



**Universidade Estadual de Maringá**  
**Centro de Ciências Exatas**  
**Departamento de Física**

**Monografia**

*Estudo sobre Experimentos e práticas de laboratório como  
uma abordagem metodológica para o aprendizado de física  
no ensino médio*

Acadêmico: Giovanna Maria Oliveira Nogueira

Orientador: Prof. Dr. Antonio Medina Neto

Maringá – PR

2022



Universidade Estadual de Maringá

Centro de Ciências Exatas

Departamento de Física

## Monografia

*Estudo sobre Experimentos e práticas de laboratório como  
uma abordagem metodológica para o aprendizado de física  
no ensino médio*

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Departamento de Física da  
Universidade Estadual de Maringá, sob  
orientação da Prof. Dr. Antonio Medina  
Neto, como parte dos requisitos para  
obtenção do título de licenciado em Física.

Acadêmico: Giovanna Maria Oliveira Nogueira

Orientador: Prof. Dr. Antonio Medina Neto

Maringá – PR

2022

Giovanna Maria Oliveira Nogueira

*Estudo sobre Experimentos e práticas de laboratório como  
uma abordagem metodológica para o aprendizado de física  
no ensino médio*

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Departamento de Física da  
Universidade Estadual de Maringá, sob  
orientação da Prof. Dr. Antonio Medina  
Neto, como parte dos requisitos para  
obtenção do título de licenciada em Física.

**Banca Examinadora**

---

Orientador - Prof. Dr. Antonio Medina Neto

Departamento de Física - Universidade Estadual de Maringá

---

Prof. Dr. Anuar José Mincache

Departamento de Física - Universidade Estadual de Maringá

---

Prof. Dr. Fernando Carlos Messias Freire

Departamento de Física - Universidade Estadual de Maringá

Maringá-PR

2022

*“A imaginação é mais importante que o conhecimento, porque o conhecimento é limitado, ao passo que a imaginação abrange o mundo inteiro”.*

*Albert Einstein*

## **Agradecimentos**

Primeiramente agradeço a Deus, Nossa Senhora Aparecida e a minha família que sempre me apoiaram nos momentos de fraqueza quando eu estava decidida a desistir do curso por conta das dificuldades que passei. Agradeço também ao meu amigo Vitor que sempre me ajudou em tudo e nunca soltou minha mão, sempre me socorreu nos momentos mais difíceis e até hoje permanece ao meu lado. Gratidão aos meus professores Anuar e Fernando que me incentivaram muito e sempre estiveram dispostos a me ajudar a chegar aqui, fazendo até o impossível para não me atrasar e agradeço também ao meu orientador Antonio Medina, que sabe por tudo que eu passei pra chegar aqui e sempre deu seu máximo para me ajudar em tudo e aceitou me orientar mesmo estando com sua agenda lotada.

Não tenho palavras para agradecer vocês pelo incentivo de todos e por ter vencido todas as dificuldades que enfrentei no curso, se não fosse desta forma, eu não estaria aqui.

Obrigada de coração por todo suporte e por acreditarem em mim durante todos esses anos de graduação.

## **Sumário**

<b>Resumo .....</b>	<b>7</b>
<b>Capítulo 1 – Introdução .....</b>	<b>8</b>
<b>Capítulo 2 – Revisão bibliográfica .....</b>	<b>11</b>
<b>Capítulo 3 – Considerações finais .....</b>	<b>47</b>
<b>Referências .....</b>	<b>49</b>

