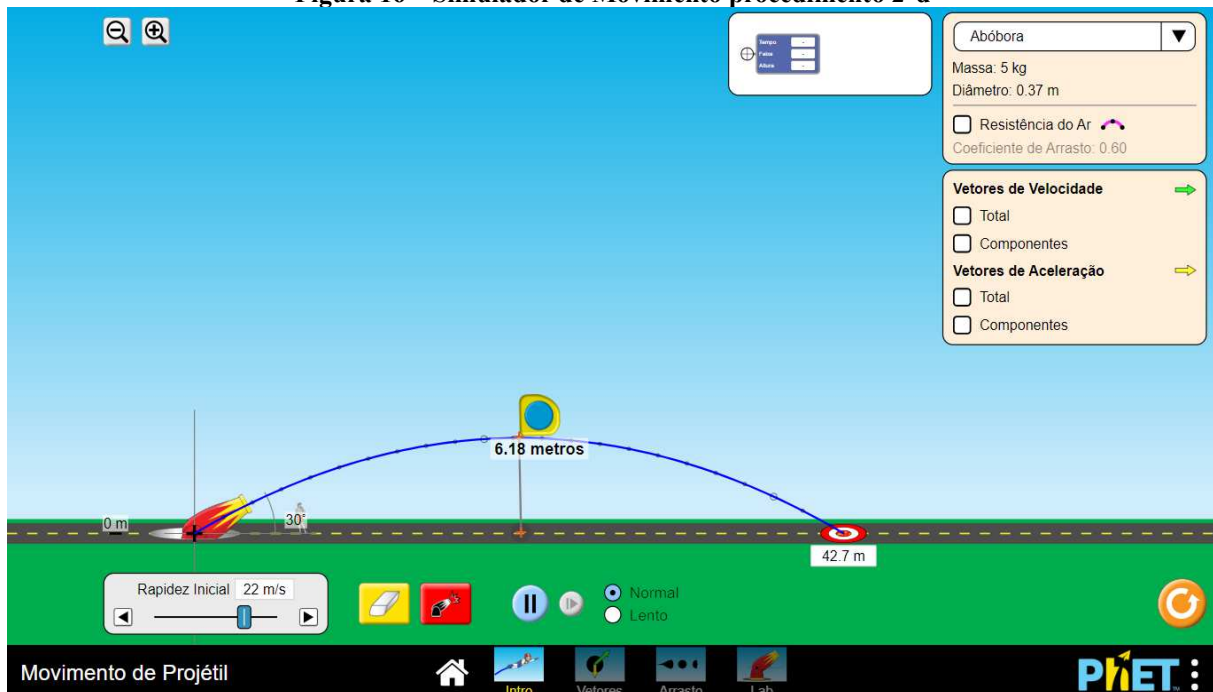
$$H = \frac{22^2 \cdot \text{sen}^2 \theta}{2g}$$

$$H = \frac{484 \cdot 0,25}{19,62}$$

$$H = 6,17\text{m}$$

Após calcular a altura máxima, novamente houve comprovação dos cálculos através da trena e do sensor do simulador pelos alunos. A Figura 16 representa a confirmação. Neste momento, o pesquisador realizou observações sobre medidas devido à diferença das medidas dos instrumentos e da previsão.

Figura 16 – Simulador de Movimento procedimento 2ºd



Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/projectile-motion.

Os procedimentos 3° e 4° propiciaram espaço para discussões entre os alunos, no cumprimento do 3° foi verificado que todos os participantes entenderam os fatores que influenciam no movimento oblíquo, sendo que tiveram a oportunidade de mudar os dados do simulador.

Mesmo fazendo a observação no *software*, nenhum aluno conseguiu explicar corretamente o 4° procedimento em que, ajustando o canhão para 30° ou 60° com uma velocidade inicial de 22m/s o alcance seria igual, a ideia era que eles argumentassem que o ângulo é multiplicado por dois na Fórmula 2 e o $\text{sen}60^\circ = \text{sen}120^\circ \sim 0,87$, então o alcance ($A = 42,7m$) seria o mesmo para ambos os ângulos. Dessa forma, julgou-se necessário o argumento do pesquisador sobre funções trigonométricas.

No fim da prática, visando despertar potencialmente o interesse dos alunos e proporcionar intimidade com o *software*, foi aberto espaço para que os alunos conhecessem um pouco mais do simulador manipulando-o livremente.

A prática virtual realizada com os alunos do segundo ano foi introduzida a partir dos conhecimentos prévios dos alunos acerca de calor, procurou-se então demonstrar, através das imagens do simulador Simulador Formas de Energia e Transformações do PhET, diferentes tipos de energia e algumas transformações além de introduzir alguns conceitos da termodinâmica, sendo assim foi utilizado o roteiro disposto no Apêndice II.

O simulador Formas de Energia e Transformações é limitado a análises qualitativas. Mesmo que o tema inicial da prática já havia sido trabalhado pelos professores, primeiramente, durante a prática, introduziu-se o conceito de calor específico (c) utilizando a definição de Fukui e Molina (2016, p.35) em que: “Calor específico c é a quantidade de calor que deve ser fornecida ou retirada para que a massa unitária de uma substância sofra a variação unitária de temperatura, para mais ou pra menos”. A prática realizada com os alunos do segundo ano não envolveu cálculos, mas a fórmula para o cálculo do calor específico foi apresentada conforme disponibilizado a seguir:

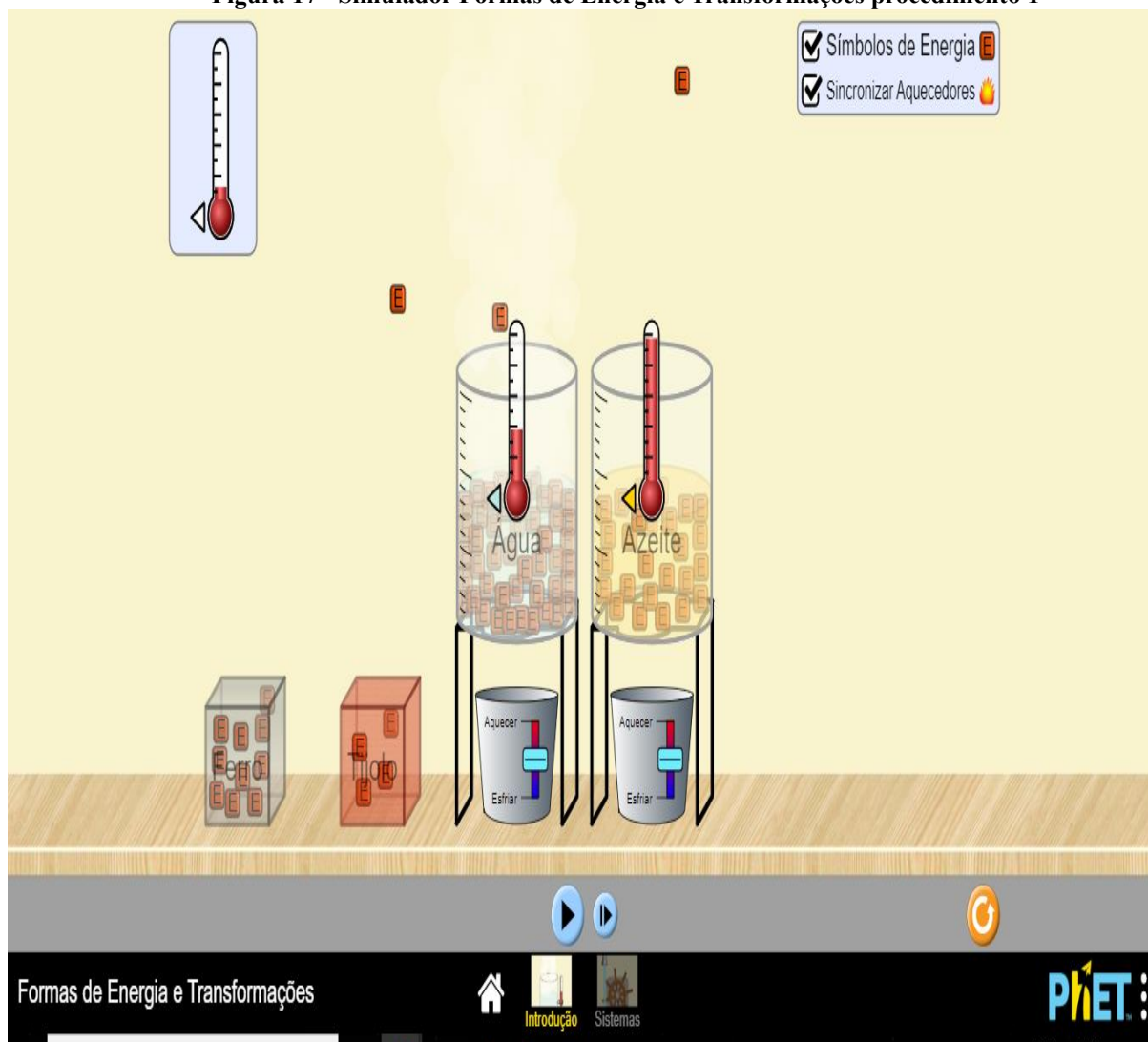
$$c = \frac{Q}{m \cdot \Delta t} \text{ (Fórmula 3)}$$

em que, Q é quantidade de calor, m é a massa e Δt é variação de temperatura.

Na Fórmula 3, a variação de temperatura é inversamente proporcional ao calor específico, ou seja, quanto maior Δt , menor será c . Para o cumprimento do primeiro procedimento do roteiro experimental (Apêndice B), solicitou-se aos alunos que: clicassem no *link* introdução do *software*, sincronizassem os aquecedores e aquecessem os diferentes tipos de materiais dispostos no simulador sempre observando a variação de temperatura. Assim, os

materiais que demoraram mais tempo para atingir o grau máximo do termômetro indicam menor Δt , logo, possuem o maior calor específico. Na sequência solicitou-se que listassem os materiais de acordo com c em ordem decrescente. A Figura 17 representa o procedimento.