## RESUMO

Neste trabalho foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre propostas de utilização da experimentação como técnica de aprendizado de física para o ensino médio. Estas propostas foram analisadas e comparadas, tanto na metodologia empregada, quanto nos sucessos e insucessos obtidos. Entre os principais obstáculos apontados pelos autores para a dificuldade no aprendizado de Física destaca-se o pré-conceito de que a matéria de física é uma matéria muito difícil, tanto para os alunos quanto para os professores que ministram as disciplinas, resultando em muita dificuldade por parte dos alunos. Assim, a utilização de experimentos e práticas laboratoriais, principalmente com exemplos do cotidiano do aluno, pode tornar o aprendizado da física uma atividade mais prazerosa e dinâmica. Destaca-se também que através de atividades experimentais podem ser abordados de maneira lúdica conteúdos de alta complexidade matemática e conceitual, que são pouco abordados nos materiais didáticos aplicados nas metodologias de ensino/aprendizagem tradicionalmente usado no ensino médio. Contudo, para a implementação da experimentação como uma abordagem metodológica para o aprendizado de física a formação do professor é fundamental, assim foi realizada também uma revisão bibliográfica com relação às propostas e projetos que visam a importância da física experimental na formação acadêmica e profissional de professores do ensino médio.

**Palavras-chave:** Experimentos de Física, práticas de laboratório, Ensino Médio, formação de professores.

## 1 – Introdução

No ensino médio, a disciplina de Física tradicionalmente fundamenta-se em aspectos essencialmente teóricos. O que pode ser verificado facilmente na análise dos livros didáticos utilizados na disciplina, os quais se concentram basicamente em conceitos matemáticos e exercícios de fixação. Este procedimento, em muitos casos resulta na falta de compreensão dos conceitos físicos, por parte dos alunos, que apresentam dificuldades em relacionar tais conceitos com fenômenos do seu cotidiano, resultando em grande obstáculo para a assimilação do conteúdo da disciplina.

Uma alternativa a este modelo é trabalhar a investigação, exploração, pensamento crítico, entre outras vertentes com os alunos, por meio de metodologias ativas, de forma a trabalhar com a aprendizagem significativa utilizando, por exemplo, a experimentação.

Fazer uso de experimentos de física no ensino médio é considerado uma das maneiras mais eficazes de ensinar conceitos teóricos da física de uma forma prática e interessante. A experimentação permite que os estudantes experimentem e compreendam os conceitos por si mesmos, ajudando a fixar a aprendizagem de uma maneira que seria difícil apenas com a teoria.

Além disso, os experimentos de física permitem que os estudantes desenvolvam habilidades importantes, como a resolução de problemas, o trabalho em equipe e a comunicação científica. Eles também ajudam a desenvolver habilidades práticas, como a medição, o registro de dados e a interpretação de resultados.

A experimentação na disciplina de física também ajuda a despertar o interesse dos estudantes pela ciência. Ao experimentarem os conceitos por si mesmos, os estudantes ganham uma compreensão mais profunda e apreciam a importância da física no mundo real. Por essas razões, a inclusão de experimentos de física no currículo escolar vem sendo apontada como de

extremamente importante para a formação de um o aluno mais participativo, reflexivo e crítico.

Dentro dos programas de educação estabelecidos pelo governo estadual para o ensino médio, podemos encontrar exemplos de tentativas de inclusão deste conteúdo prático na grade curricular do estado do Paraná. Como exemplo podemos citar o “kit de experimentos” e o material didático para sua aplicação (SEED-PR, 2015), distribuído pelo governo do Paraná às escolas públicas de ensino médio em 2015, cujos detalhes estão disponíveis na plataforma Dia a dia Educação. Nesta plataforma encontram-se disponíveis também links, artigos, sugestões de roteiros e vídeos referentes à física experimental para o ensino médio.

Na literatura podemos encontrar diferentes vertentes para a aplicação da experimentação no ensino da física, que vão de experimentos de demonstração (observação) dos fenômenos abordados na teoria ao desenvolvimento pelos próprios de experimentos que tentem a elucidação de um efeito físico do cotidiano, normalmente com utilização de materiais de baixo custo e que podem ser reproduzidos e replicados sem problemas nas mais diferentes comunidades regionais do país.

Por parte dos professores, a preocupação se reflete na busca de alternativas que possibilitem a inclusão deste conteúdo, em uma carga horária da disciplina muito reduzida, buscando por meio de atividades dinâmicas, e que possam estimular o interesse dos alunos na ampliação da aprendizagem, a interação entre o prático e o teórico, com a visualização da Física como disciplina prazerosa e que faça parte real da vivência da sociedade, ajudando e facilitando no cotidiano para melhorias de qualidade de vida.

Nesse contexto, no presente trabalho fizemos uma revisão bibliográfica sobre sugestões de experimentação a serem aplicadas no ensino médio, para facilitar a aprendizagem dos estudantes e também ajudar os professores a ministrar aulas mais agradáveis para a compreensão dos alunos. Nesta revisão

encontramos vários artigos que mostram algumas aplicações experimentais que obtiveram resultados positivos e também soluções para os empecilhos que os professores encontram para aplicar atividades práticas, comprovado que experimentação no ensino médio traz muitos benefícios, seja para educador e principalmente para alunos, que conseguem adquirir o conhecimento do conteúdo de uma forma mais profunda e agradável.

## **2- Revisão Bibliográfica**

### **Primeiro Artigo**

No ano de 2003, Araújo e Abib (Araújo, 2003) publicaram um artigo na Revista Brasileira de Ensino de Física, no qual foi analisada a produção na área de investigações sobre a utilização da experimentação como estratégia de ensino de Física para o ensino médio. A análise dos dados teve como referência artigos publicados no período entre 1992 e 2001 na Revista Brasileira de Ensino de Física (SBF) e no Caderno Catarinense de Ensino de Física (UFSC), e foram analisados 106 artigos referentes ao tema.

Dentre os artigos analisados 96 deles foram classificados segundo a área de conhecimento abordada, sendo observada a predominância (30,4%) na área de mecânica, o que atribuída a grande importância normalmente atribuída a área no conteúdo do ensino médio. Observa-se também que quando somado aos artigos nas áreas de eletricidade e magnetismo (22,8%) e ótica (20,7%), correspondem a aproximadamente 74% dos artigos analisados. Em contrapartida constatam ainda a existência de um conjunto menor de publicações abordando temas como Calorimetria, Gases, Hidrodinâmica, Ondulatória e Astronomia, temas que em geral é destinado tempo muito menor do que aqueles da Cinemática, Dinâmica e Eletricidade, que são considerados por muitos professores como conteúdos prioritários.

Ressalta-se aqui o pequeno número de trabalhos referente ao conteúdo de Física Moderna (7,6%), o que é justificado pela deficiência na formação dos professores, e cuja inclusão nos programas curriculares vem sendo apontada como uma excelente possibilidade de abordar fenômenos observados no cotidiano do estudante, que hoje fazem uso de equipamentos baseados nos

fenômenos quânticos e relativísticos, como lasers, sensores fotoelétricos, GPS, transistores de tunelamento quântico, entre outros.

O trabalho visou investigar a utilização da experimentação como forma de facilitar o ensino da física, por meio de experimentos que abordam os diferentes aspectos metodológicos e, em geral, realizados com matérias de baixo custo e de fácil acesso.

Os autores enfatizam que ao aplicar experimentos de física, ajudamos os alunos a compreender melhor o conteúdo, além de observarem as benfeitorias que as atividades práticas fornecem. Por meio dessas práticas os alunos terão um maior interesse em participar das aulas, da mesma forma se dá no incentivo em buscas por explicações sobre os fenômenos estudados, possibilitando na elaboração de novas ideias para desenvolver sua aprendizagem. Ressaltam ainda que o uso dessas atividades experimentais tem sido uma forma mais fácil e proveitosa tanto para os professores quanto para alunos, no que diz respeito a aprendizagem e ao enfrentamento de dificuldades no ensino de física. Com essas atividades os alunos desenvolveram habilidades como a capacidade de reflexão, de efetuar generalizações e de realizar atividades em equipe.