Figura 17 - Simulador Formas de Energia e Transformações procedimento 1°



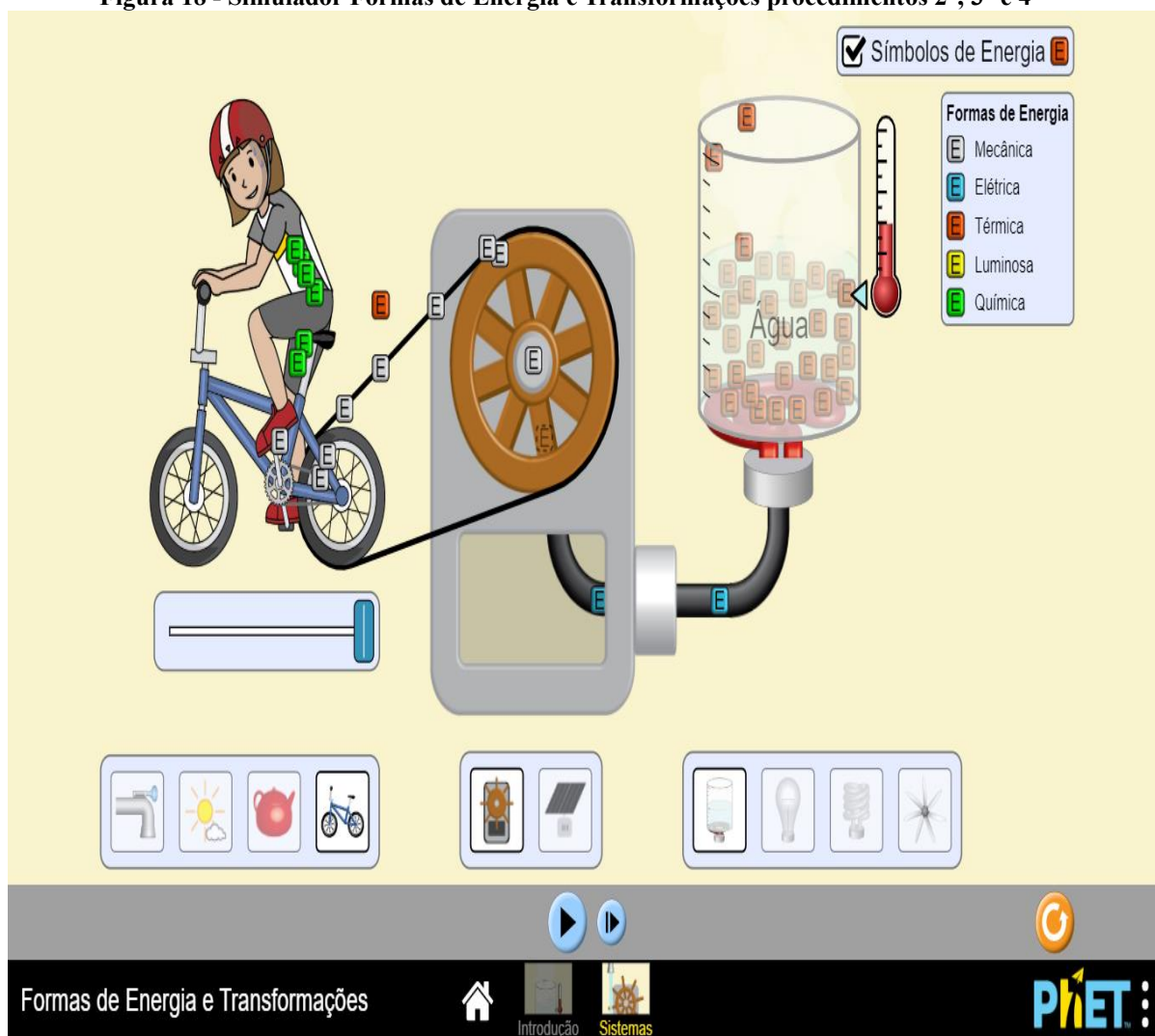
Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/energy-forms-and-changes.

Na Figura 17, observou-se que o líquido branco (água) sofreu menor variação de temperatura que o líquido amarelo (azeite), quando aquecidos a mesma temperatura no mesmo intervalo de tempo. O fenômeno apresentado pelo *software* comprova a referência dos calores específicos tabelados em que $c_{\text{água}} > c_{\text{azeite}}$, numericamente e correspondem a $0,9977 \text{ kcal/kg } ^\circ\text{C}$ e $0,45 \text{ kcal/kg } ^\circ\text{C}$. É relevante observar que, apesar dos alunos realizarem algumas perguntas sobre os conceitos físicos, não apresentaram dificuldades para fazer este tipo de observação, o que comprova a eficiência do *software* concordando com a afirmação a seguir:

O processo ensino e aprendizagem de Física, mediado pelo uso do computador é uma ferramenta pedagógica de grande valia para o aumento da percepção do aluno, pois pode incorporar a um só momento diversas mídias - escrita, visual e sonora - e desse modo potencializar as possibilidades pedagógicas da interação professor-aluno (NASCIMENTO, 2010, p.44).

Para realizar os procedimentos 2º, 3º, 4º do roteiro experimental (Apêndice B) foi solicitado que modificassem o *software* para o ambiente simulações a fim de observar diferentes mecanismos e transformações de energia. A Figura 18 apresenta parte dos procedimentos.

Figura 18 - Simulador Formas de Energia e Transformações procedimentos 2º, 3º e 4º



Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/energy-forms-and-changes.

A Figura 18 demonstra a transformação da energia química do ciclista para térmica da serpentina (resistência) na seguinte ordem: 1º química, 2º mecânica, 3º elétrica e 4º térmica. É relevante apontar que através deste ambiente é possível ao aluno a visualização de diversas transformações, trocando os mecanismos. Os alunos não apresentaram dificuldades

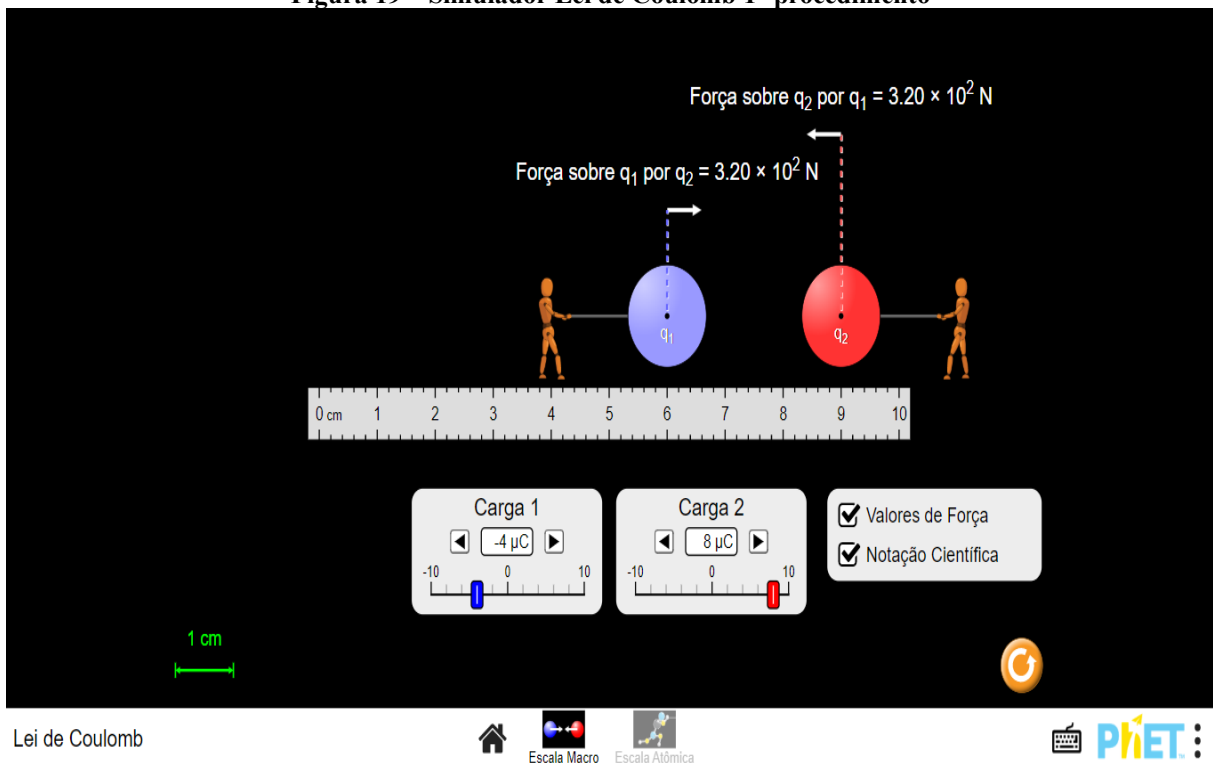
nesta etapa, visto que o simulador é categórico para observações qualitativas. Durante a prática, houve interesse dos estudantes que fizeram diversas perguntas e comparações com o que aprenderam na teoria e ainda abriu espaço para abordar temas importantes os quais estão presentes no cotidiano dos alunos, como energia renovável, e também foram introduzidos conceitos importantes acerca de transferência de calor por condução, convecção e irradiação.

Na prática realizada com os alunos do terceiro ano, procurou-se reforçar alguns conceitos de eletrostática que haviam sido trabalhados pelos professores, utilizou-se o simulador Lei de Coulomb do PhET. Inicialmente foram introduzidos os princípios das ações elétricas (atração e repulsão) e o princípio de conservação de cargas elétricas. Na sequência apresentou-se a fórmula da Lei de Coulomb, a seguir:

$$F = K_0 \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{d^2},$$

sendo K uma constante eletrostática que, para o vácuo $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$, Q_1 e Q_2 , são medidas de cargas elétricas e d é a distância entre as cargas. A Figura 19 representa o procedimento.

Figura 19 – Simulador Lei de Coulomb 1º procedimento



Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/coulombs-law.

Após as dicas de manuseio do simulador Lei de Coulomb, os alunos foram direcionados a modificarem os valores das cargas 1 e 2 e da distância, para que pudessem observar o princípio

das ações elétricas e a variação da força elétrica, conforme apresentado na Figura 19.