Apontam ainda, que os livros e matérias didáticos focam na maneira tradicional de ensino, tornando difícil aplicar experimentos com os alunos. Esse tema é alvo de inúmeras pesquisas, pois há várias dificuldades que alunos e professores encontram ao aprender ou explicar física dessa maneira tradicional de ensino. Para encontrar mais sobre os experimentos aplicados, foi efetuado pesquisas em artigos ou sites, pois os professores não têm essa experiência na docência ou formação, desta maneira deveriam ser estimulados nessa fase com novas metodologias de ensino. Experimentos estimulam o aluno a ter maior compreensão dos conteúdos, tornando-o de suma importância, já que a física é conhecida como uma matéria de difícil domínio com a utilização da forma tradicional. As metodologias relacionadas com atividades experimentais são a

ênfase matemática, o grau de direcionamento das atividades, o uso de novas tecnologias e a relação com o cotidiano.

A ênfase matemática citada classifica esses trabalhos em qualitativo e quantitativo. O qualitativo leva os alunos a realizar e verificar experimentos com o uso de laboratórios não estruturados. Este método lida com situações que encontramos no nosso dia a dia, experimentos qualitativos focando atividades práticas de demonstração ou investigação desenvolvidas através de procedimentos nos quais os aspectos formais e quantitativos não são enfocados ou aparecem em segundo plano.

Nesta abordagem os experimentos são relacionados com aspectos cotidianos, geralmente com o uso de computadores, com a formação de professores e estudos relacionados ao uso de laboratórios didáticos e ainda com aspectos gerais de divulgação científica em ambiente escolar.

O quantitativo aproxima os alunos dos professores, torna as aulas mais interessantes e incentiva a participação dos estudantes, proporcionando maior interesse pelo estudo dos conteúdos de física que são abordados. Segundos os autores:

*“... houve a predominância de aspectos qualitativos nas atividades, permitindo, com maior facilidade, enfatizar a importância dos conceitos espontâneos dos estudantes, além de possibilitar condições para que estes participem e intervenham intensamente nas atividades, refletindo e formulando hipóteses acerca dos fenômenos estudados”* (Araújo, 2003).

Essas atividades demonstram uma facilidade na abordagem de conceitos físicos utilizando o método investigativo. Nesse método a participação dos alunos é fundamental. Em contrapartida, com relação as atividades quantitativas podem afirmar que mesmo que em sua minoria, são bastante empregadas, permitindo, com maior facilidade, o alcance de outros objetivos,

como a verificação da validade das leis físicas e dos modelos teóricos. Em estudos quantitativos podem ser explorados diferentes aspectos como o tratamento estatístico dos dados obtidos, a análise com precisão das medidas, o aprendizado de manuseio de diversos instrumentos de medida, entre outros aspectos inerentes as atividades científicas, como a capacidade de análise e o senso crítico (Araújo, 2003).

Com relação ao grau de direcionamento, destacou-se a demonstração, investigação e a verificação direcionada mais ao ensino tradicional. Também foi analisado o uso de novas tecnologias no caso de computadores e programas para atividades práticas de laboratórios e simulações. Por último foi analisado a relação com o cotidiano, ou seja, a relação dos fenômenos físicos com coisas que acontecem no nosso dia a dia.

Com relação a demonstração, os autores identificaram a presença de dois procedimentos metodológicos bastante distintos: a demonstração fechada, caracterizada por simples ilustração do fenômeno, sendo centrada no professor pois é ele quem realiza as atividades e, a demonstração aberta na qual incorporam-se outros elementos, apresentando uma maior abertura e flexibilidade para discussões que podem permitir um aprofundamento nos aspectos conceituais e práticos relacionados com os equipamentos, possibilidade de se levantar hipóteses e o incentivo à reflexão crítica.