A Figura 19 exemplifica como o simulador é categórico para demonstrar que cargas de sinais diferentes atraem-se e cargas de sinais iguais repelem-se. Os vetores (forças) localizados acima das cargas elétricas representadas pela esfera azul e vermelha foram visualizados facilmente pelos alunos, assim foi possível fazer alusão acerca da terceira Lei de Newton considerando as forças elétricas.

Através do questionário (APÊNCICE C), todos os 46 alunos do terceiro ano afirmaram que conseguiram observar o princípio das ações elétricas. Os procedimentos seguintes propuseram aos alunos a realizarem cálculos a partir da Lei de Coulomb, comparando-os com os resultados oferecidos pelas simulações. Esperava-se que os alunos realizassem os cálculos apresentados no Quadro 7.

Quadro 7 – Resolução dos procedimentos do 3º ano

2º procedimento	3º procedimento	4º procedimento
	a)	$Q_1 = 4,1,6 \cdot 10^{-19}$
$F = K_0 \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{d^2}$	$F = K_0 \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{d^2}$	$Q_1 = 6,4 \cdot 10^{-19} C$
$3,2 \cdot 10^2 =$	$F = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{4 \cdot 10^{-6} \cdot 8 \cdot 10^{-6}}{(3 \cdot 10^{-2})^2}$	$Q_2 = 8,1,6 \cdot 10^{-19}$
$K_0 \cdot \frac{4 \cdot 10^{-6} \cdot 8 \cdot 10^{-6}}{(3 \cdot 10^{-2})^2}$	$F = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{32 \cdot 10^{-12}}{9 \cdot 10^{-4}}$	$Q_2 = 1,28 \cdot 10^{-18} C$
$3,20 \cdot 10^2 = K_0 \cdot \frac{32 \cdot 10^{-12}}{9 \cdot 10^{-4}}$	$F = 9 \cdot 10^9 \cdot 3,55 \cdot 10^{-8}$	$F = K_0 \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{d^2}$
$3,20 \cdot 10^2 = K_0 \cdot \frac{32 \cdot 10^{-12}}{9 \cdot 10^{-4}}$	$F = 32 \cdot 10$	$F =$
$3,20 \cdot 10^2 = K_0 \cdot 3,55 \cdot 10^{-8}$	$F = 3,2 \cdot 10^2 N$	$9 \cdot 10^9 \cdot \frac{6,4 \cdot 10^{-19} \cdot 1,28 \cdot 10^{-18}}{(30 \cdot 10^{-12})^2}$
$K_0 = \frac{3,20 \cdot 10^2}{3,55 \cdot 10^{-8}}$	b) Atração	$F = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{8,19 \cdot 10^{-37}}{900 \cdot 10^{-24}}$
$K_0 = \frac{3,20 \cdot 10^2}{3,55 \cdot 10^{-8}}$		$F = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{8,19 \cdot 10^{-37}}{9 \cdot 10^{-22}}$
$K_0 = 0,90 \cdot 10^{10}$		$F = 9 \cdot 10^9 \cdot 0,91 \cdot 10^{-15}$
$K_0 = 9,0 \cdot 10^9 Nm^2/C^2$		$F = 8,19^{-6} N$
		ou
		$F = 8,19 \mu N$

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados demonstrados na Figura 19 estão de acordo com os cálculos dos 2º e 3º procedimentos demonstrados no Quadro 7. Para conferir os cálculos do 4º procedimento, bastava apenas modificar os dados no simulador conforme as instruções e, para que os alunos realizassem a tarefa, era necessário apenas o conhecimento sobre matemática básica (multiplicação, divisão e potência de base dez), porém o retorno dos alunos não foi considerado

satisfatório, porque nenhum deles conseguiu desenvolver todos os cálculos envolvidos, apenas 4,35% dos 46 alunos do terceiro ano acertaram os cálculos parcialmente.

O principal motivo dos alunos não realizarem a prática satisfatoriamente é a notação científica utilizada no simulador, a mesma adotada pelos livros didáticos, em que é necessário o desenvolvimento de contas com potências na base dez. As Figuras 20, 21 e 22 fazem parte de alguns relatórios, através delas é possível identificar a dificuldade dos alunos com os fundamentos matemáticos.

Figura 20 – Resolução do aluno 1B no desenvolvimento do 4º procedimento

4 – Utilizando a escala microscópica calcule a força elétrica quando as cargas $Q_1 = 4e$ e $Q_2 = 8e$ estão separadas por uma distância de $30pC$.

Resposta _____

$$K = 9 \cdot 10^9$$

$$Q_1 = 4 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}$$

$$Q_2 = 8 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}$$

$$d = 30 \cdot 10^{-12}$$

$$F = K \cdot \frac{|Q_1| \cdot |Q_2|}{d^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{6,4 \cdot 10^{-38} \cdot 12,8 \cdot 10^{-38}}{30 \cdot 10^{-24}} = \frac{723,28 \cdot 10^{-42}}{30 \cdot 10^{-24}} = 24 \cdot 10^{-23}$$

Fonte: Foto tirada pelo autor.

Figura 21 – Resolução do aluno 2B no desenvolvimento do 4º procedimento

4 – Utilizando a escala microscópica calcule a força elétrica quando as cargas $Q_1 = 4e$ e $Q_2 = 8e$ estão separadas por uma distância de $30pC$.

Resposta _____

$$F = \frac{K * Q_1 * Q_2}{d^2}$$

$$k = 9 \times 10^9 \quad Q_1 = 4 \times 10^{-6} \quad Q_2 = 8 \times 10^{-6}$$

$$D = 3 \times 10^{-2}$$

$$F = \frac{K * Q_1 * Q_2}{d^2} \rightarrow \frac{9 \times 9 \times 8^{-3}}{3^2}$$

$$F = 9 \times 10^9 \times$$

Fonte: Foto tirada pelo autor.

Figura 22 – Resolução do aluno 3B no desenvolvimento do 4º procedimento

4 – Utilizando a escala microscópica calcule a força elétrica quando as cargas $Q_1 = 4e$ e $Q_2 = 8e$ estão separadas por uma distância de $30pC$.

Resposta _____

$F =$

$$F = K \cdot Q_1 \cdot Q_2$$

$$F = 9 \cdot 10^9 \cdot 4 \cdot 10^{-6} \cdot 8 \cdot 10^{-6}$$

$$3 \cdot 10^{-2}$$

Fonte: Foto tirada pelo autor.

As Figuras 20, 21 e 22 demonstram as dificuldades dos alunos diante da matemática. Os alunos do terceiro ano reagiram conforme os do primeiro no momento em que iniciaram os cálculos, ou seja, estavam apáticos e desmotivados, tal fato se reflete objetivamente no ensino da Física pois esta utiliza a matemática como uma de suas linguagens. Mesmo diante das dificuldades encontradas, em diversos momentos, a prática realizada no LI foi proveitosa, uma vez que, após a confirmação através do simulador com os cálculos realizados pelo pesquisador, identificou-se o aumento de interesse dos alunos de ambas as turmas pela prática, diversas perguntas foram feitas, houve discussão construtiva entre eles sobre o assunto, os temas foram abordados qualitativamente e, durante o processo, foi possível apresentar algumas regras de notação científica e de potência de base dez, além das escalas de medida.

A reação dos estudantes após as simulações está de acordo com as observações de Macedo (2009), Nascimento (2010), Silva e Barreto (2011) e Frederico e Gianotto (2013) em que os alunos demonstram potencial interesse por aulas experimentais.

Os relatórios demonstraram-se indispensáveis para avaliar a absorção de conteúdo pelos estudantes e foi constatado que as práticas realizadas com os alunos do segundo ano destacaram-se entre as demais porque a realização de cálculos não foi necessária, assim os experimentos virtuais foram eficazes para visualização de fenômenos.

5.3 O questionário

Em cumprimento às exigências do Comitê de Ética em Pesquisa, inicialmente foram distribuídas 203 declarações de aceite para professores, alunos e os pais dos menores de idade,

150 devolveram os documentos. No final de cada prática os questionários foram entregues aos participantes a fim de coletar dados. Convém informar que 45 alunos não devolveram o questionário ou os entregaram em branco, foram devolvidos 105 questionários para análise. Procurou-se entender o porquê do número elevado de relatórios que não foram entregues e, segundo relato dos professores, houve a perda pelo fato de não ser atribuída uma nota para a realização das práticas, o que identifica o desinteresse de 30% dos alunos.

Os questionários (Apêndice D) destinados aos alunos foram aplicados com o objetivo de: a – verificar se possuem dificuldades em Física, observando os motivos que contribuem para a defasagem, b – observar se já estudaram através de aulas experimentais, c – averiguar os locais de uso e a experiência dos alunos com o computador, d – avaliar a prática realizada. Segue a análise das questões respondidas pelos alunos.

A primeira pergunta do questionário refere-se à dificuldade de aprendizado em Física: “1 - Você possui dificuldades para aprender Física? Por quê?”. O Quadro 8 apresenta o resumo das respostas.

Quadro 8 – Resumo das repostas da pergunta 1

Escola	Nº de respostas positivas por escola	Nº de respostas negativas por escola	Total de respostas positivas	Total de respostas negativas	Total de respostas parciais
Escola A	29	6			
Escola B	9	6	67	21	17
Escola C	29	9			

Fonte: Elaborado pelo autor.

O Quadro 8 demonstra que, dos 105 alunos que responderam e entregaram o questionário, 63,81% admitiram possuir dificuldades de aprendizado na disciplina de Física, 20% julgaram que não e 16,19% relataram “mais ou menos” ou às vezes, neste sentido comprova-se que a maioria dos alunos não aprendem a Física com facilidade. É relevante destacar que as respostas não estão de acordo com os dados apontados pelos relatórios, porque o número de acertos das questões que envolviam cálculos não alcançam 36,19% e sim aproximadamente 8%.

Em relação à justificativa da primeira pergunta, as respostas são variadas e convém apontar que 33,3% das respostas fazem menção indireta à matemática, por apresentar pelo menos uma das palavras a seguir: conta, número, exatas e cálculos, indicando a dificuldade que os alunos possuem em relação à matemática, alvo da segunda pergunta em que se questionou: “2 - Você tem dificuldade em Física em virtude dos cálculos envolvidos ou dos conceitos da

Física?”. O Quadro 9 apresenta o resumo das respostas.

Quadro 9 – Respostas da segunda pergunta

Por causa dos cálculos	Por causa dos conceitos físicos	Por causa dos cálculos e por causa dos conceitos	Não justificou	Não respondeu
49	12	15	28	1

Fonte: Elaborado pelo autor.

Comparando os dados dos Quadros 8 e 9, pode-se inferir que 67 alunos admitiram possuir dificuldade em relação à Física e, destes, 49 apontaram os cálculos como fator responsável pelo baixo desenvolvimento diante da disciplina. Estes números estão de acordo com as observações de Menegotto e Rocha Filho (2008) que identificaram a matemática como obstáculo para os alunos e não uma linguagem a qual contribui para argumentação e demonstração de fenômenos Físicos.

Diversos são os fatores responsáveis pelas dificuldades de aprendizado da Física, Houve relatos dos alunos sobre o desinteresse pela disciplina, descaso do professor e até mesmo falta de atenção do próprio estudante, entretanto enfatizamos que a base debilitada da matemática destaca-se na região onde a pesquisa foi realizada e se reflete no processo ensino-aprendizagem de Física, assim como é comum apontamentos da literatura nesse aspecto. Os autores supracitados argumentaram que:

A análise dos dados fez-nos perceber que muitos alunos não compreendem a linguagem utilizada pelos professores. É possível intuir também que uma das causas mais corriqueiras de problemas pode estar relacionada à ausência de relações entre os conteúdos estudados e as situações cotidianas do jovem, o que dificulta a construção de significados. Assim, parece que o raciocínio do professor geralmente se encontra fora de sintonia com o do aluno. Além disso, evidenciamos que as avaliações, normalmente, são encaradas como uma obrigação que os estudantes e professores realizam sem compreender que elas são primordialmente um instrumento de favorecimento do processo de ensinar e aprender. Muitos estudantes também percebem os cálculos como um empecilho à aprendizagem, e não como uma linguagem própria que, quando compreendida, pode se transformar em um recurso poderoso para a compreensão da Física (MEGEGOTTO; ROCHA FILHO, 2008, p.308).

A partir do referencial bibliográfico, comprova-se que o experimento de Física é indispensável no processo ensino-aprendizagem e, em diversos momentos, deve ser associado ao cotidiano dos alunos como apontado por Menegotto e Rocha Filho (2008) Peruzzi e Fofonca (2014), João (2009), Oliveira (2010), Borges (2002) e dentre outros referenciados nos capítulos anteriores.

Visando conhecer se é recorrente a realização de práticas experimentais, perguntou-se

aos alunos: “3 - Você já viu ou realizou algum experimento de Física durante as aulas? Quais?”. A partir das respostas percebe-se que 51,7% nunca realizou ou viu e 48,3% já viram ou realizaram um experimento de Física. Os dados, portanto, são indicativos da ausência do experimento nas escolas.

Mesmo que a literatura considere indispensáveis para o processo ensino-aprendizagem, os experimentos ainda não são parte do cotidiano dessas escolas. Ainda deve-se considerar que 33 dos 105 alunos que participaram da pesquisa estão concluindo a educação básica sem realizar ao menos uma prática de Física, fator que se apresenta pela ausência de investimentos das instituições em LC.

Através das perguntas 4, 5 e 6 do questionário, objetivou-se constatar a habilidade, o lugar que costumam utilizar os computadores, além de verificar as atividades virtuais que os alunos costumam realizar: “4 – Possui computador em casa?” “5 – Onde costuma utilizar o computador com mais frequência?” “6 - Qual a atividade costuma realizar no computador com maior frequência?”.

Em tabulação dos resultados, verifica-se que o número de estudantes que possuem computadores em casa é de 48, ou seja aproximadamente 54,28% dos alunos possuem acesso restrito. Segundo relatos, costumam acessá-los em *Lan House*, no trabalho e em casa de parentes ou amigos. Constata-se que as TIC fazem parte do cotidiano da maior parte dos alunos, mas são recursos que ainda necessitam ser incentivados pelas instituições de ensino oferecendo principalmente o acesso. O Quadro 10 resume os locais de acesso.

Quadro 10 – Onde estudantes costumam utilizar o computador

Em casa	Na escola	Lan house	Casa de parentes/amigos	No trabalho	Não utilizam	Não responderam
42	11	9	7	2	23	11

Fonte: Elaborado pelo autor.

O número de alunos que não utiliza o computador é expressivo chegando a 21,9%, mas não impediu que estes participassem, durante as práticas desenvolvidas. Apenas 3 alunos não possuíam as habilidades suficientes, sendo assim, julgou-se necessária instrução que partiu inicialmente de seus colegas de turma, apoio que se fez necessário. Entretanto, já tinham algum tipo de contato com alguma TIC e, ao final, também conseguiram concluir as práticas.

A pesquisa demonstrou que os documentos oficiais os quais incluem os PCN (BRASIL, 2002) o CBC (MINAS GERAIS, 2007) e a BNCC (BRASIL, 2018) não estão sendo cumpridos no que se refere às TIC e aos LC, porque tais recursos não estão sendo incentivados pelas

escolas e, mesmo havendo a presença dos LI, observa-se que este não está contribuindo eficientemente para o processo de formação dos alunos, pois o acesso é restrito.

As perguntas 6 e 7 ainda se referem à utilização do computador com o intuito de averiguar as atividades que os alunos costumam desenvolver de acordo com o Quadro 11.

Quadro 11 – Principais atividade desenvolvidas pelos alunos através do computador

Atividades escolares	Entretenimento através de: Site de entretenimento (redes sociais, youtube, jogos, netflix, dentre outros)	Compras	Não utiliza	Não respondeu
40	39	1	20	5

Fonte: Elaborado pelo autor.

Aproximadamente 38,09% dos alunos responderam que utilizam o computador para atividades escolares, mas não o desenvolvimento de práticas experimentais e sim para pesquisas e trabalhos digitalizados, 37,14% dos alunos utilizam o recurso para acessar sites interativos e de entretenimento, o que gera a necessidade das escolas incentivarem a utilização das TIC posicionando-se de acordo com Tajra (2000), que pontua o computador como meio para o desenvolvimento de habilidades de aprendizagem, evitando incorrer no erro proposto por Frederico e Gianotto (2013) em que este se resume em cópias que não contribuem para o processo ensino-aprendizagem.

A pergunta de número 8 questionou os alunos se eles já haviam realizado simulações para experiências virtuais, 76,19% aproximadamente responderam que não, 20% relataram que sim e 4,76% optaram por não responder à pergunta. Estes números relatam que o LI não é utilizado com frequência para o estudo da Física ou de outras disciplinas.

As perguntas de 9, 10 e 11 foram elaboradas para que os alunos avaliassem a aula. Neste sentido, a questão de número 9 solicitou que os alunos classificassem a aula como ótima, boa ou ruim. A amostra foi considerada parcialmente satisfatória, pois aproximadamente 60% classificou a prática como ótima, 39,05% julgou como boa, porém 1 aluno que corresponde a 0,95% considerou a aula ruim, este pertence à turma do terceiro ano. Em conversa informal realizada durante a atividade questionou-se o aluno: “porque a aula foi ruim?” Ele argumentou: “não tenho paciência com computador tenho muita dificuldade com a química, matemática e Física já fui reprovado por causa dessas matérias, não adianta Física não entra na minha cabeça”.

Na pergunta “10 – Gostaria de ter outras aulas de Física nos laboratórios de

informática?” e “11 – Você considera que a aula de física no laboratório de informática contribuiu para o seu aprendizado?” O número de respostas positivas e negativas foram iguais para as duas perguntas sendo que aproximadamente 92,38% gostariam de realizar outras práticas no LI e consideraram que a aula contribuiu para o aprendizado, 0,95% não querem participar deste tipo de atividade, julgaram que não aprender através do experimento virtual, 6,67% deixaram as questões em branco.

As respostas dos alunos condizem com a revisão bibliográfica apresentada e foi comprovada a expressão da aula experimental realizada e avaliada. Durante a pesquisa foi possível perceber o interesse e participação positiva dos alunos, muitos deles perguntaram, discutiram sobre o conteúdo e fizeram comparações com a matéria que haviam estudado em teoria com o professor, houve companheirismo entre os colegas os quais apoiaram aqueles que possuíam dificuldades na realização de tarefas no computador. Em contrapartida, identificou-se desânimo dos alunos no preenchimento do relatório por ser escrito e também houve casos isolados de desinteresse e descomprometimento de estudantes do terceiro ano da Escola B, pois estes procuraram utilizar o computador para realizar outras atividades não relacionadas à Física.

5.4 A entrevista realizada com os professores

A pesquisa envolveu três professores que foram convidados a participar do trabalho no momento em que as escolas foram selecionadas, eles possuem experiência de três a sete anos na docência e são licenciados em Física. A seleção destes profissionais foi realizada por possuírem boa vontade, interesse, por se demonstrarem interessados em novas metodologias de aprendizagem e fazerem parte do quadro de funcionários das escolas onde a pesquisa foi realizada. Convém relatar que houve rejeição de participação de dois professores que também trabalhavam nos locais de pesquisa, alegaram que possuíam carga horária excessiva e não tinham tempo a dispor para o desenvolvimento das atividades.

Os professores envolvidos, referenciados neste trabalho por PA, PB e PC, de acordo com cada escola onde trabalham, contribuíram significativamente para a realização da pesquisa, intermediaram algumas ações que não dependiam apenas do pesquisador como intermédio entre a chefia da escola e o pesquisador, agendamento dos LI, organização dos LI, coleta de documentos da escola, instalação dos *softwares*, disponibilização dos horários da disciplina para a realização das práticas, além de participar da pesquisa diretamente através de entrevista oral a qual foi transcrita e adicionada ao Apêndice F.

O questionário (Apêndice E) utilizado nas entrevistas com os docentes é constituído por

onze questões, optou-se por utilizar o mesmo formato de entrevista para os três professores como pode ser observado. O objetivo era analisar diferentes perspectivas de entendimento e coletar dados para: a – entender a rotina das aulas de Física nas escolas da região, b – observar se é comum a realização de aulas experimentais, c – investigar os recursos didáticos disponíveis para o ensino, d – averiguar a relevância do computador no trabalho, e – avaliar a prática realizada e analisar a exequibilidade dos LI e f – verificar a eficiência e relevância dos LI.

Ao analisar os relatos dos professores verificou-se que há divergência das respostas, este resultado caracteriza as escolas da região, sendo que estas partilham dos mesmos recursos por serem escolas centrais dirigidas pela mesma Superintendência Regional de Educação da SEE – MG.

Todos os entrevistados concordam que o experimento é de suma importância para o ensino de Física, destacaram que as variações das metodologias são oportunas para motivar e despertar o interesse dos alunos como pode ser visto no discurso de PB: “Considero sim as aulas práticas importantes para o aprendizado do aluno uma vez que aproxima ainda mais esse aluno do conhecimento de Física e toda forma de variação das metodologias são importantes para que esses alunos tenham maior facilidade maior interesse e maior motivação para com o estudo da disciplina”.

Na sequência, questionou-se aos professores: 3 – A escola ou escolas onde trabalha possuem laboratório didático ou de pesquisa de Física com equipamentos relevantes? Os relatos são desanimadores como pode ser visto no relato de PC: “Na maioria das escolas que passei não, e as que possuíam tinham apenas o espaço físico sem equipamento e o espaço não estava em condição de uso, costumo improvisar alguns experimentos em casa para demonstrar para os alunos”.

Os relatos dos professores demonstram a ausência de recursos disponíveis para aulas experimentais, assim são realizados esporadicamente à base de improvisos, é importante observar que a maioria desses experimentos contribuem apenas para a visualização dos fenômenos, geralmente não são utilizados para a comprovação de teoria e cálculo por não serem precisos. Nascimento (2010) argui que:

Se por um lado os docentes acenam para a importância do laboratório no ensino de física, por outro, de forma quase que dicotômica, não o utilizam. O que tem dificultado a inserção destas atividades na ação docente não está relacionado com a sua validade no processo de construção do conhecimento, nem mesmo pode ser identificada com questões de ordem epistemológica do professor (NASCIMENTO, 2010, p.41).

Concordando com a observação de Nascimento (2010) e através das respostas dos professores, conclui-se que os professores não realizam experiências de Física por falta de acesso às ferramentas adequadas, os relatos demonstram o interesse dos professores por atividades experimentais.

A fim de averiguar a utilidade do computador no cotidiano dos professores perguntou-se: 4 – Utiliza o computador com frequência no trabalho? Se sim, para quê? Os professores de modo geral utilizam o computador para planejamento das aulas, pesquisa e para realizar projeções de *slides*.

A pergunta da questão número 5 refere-se aos demais recursos didáticos e estão de acordo com os dados do Quadro 6 que se resumem em lousa, giz, pincel e *data show*.

A questão número 6 procura investigar o motivo das dificuldades dos alunos assim perguntou-se aos professores: 6 – Quais as principais dificuldades encontradas para lecionar a Física?

As respostas da questão de número 6 vão ao encontro das observações realizadas durante a pesquisa. A base matemática destacou-se novamente, porque as práticas realizadas com os alunos do primeiro e terceiro anos não foram concluídas com êxito devido aos cálculos que a serem realizados, condiz com as respostas dos alunos que também apontaram suas dificuldades em relação à matemática, o que pode causar o desânimo e o desinteresse apontado pelos professores. Tais dificuldades podem ser observadas na fala de PB: “Eu colocaria como as principais dificuldades para aprendizado do aluno a falta de base matemática, deficiência na interpretação dos textos e nos enunciados das questões, a falta de responsabilidade para com os exercícios propostos, a falta de interesse de estudo em casa e a falta de motivação para perguntar para questionar”.

A pergunta número 7 refere-se à frequência em que os LI são utilizados: 7 – Já utilizou o Laboratório de Informática da escola como recurso didático? As respostas indicam que os professores utilizam o LI raramente, mais para realizarem pesquisa.

Visando avaliar a prática perguntou-se aos professores: 8 – Repetiria a prática realizada no Laboratório de Informática? Os três professores concordaram em repetir as práticas além se de demonstrarem favoráveis às práticas virtuais. Então, questionou-se sobre os empecilhos para realizar tais atividades através da seguinte pergunta: 9 – Quais as dificuldades de se realizar aulas no Laboratório de Informática?

Convém observar que na resposta da pergunta anterior respondida pelo PA, foi afirmado que: “o acesso ao LI é simples bastando agendar o laboratório com um dia de antecedência”,

esta afirmativa não condiz com a realização das práticas porque em diversos momentos a aula começou com atrasos devido à demora do profissional responsável pela abertura do laboratório, tal demora foi justificada por ele ser responsável por abrir e fechar todas as portas da escola. Na tentativa de realizar uma das práticas na Escola A, tornou-se necessário agendar o LI novamente, pois o funcionário não compareceu a tempo, para cobrir os atrasos foi solicitado aos professores das aulas seguintes alguns minutos para a conclusão das atividades elaboradas para realização em 50 minutos. O referido professor também apontou a habilidade dos alunos com informática como empecilho, mas as atividades foram realizadas a partir da colaboração dos colegas que se prontificaram a ajudar aqueles que apresentaram dificuldades, assim, a prática contribuiu, de certa forma, para o desenvolvimento de tais habilidades e para o trabalho em equipe, considera-se que tais práticas oportunizam a inserção dos alunos as novas tecnologias.

Ainda em relação à pergunta de número 9, as repostas reforçam as observações dos LI realizadas pelo pesquisador, pois os docentes também identificam o número de alunos como obstáculo para utilizar o LI e também apontaram a ausência de manutenção, como pode ser visto na fala de PC: “Quantidade de computadores insuficiente e o laboratório às vezes sucateado, além da burocracia para agendamento”. Durante a pesquisa, verificou-se que muitos computadores estão danificados, nenhuma das escolas possuem o LI em perfeito estado de funcionamento. Na Escola A, por exemplo, dos trinta computadores presentes, apenas nove estão funcionando como pode ser observado no Quadro 6.

Através das duas perguntas finais, procurou-se investigar se as práticas contribuíram para o aprendizado dos alunos e se houve algum retorno dos mesmos. Os professores acharam que a atividade prática contribuiu positivamente para o aprendizado dos alunos principalmente por despertar o interesse o seu interesse como pode ser visto na fala de PB: “A prática proposta no laboratório de informática foi excelente, na minha avaliação foi bem sucedida, uma vez que os alunos comentaram de forma positiva mostraram que aprenderam o que foi proposto fizeram perguntas sobre o assunto, então, eu julgo como sucesso”.

Os professores também ficaram satisfeitos com o retorno positivo recebido dos alunos e até mesmo aumento do interesse, como mostra o discurso de PC: “Pude perceber alunos que não tinham interesse algum que passaram a interagir na aula e até mesmo melhora significativa nas notas, observei isso depois de retomar o assunto para dar continuidade”.

As repostas dos questionários destinados aos alunos e a entrevista com os professores mostraram resultados satisfatórios, pois a maioria dos alunos e professores afirmaram que gostariam de repetir a prática. Através dos instrumentos de pesquisa observou-se que as práticas

contribuíram significativamente para o aprendizado e ainda houve o retorno positivo dos alunos a partir de comentários e por demonstrarem o que aprenderam durante as aulas, além da curiosidade de saber se haveria outras aulas no laboratório.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A didática para o ensino de Física vem sendo amplamente discutida pela literatura devido ao baixo desempenho dos alunos nas avaliações de ensino. Como consequência a formação dos professores é questionada devido as dificuldades encontradas para tornar os conteúdos de Física mais acessíveis para os alunos. Neste sentido, o ensino tradicional, que é pautado em aulas expositivas dialogadas, realizadas exclusivamente em sala de aula, em que se utiliza o quadro, o giz e o livro didático para apresentar conteúdo inquestionável é criticado. Então coube a reflexão de novas formas de ensino em que se utiliza outros recursos didáticos.

Neste contexto o presente trabalho teve como objetivo geral analisar se os *softwares* de Física contribuem significativamente para o processo ensino-aprendizagem e, investigar e discutir a exequibilidades dos laboratórios de informática das escolas estaduais de nível médio da cidade de Januária-MG em 2019, observando a relevância desses laboratórios com as demais ferramentas didáticas que podem ser utilizadas principalmente na disciplina de Física.

Através das conclusões dos autores que balizaram a pesquisa observou-se que existem diversos *softwares* de Física que podem ser abordados em diferentes níveis de ensino e em diferente dispositivos. Tal observação incentivou a prática virtual nos computadores dos laboratórios de informática, que se demonstraram relevantes diante dos demais recursos didáticos, porque as três escolas onde a pesquisa foi realizada ainda não apresentam outros materiais que possam impulsionar os professores a se desvencilharem do ensino tradicional.

As práticas realizadas na pesquisa foram consideradas em parte satisfatórias, porque comprovou-se que as novas tecnologias são ferramentas valiosas que contribuem significativamente para o processo ensino-aprendizagem. Foi possível observar nos alunos motivação, interesse e até mesmo mudança de comportamento, além da absorção de alguns conteúdos de Física que são essenciais para a formação básica e para estudos futuros. Por outro lado foi constatado que os alunos não possuíam os fundamentos matemáticos necessários para que as atividades da prática fossem concluídas com êxito.

Diante dos avanços da tecnologia as pesquisas bibliográfica e documental também incentivam e apontam as atividades experimentais como ferramentas importantes que não devem ser desconsideradas durante o processo de formação dos alunos. Entretanto, mesmo se demonstrando favoráveis, os documentos pesquisados que regem a educação brasileira provocaram insatisfação por não regularem especificamente as formas de inserção e permanência dos laboratórios de ciências e de informática nas escolas, e nem estabelecem meios para que as escolas possam utilizar os recursos com eficiência e, acabam se refletindo nas

escolas.

Na investigação da estrutura e funcionamento, constatou-se que os laboratórios de informática não são utilizados com frequência porque foram montados de forma improvisada e inadequada, principalmente por não possuir o espaço físico compatível com o número de alunos por turma. Além disso, não é realizada a devida manutenção e, também não há profissional no quadro de funcionários da escola que possa auxiliar os professores na utilização dos laboratórios.

Nas discussões acerca da educação, paulatinamente é discutida a formação dos professores e muitas vezes é inferido que não estamos preparados para ensinar os alunos da atualidade que estão progressivamente inseridos as novas tecnologias. Durante as entrevistas com os professores das escolas, eles admitiram a necessidade de diversificar as aulas e se demonstraram favoráveis as práticas virtuais. Embora possuam habilidade para trabalhar com as tecnologias, eles se sentem desmotivados pelas condições de trabalho, que são propícias para dar continuidade ao ensino tradicional.

Outro fator preponderante que se apresentou em todos instrumentos de pesquisa é a matemática, sendo que esta foi apontada pelo pesquisador, alunos e professores como um empecilho para ensino da Física nas escolas e não como uma linguagem valiosa que colabora para compreensão dos fenômenos.

Neste sentido, consideramos que o processo de formação do aluno não é tarefa exclusiva dos professores e sim de todo o sistema educacional, cabendo a este fornecer incentivo concreto. Este deve ir além de textos, havendo sempre a discussão na comunidade escolar e planejamento para que os recursos possam ser empregados corretamente, porque nenhum profissional trabalha com eficiência e eficácia sem as ferramentas corretas.

Enfim, fica evidente que as discussões sobre as tecnologias e a educação não se encerram principalmente no que se refere a execução de atividades experimentais. Esperamos que a descrição das práticas e roteiros desenvolvidos contribuam para atividades futuras, que a motivação e interesse apresentados pelos alunos e professores que participaram da pesquisa sirvam como incentivo para novos trabalhos e para a criação de novos *softwares*, sendo que estes foram úteis para a compreensão e exposição de fenômenos, e que a defasagem de recursos didáticos e a ineficiência dos LI apresentadas, sirvam de impulso para novos trabalhos que procuram melhorar o ensino da Física.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, A. N. de; LOPES, N. C.; CARVALHO W. L. P. de. Uma análise crítica do laboratório didático de física: a experimentação como uma ferramenta para a cultura científica. In: VII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2009, FLORIANÓPOLIS. **Anais...** Florianópolis: UFMG, 2009. Disponível em: <<http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienpec/pdfs/1161.pdf>>. Acesso em: 01 dez. 2018.
- ARANTES, A. R; MIRANDA, M. S.; STUDART, N. Objetos de aprendizagem no ensino de física: usando simulações do PhET. **Física na Escola**, v. 11, n. 1, p. 27-31, 2010. Disponível em: <<http://www1.fisica.org.br/fne/phocadownload/Vol11-Num1/a081.pdf>>. Acesso em 01 dez. 2018.
- AXT, R.; BRISTOTI, A.; HERSCOVITZ, V. E. Um laboratório de ensino para preparação de professores de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 3, n. 2, p. 389-395, out. 1973.
- BONDÍA, J. L. Notas sobre a experiência e o saber de experiência. **Revista brasileira de educação**, Rio de Janeiro, n. 19, p. 20-28, jan-abr. 2002.
- BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis**, v. 19, n. 3, p. 291-313, dez. 2002.
- BRASIL. Decreto-lei nº 93, de 21 de dezembro de 1937. Dispõe sobre os programas de material didático e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Rio de Janeiro, p.25586, 27 dez. 1937. Seção 1.
- _____. Decreto-lei nº 1.006, de 30 de dezembro de 1938. Estabelece as condições de produção, importação e utilização do livro didático. **Diário Oficial da União**, Rio de Janeiro, p.277, 5 jan. 1939. Seção 1.
- _____. Decreto-lei nº 8.460, de 26 de dezembro de 1945. Consolida a legislação sobre as condições de produção, importação e utilização do livro didático. **Diário Oficial da União**, Rio de Janeiro, p.19208, 1945. Seção 1.
- _____. Decreto-lei nº 91.542, de 19 de agosto de 1985. Institui o Programa Nacional do Livro Didático, dispõe sobre sua execução e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, p.12178, 20 ago. 1985. Seção 1.
- _____. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 23 dez. 1996. Disponível em: <<https://www.jusbrasil.com.br/diarios/1541961/pg-1-secao-1-diario-oficial-da-uniao-dou-de-23-12-1996>>. Acesso em: 31 jul. 2018.
- _____. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: MEC, 2000a.
- _____. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio**. Brasília, DF: MEC, 2000b.

_____. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio**. Brasília, DF: MEC, 2002.

_____. Decreto-lei nº 7.084, de 27 de janeiro de 2010. Dispõe sobre os programas de material didático e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, p.3, 27 jan. de 2010. Seção 1.

_____. Decreto-lei nº 9.099, de 18 de julho de 2017. Dispõe sobre o Programa Nacional do Livro e do Material Didático. **Diário Oficial da União**, Brasília, p.7, 19 jul. de 2017. Seção 1.

_____. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Base nacional comum curricular**. Brasília, 2018. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>>. Acesso em: 7 mar. 2019.

CARLOS, P. R. de O. **Uma análise de desempenho dos estudantes no exame nacional do Ensino Médio e as contribuições para o ensino-aprendizagem de física**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física). Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2016.

CASTRO, F. de. Escassez de laboratórios de ciências nas escolas brasileiras limita interesse dos alunos pela física. **Educação**, Brasil. 2017. Disponível em: <<http://www.revistaeducacao.com.br/escassez-de-laboratorios-de-ciencias-nas-escolas-brasileiras-limita-interesse-dos-alunos-pela-fisica/>>. Acesso em: 18 fev. 2019.

CRUZ, J. B. da. **Experiência de Laboratório**. Profissionais. Brasília: Universidade de Brasília, 2009.

DAMASCENO, E. G. **Metodologias e o ensino de física**. Monografia. Universidade Federal de Rondônia – Ji-Paraná, 2011.

FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. Física no computador: o computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 25, n. 3, p. 259-272, set. 2003.

FREDERICO, F. T.; GIANOTTO, D. E. Paganí Utilização de *softwares* no ensino de física e matemática: desafios e reflexões. **Diálogos & Saberes**, Mandaguari, v. 9, n.1, p. 39-59, 2013.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: Saberes Necessários à Prática Educativa**. São Paulo: EGA, 1996.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17ª. Ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, v. 3, 1987.

FUKUI, A.; MOLINA, M. M. Ser protagonista. v. 1, 3ª Ed. São Paulo: SM, 2016.

GEHLEN, S. T. *et al.* O pensamento de Freire e Vygotsky no ensino de física. **Revista Experiências em Ensino de Ciências**, Mato Grosso, v.7, n. 2, p. 76-98, ago. 2012.

Disponível em: <http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID184/v7_n2_a2012.pdf>. Acesso em: 31 jul. 2018.

GERMANO DOS SANTOS, A.; JARDIM, A. C. G. S.; LEÃO, C. R. S. Evasão discente nos cursos Profuncionário do polo sede de Teófilo Otoni/MG, do IFNMG. **Vozes dos Vales**, Teófilo Otoni, v. 10, p. 01-18, 2016.

GIL, A. C. **Como elaborar seu projeto de pesquisa**. 4ª edição. São Paulo: Atlas, 2002.

GOIAS. Câmara dos Deputados. Projeto de Lei Nº 6.964 B. Acrescenta o art. 27-A à Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece diretrizes e bases da educação nacional, dispondo sobre a obrigatoriedade da existência de laboratórios de ciências e de informática nas escolas públicas de ensino fundamental e médio. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=46DE382895C5785F3C47E072C46266B3.node2?codteor=704371&filename=Avulso+-PL+6964/2006> . Acesso em: 07 ago. 2019. Texto Original.

JOAO, A. H. Oficinas de Física na formação de professores um relato de caso: Física Moderna no Cotidiano. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1, 2009, Paraná. **Anais...** Paraná: Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. 2009. p. 1631-1637. v. 1, 2009.

LIMA, K. E. C.; TEIXEIRA, F. M. A epistemologia e a história do conceito experimento/experimentação e seu uso em artigos científicos sobre ensino das ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8., 2011, Campinas. **Atas...** Campinas: 2011. v. 8. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R0355-1.pdf>>. Acesso em: 18 fev. 2019.

MACEDO, J. A. **Simulações computacionais como ferramenta auxiliar ao ensino de conceitos básicos de eletromagnetismo**: elaboração de um roteiro de atividades para professores do Ensino Médio. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – Belo Horizonte, 2009.

MARINELI, F.; PACCA, J. L. de A. Uma interpretação para dificuldades enfrentadas pelos estudantes em um laboratório didático de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 28, n. 4, p. 497-505. out. - dez. 2006.

MARTINS, M. I. ; HEREDIA, J. R. PNLD EM 2012 e a proposta curricular mineira: uma análise comparativa centrada na perspectiva de professores. In: XX SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 2013, São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP, 2013. p. 1-9.

MENEGOTTO, J. C.; ROCHA FILHO, J. B. Atitudes de estudantes do ensino médio em relação à disciplina de Física. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Ourense, v. 7, n. 2, p. 298-312, 2008. Disponível em: <http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen7/ART2_Vol7_N2.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2018.

MINAS GERAIS. Secretaria Estadual de Educação. **Conteúdo Básico Comum Física**. Belo Horizonte: SEE-MG, 60p. 2007.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Educação. Resolução SEE nº 833, de 24 de novembro de 2006. Institui e regulamenta a organização curricular a ser implementada nos cursos de ensino médio das unidades de ensino integrantes do Projeto Escola Referência. Disponível em: < http://www2.educacao.mg.gov.br/images/documentos/%7B795B884A-28F2-4C86-AFE8-B911960F36AF%7D_833.pdf>. Acesso em: 20 de set. 2019.

MIRANDA, M. H. G.; GUIMARÃES, S. S. M. O Projeto de Intervenção Pedagógica no Estágio Supervisionado no Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas: Contribuições para Formação Docente. In: ENCONTRO DE DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO, 4, 2011. Goiânia. **Anais...** Goiânia: UFG, 2011.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: E.P.U. v2, 1999.

MOREIRA, M. A. ; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa: A teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.

MOYSÉS, L. **Aplicações de Vigotsky à educação matemática**. Campinas: Papirus, 1997.

NASCIMENTO, T. L. do. **Repensando o ensino da física no Ensino Médio – CE**. Monografia. Universidade Estadual do Ceará – Fortaleza, 2010.

OLIVEIRA, G. M. F. **O experimento como abordagem no processo projetual – MG**. Monografia. Universidade Federal de Juiz de Fora – Juiz de Fora, 2017.

OLIVEIRA, R. S. de. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Acta Scientiae**, Mato Grosso do Sul, v.12, n.1, p. 139-153, jan.-jul. 2010. Disponível em: <<http://w3.ufsm.br/laequi/wp-content/uploads/2015/03/contribui%C3%A7%C3%B5es-e-abordagens-de-atividades-experimentais.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2018.

PEREIRA, A. P. de; CAVALCANTI, C. J. de H.; OSTERMANN, F. Concepções relativas à dualidade onda-partícula: uma investigação na formação de professores de Física. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Ourense, v. 8, n. 1, p. 72-92, 2009. Disponível em:<http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen8/ART5_Vol8_N1.pdf>. Acesso em: 31 jul. 2018.

PERUZZI, S. L.; FOFONCA L. A importância da aula prática para a construção significativa do conhecimento: a visão dos professores das ciências da natureza. **Educação Ambiental em ação**, Novo Hamburgo, n. 47, mar. 2014. Disponível em: < <http://revistaea.org/artigo.php?idartigo=1754>>. Acesso em: 14 mar. 2019.

PONTE, J. P. da. Tecnologias de informação e comunicação na formação de professores: que desafios? **Revista Iberoamericana de educación**, n. 24, p. 63-90, dez. 2000. Disponível em: < <https://rieoei.org/historico/documentos/rie24a03.htm>>. Acesso em: 31 jul. 2018.

QUEIROZ, M. N. A. **Uma proposta didática para o ensino de geradores de energia elétrica: subsídios ao CBC mineiro**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – Belo Horizonte, 2011.

SALES, D. M. R. de; SILVA, F. P. da. Uso de Atividades Experimentais como Estratégia de Ensino de Ciências, 2010. In: ENCONTRO DE ENSINO PESQUISA E EXTENSÃO DA FACULDADE SENAC, 4., 2010, Pernambuco. **Anais...**, Pernambuco, v.4, n.4, 2010.

Disponível em: <http://www2.unifap.br/rsmatos/files/2013/10/017_2010_poster.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2018.

SILVA, C. C. R. da; PORTO, M. D.; MEDEIROS, W. de A. A teoria Vygotskyana e a utilização das novas tecnologias no ensino aprendizagem: uma reflexão sobre o uso do celular. **Revista online De Magistro de Filosofia**, Anápolis. Ano X, n. 21, p. 84-99, 2017.

Disponível em: <<http://catolicadeanapolis.edu.br/revistamagistro/wp-content/uploads/2017/04/a-teoria-vygotskyana-e-a-utiliza%C3%A7%C3%A3o-das-novas-tecnologias-no-ensino-aprendizagem-uma-reflex%C3%A3o-sobre-o-uso-do-celular.pdf>>. Acesso em: 1 ago. 2018.

SILVA, E. S. S.; BUTKUS, T. Levantamento sobre a situação do ensino de Física nas escolas do 2º grau de Joinville. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 2, n.3, p. 105-113, dez., 1985.

SILVA, S. R. X. da; BARRETO, L. P. Desenvolvimento de um Laboratório Virtual para Ensino de Física em Cursos de Engenharia através de Physlets. In: XXXIX CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 2011, Blumenau. **Anais...** Blumenau, 2011. Disponível em: <

<http://www.abenge.org.br/cobenge/arquivos/8/sexoestec/art1823.pdf>>. Acesso em: 1 ago. 2018.

SKINNER, B. F. **Tecnologia do ensino**. Tradução Rodolpho Azzi. São Paulo: USP, 1972.

TAJRA, S. F. **Informática na educação**: novas ferramentas pedagógicas para o professor da atualidade. 2. ed. São Paulo: Érica, 2000.

VIGOTSKI, L. S. Pensamento e Linguagem. In: _____. **O desenvolvimento dos conceitos científicos na infância**. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

ZIMMERMANN, L. **A importância dos laboratórios de ciências para alunos da terceira série do ensino fundamental**. Dissertação (Mestrado em educação) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – Rio Grande do Sul, 2004.

APÊNDICE A – ROTEIRO EXPERIMENTAL PRÁTICO 1º ANO



Roteiro experimental 1º ano

Pesquisador: Jardel Reis Heredia

Escola: _____

Data: __/__/____

OBJETIVOS:

Caracterizar o movimento oblíquo de projétil e, observar os fatores que influenciam o lançamento através do *software*.

PROCEDIMENTOS:

1º Observar as instruções de manuseio:

2º Seguindo as instruções abaixo regule o canhão:

I – Altura do canhão a 0 m; II – Ângulo de lançamento a 30°; III – Rapidez inicial de 22m/s.

a) Desafio: Posicione o alvo e tente acertá-lo com apenas um disparo. Você acertou o alvo?

() Sim. () Não.

b) Agora faça uma previsão calculando o alcance máximo utilizando a seguinte equação.

$$A = \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g},$$

em que: A é o alcance máximo; v_0 é a velocidade inicial; g e a aceleração da gravidade.

c) Posicione o alvo de acordo com o alcance máximo que você calculou e dispare o canhão.

Você conseguiu atingir o centro do alvo? () Sim. () Não.

d) Calcule a altura máxima utilizando a seguinte equação.

$$H = \frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{2g},$$

em que: H é a altura máxima; v_0 é a velocidade inicial; e g é a aceleração da gravidade.

e) Com a trena confira a altura máxima. A medida da trena é a mesma que você calculou?

() Sim. () Não.

3º Com suas palavras explique os fatores que influenciam o lançamento oblíquo.

4º Dispare o canhão com a mesma velocidade a 30° e depois a 60° de inclinação, observe o alcance. Explique com suas palavras o ocorrido.

APÊNDICE B – ROTEIRO EXPERIMENTAL PRÁTICO 2º ANO

Roteiro experimental 2º ano

Pesquisador: Jardel Reis Heredia

Escola: _____

Data: __/__/____

OBJETIVOS:

Visualizar e descrever através do *software* alguns princípios básicos de termometria, calor e identificar transformações e diferentes tipos de energia.

PROCEDIMENTOS:

- Observe as instruções de manuseio.

1º Considerando o calor específico como a quantidade de calor necessária para variar de 1°C, 1g de uma substância, e que quanto maior o calor específico mais difícil o aquecimento ou resfriamento desta substância. Enumere em ordem decrescente os materiais que possuem maior calor específico.

2º Através das simulações você conseguiu visualizar o princípio de conservação de energia?

3º Dos sistemas de transformação de energia qual deles é mais utilizado para a obtenção de energia elétrica?

4º Qual dos sistemas você considera que menos degrada menos o meio ambiente?

5º Através do laboratório virtual você conseguiu visualizar as formas de transferências de calor? Quais?

APÊNDICE C - ROTEIRO EXPERIMENTAL PRÁTICO 3º ANO

Roteiro experimental 3º ano

Pesquisador: Jardel Reis Heredia

Escola: _____

Data: __/__/____

OBJETIVOS:

Relacionar a magnitude da força eletrostática e cargas elétricas observando a distância entre elas; associar a terceira Lei de Newton com as forças elétricas; usar a Lei de Coulomb para determinar a intensidade de forças elétricas em diferentes escalas; observar o princípio das ações elétricas.

PROCEDIMENTOS:

- Observe as instruções de manuseio.

1º Através da simulação você conseguiu observar o princípio das ações elétricas?

2º Aleatoriamente estabeleça uma distância entre as cargas e através da Lei de Coulomb calcule a constante eletrostática.

3º a) Na escala macroscópica calcule a força elétrica entre duas cargas de $-4\mu\text{C}$ e $8\mu\text{C}$, sendo que Q1 está na marca de 6cm e Q2 na marca de 9cm da régua. Considere o meio como sendo o vácuo.

b) A força de interação entre as cargas é de atração ou repulsão?

4º Utilizando a escala microscópica calcule a força elétrica quando as cargas $Q1 = 4e$ e $Q2 = 8e$ estão separadas por uma distância de 30pC.

APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO DESTINADO AOS ALUNOS



Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri



Pesquisa - “UTILIZAÇÃO DE *SOFTWARES* PARA O ENSINO DE FÍSICA NAS ESCOLAS ESTADUAIS DE NÍVEL MÉDIO DA CIDADE DE JANUÁRIA EM 2019”.

Questionário I (destinado ao aluno).

Idade: Série: Sexo: Masculino () Feminino()

1 – Você possui dificuldades para aprender Física? Porque?

2 – Você tem dificuldade em Física por causa dos cálculos envolvidos ou por causa dos conceitos da Física? _____

3 – Você já viu ou realizou algum experimento de Física durante as aulas? Se sim, quais?

4 – Possui computador em casa? Sim () Não()

5 – Onde costuma utilizar o computador com mais frequência? _____

6 – Qual a atividade que costuma realizar no computador com maior frequência?

7 – Enumere em ordem crescente as principais atividades que costuma realizar no computador:

- Redes sociais.
- Jogos.
- Pesquisas para escola.
- Ler jornais e revistas.
- Assistir vídeos interativos.

8 – Já utilizou o computador para simular experiências de Física anteriormente?

Sim () Não()

9 – Classifique a aula realizada no computador:

- Ruim
- Boa
- Ótima

10 – Gostaria de ter outras aulas de física nos laboratórios de informática? Sim () Não()

11 – Você considera que a aula de Física no laboratório de informática contribuiu para o seu aprendizado? Sim () Não()

APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO DESTINADO AOS PROFESSORES

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri



Pesquisa - “UTILIZAÇÃO DE *SOFTWARES* PARA O ENSINO DE FÍSICA NAS ESCOLAS ESTADUAIS DE NÍVEL MÉDIO DA CIDADE DE JANUÁRIA EM 2019”.

Questionário II (Destinado ao professor – entrevista oral).

PERGUNTAS

- 1 - Há quanto tempo leciona?
- 2 - Considera aulas práticas de Física importantes?
- 3 – As escola ou escolas onde trabalha possuem laboratório didático ou de pesquisa de Física com equipamentos relevantes?
- 4 – Utiliza o computador com frequência no trabalho? Se sim, para quê?
- 5 - Quais os recursos didáticos oferecidos pela escola?
- 6 – Quais as principais dificuldades encontradas para lecionar Física?
- 7 – Já utilizou o Laboratório de Informática da escola como recurso didático?
- 8 – Repetiria a prática realizada no Laboratório de Informática?
- 9 – Quais as dificuldades de se realizar aulas no Laboratório de Informática?
- 10 – A prática realizada contribuiu positivamente no processo ensino aprendizagem?
- 11 – Houve algum retorno dos alunos?

APÊNDICE F - TRANSCRIÇÃO DAS ENTREVISTAS DOS PROFESSORES

Quadro 12 – Transcrição da entrevista do PA

Perguntas	Relatos
1 - Há quanto tempo leciona?	“Tive o primeiro contato com a sala de aula com programa PIBID em 2011 mas só 2012 fui regente de classe titular fazendo assim 7 anos.”
2 - Considera aulas práticas de Física importantes?	“Sim. Os nossos jovens estão fortemente ligados às práticas do dia-dia e apenas com a teoria não há como motivar os alunos por tal motivo, acredito que as aulas práticas de Física são de extrema importância.”
3 - As escola ou escolas onde trabalha possuem laboratório didático ou de pesquisa de Física com equipamentos relevantes?	“Na Escola Estadual não existe laboratório de Física. Entretanto a rede particular de ensino particular disponibiliza um laboratório para aulas práticas de física nele existem alguns equipamentos que podem ser aplicados nos conteúdos de termometria e magnetismo.”
4 - Utiliza o computador com frequência no trabalho? Se sim para quê?	“De forma frequente não, mas quando se faz necessário sim, como por exemplo projeção de aulas.”
5 - Quais os recursos didáticos oferecidos pela escola?	“Giz, lousa, projetor, biblioteca e alguns computadores para os alunos e professores.”
6 - Quais as principais dificuldades encontradas para lecionar Física?	“Os alunos da rede estadual chegam no ensino médio com várias dificuldades. Por exemplo: não possuem domínio das operações básicas de matemática; são um tanto apáticos com a disciplina de Física e muitas das vezes não querem aprender. Além disso o pequeno número de aulas por semana (duas aulas semanais) e os conteúdos extensos requerem dos alunos habilidades matemáticas mais desenvolvidas. Frequentemente o conteúdo de Física sofre atrasos pois temos que rever ferramentas matemáticas para termos condições de seguir adiante com a disciplina.”
7 - Já utilizou o Laboratório de Informática da escola como recurso didático?	“Não, mas já apresentei o laboratório virtual de Física fornecido pelos programas Phet Física Colorado e objetos de aprendizagem da UFPB. Mas não foi no formato que você realizou a sua pesquisa, eu dei a aula através do meu computador e utilizei o datashow para ampliar.”
8 - Repetiria a prática realizada no Laboratório de Informática?	“Sim, com um roteiro que permitisse maior autonomia dos alunos e dentro de um contexto avaliativo.”
9 - Quais as dificuldades de se realizar aulas no Laboratório de Informática?	“Existem algumas, a primeira é que não há computadores suficientes para todos os alunos, dessa forma é sempre necessário formar duplas e em algumas situações trios. Embora a maioria dos alunos tenha habilidades de informática, há aqueles que tiveram pouco acesso a essas ferramentas, e por isso se sentem acanhados em participar da aula e até mesmo interagir com os colegas. O acesso à sala pelo professor é simples e rápido, porém deve ser agendada com, no mínimo, um dia de antecedência.”
10 - A prática realizada contribuiu positivamente no processo ensino aprendizagem?	“A prática no laboratório de informática contribuiu de forma positiva uma vez que o assunto havia sido abordado em sala de aula. Assim o conteúdo pôde ser sedimentado com a resolução das dúvidas que foram surgindo durante a prática.”
11 - Houve algum retorno dos alunos?	“De modo geral, gostaram de participar da prática no laboratório de informática e questionaram quando haveria novamente.”

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 13 – Transcrição da entrevista do PB

Perguntas	Relatos
1 - Há quanto tempo leciona?	“Eu leciono a cinco anos desde 2014.”
2 - Considera aulas práticas de Física importantes?	“Considero sim as aulas práticas importantes para o aprendizado do aluno uma vez que aproxima ainda mais esse aluno do conhecimento de Física e toda forma de variação das metodologias são importantes para que esses alunos tenham maior facilidade maior interesse e maior motivação para com o estudo da disciplina.”
3 - As escola ou escolas onde trabalha possuem laboratório didático ou de pesquisa de Física com equipamentos relevantes?	“As escolas onde trabalho não apresentam laboratórios específicos de Física não possuem materiais que ajudariam nas aulas práticas tudo é feito de maneira improvisada.”
4 - Utiliza o computador com frequência no trabalho? Se sim para quê?	“Utilizo o computador mais pra planejamento de aulas busca de vídeos e busca de materiais diferenciados para apresentar para os alunos.”
5 - Quais os recursos didáticos oferecidos pela escola?	“As escolas onde trabalho disponibilizam livros didáticos lousa giz sala de vídeo e laboratório de informática.”
6 - Quais as principais dificuldades encontradas para lecionar Física?	“Eu colocaria como as principais dificuldades para aprendizado do aluno a falta de base matemática, deficiência na interpretação dos textos e nos enunciados das questões, a falta de responsabilidade para com os exercícios propostos, a falta de interesse de estudo em casa e a falta de motivação para perguntar para questionar.”
7 - Já utilizou o Laboratório de Informática da escola como recurso didático?	“Utilizei pouquíssimas vezes o laboratório de informática para realizar pesquisas e na demonstração de vídeos com experimentos.”
8 - Repetiria a prática realizada no Laboratório de Informática?	“Acredito que a utilização dos laboratórios de informática é importante para diferenciar a metodologia para conseguir atrair maior motivação, e conseguir explorar o interesse dos alunos para com a disciplina, então utilizaria sempre que possível e necessário o laboratório sim.”
9 - Quais as dificuldades de se realizar aulas no Laboratório de Informática?	“Eu apontaria como uma dificuldade para realizar as práticas nos laboratórios de informática a quantidade de alunos, que não é compatível com a quantidade de computadores, e esses computadores nem sempre estão 100% em funcionamento, então é uma dificuldade grande que eu apontaria.”
10 - A prática realizada contribuiu positivamente no processo ensino aprendizagem?	“A prática proposta no laboratório de informática foi excelente, na minha avaliação foi bem sucedida, uma vez que os alunos comentaram de forma positiva mostraram que aprenderam o que foi proposto fizeram perguntas sobre o assunto, então, eu julgo como sucesso.”
11 - Houve algum retorno dos alunos?	“A maioria dos alunos comentaram de forma positiva a apresentação e utilização deste recurso dessa aula diferenciada mostrando interesse, vejo como incentivo para que novas formas de intervenção possam ser realizadas, julgo que a atividade foi realizada com êxito.”

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 14 - Transcrição da entrevista do PC

Perguntas	Relatos
1 - Há quanto tempo leciona?	“Leciono desde 2015, então aproximadamente 3 anos e meio.”
2 - Considera aulas práticas de Física importantes?	“Sim é muito importante principalmente para a demonstração de fenômenos que são abstratos aos alunos.”
3 - As escola ou escolas onde trabalha possuem laboratório didático ou de pesquisa de Física com equipamentos relevantes?	“Na maioria das escolas que passei não, e as que possuíam tinham apenas o espaço físico sem equipamento e o espaço não estava em condição de uso, costumo improvisar alguns experimentos em casa para demonstrar para os alunos”.
4 - Utiliza o computador com frequência no trabalho? Se sim para quê?	“Planejamento, pesquisa e projeções de slides.”
5 - Quais os recursos didáticos oferecidos pela escola?	“Como sou professor substituto já passei em várias escolas estaduais e os únicos recursos disponíveis é o quadro e giz algumas escolas que possuem data show e laboratório de informática.”
6 - Quais as principais dificuldades encontradas para lecionar Física?	“Na minha opinião a principal dificuldade do aluno não é a Física e sim a matemática porque os alunos não possuem bagagem para dar continuidade aos estudos.”
7 - Já utilizou o Laboratório de Informática da escola como recurso didático?	“Sim, raramente utilizo para realizar pesquisas e apresentar vídeos.”
8 - Repetiria a prática realizada no Laboratório de Informática?	“Com certeza é uma ferramenta poderosa.”
9 - Quais as dificuldades de se realizar aulas no Laboratório de Informática?	“Quantidade de computadores insuficiente e o laboratório às vezes sucateado, além da burocracia para agendamento.”
10 - A prática realizada contribuiu positivamente no processo ensino aprendizagem?	“Com toda certeza.”
11 - Houve algum retorno dos alunos?	“Pude perceber alunos que não tinham interesse algum que passaram a interagir na aula e até mesmo melhora significativa nas notas, observei isso depois de retomar o assunto para dar continuidade.”

Fonte: Elaborado pelo autor