Nas atividades de investigação são usadas metodologias centradas em aspectos cognitivos que visam adquirir conhecimento daquele assunto que está sendo abordado, ou melhor, analisar aquele determinado assunto. Também temos a capacidade de abstração, ou seja, um processo de identificação das qualidades importantes do problema, ignorando o que é irrelevante e se concentrando nas características relevantes. Outra capacidade é a generalização que é um aspecto geral e por fim temos a capacidade de reflexão, característica da investigação, refletindo sobre aquele determinado problema. A atividade de

demonstração traz a importância para a ilustração, tornando menos abstrato os conceitos físicos abordados, ao mesmo tempo em que torna mais interessante, fácil e agradável o seu aprendizado, motivando a participação dos alunos. Na revista física na escola foram encontrados vários artigos que usam diversas atividades de demonstração como estratégia de divulgação científica. Essas atividades têm sido adotadas como a modalidade mais utilizada pelos autores. A formação de professores deve conter o uso de materiais de demonstração, ajudando a contornar os problemas de falta de recursos e principalmente eliminando o despreparo verificado entre professores para o uso de atividades experimentais.

Em vários trabalhos, a utilização de computadores como ferramenta auxiliar em atividades de demonstração também é proposta, facilitando a compreensão dos fenômenos físicos estudados. No entanto, para o uso de computadores no ensino médio seria necessária a adequação na formação dos professores. O trabalho de demonstração é geralmente conduzido inicialmente pelo professor que deve incentivar os alunos, seja formulando questões ou permitindo que os estudantes deem palpites nas atividades experimentais, dando oportunidade para que eles formulem ideias, analisem e discutam os possíveis modelos que explicam os fenômenos observados. Essas atividades demonstrativas melhoram a qualidade do ensino de física e no nível de aprendizagem dos alunos, bem como ajudam no desenvolvimento de novas habilidades e posicionamento dos estudantes.

A atividade de verificação serve também para motivar os alunos tornando o ensino mais realista, evitando alguns erros conceituais observados em livros didáticos.

Sobre atividades de investigação, relacionados ao laboratório estruturado, nota-se o uso de roteiros fechados, com menor participação e intervenção dos alunos ao longo das atividades experimentais. Já com laboratórios não estruturados, exige dos estudantes um maior tempo de estudo,

pois a execução, a análise e as conclusões demandam uma grande participação dos alunos, proporcionando um melhor entendimento sobre os fenômenos estudados. Neste contexto, os autores citam o trabalho de Castro e Cerqueira (Castro, 1992), no qual destacam o uso de materiais concretos que podem ser capazes de suscitar questões problematizadoras desencadeando uma nova prática de ensino com o despertar do interesse nos estudantes. Também enfatizam o artigo de Cavalcante e Nakamura (Cavalcante,2001) que apontam a utilização de recursos computacionais, pois seriam uma forma de se atualizar os currículos de física no ensino médio.

Através da produção e utilização de materiais didáticos, permite-se investigar as possíveis melhorias que atividades experimentais podem trazer para as aulas de física. Cabe também disponibilizar na internet um conjunto de experimentos de baixo custo e fácil realização, de modo a auxiliar as atividades dos professores de física. Essas novas tecnologias associadas à experimentação têm aumentado cada vez mais o uso de computadores, uma vez que o emprego de tecnologias modernas está se tornando cada vez mais acessíveis nos meios educacionais, tornando os computadores uma ferramenta muito importante nas escolas. O experimento feito no computador permite que o aluno repita diversas vezes, possibilitando maior facilidade de compreensão dos fenômenos físicos, aproximando o estudante de uma ferramenta cada vez mais presente em seu cotidiano. Atividade de demonstração é a preferida entre os professores por haver uma facilidade maior na utilização de condições de aula e por demandar um menor tempo de preparo e execução, visando facilitar o aprendizado dos conceitos abordados.

Por fim acredita-se que:

*“... com a crescente informatização das escolas verificada nos últimos anos, a melhor capacitação dos professores e o aumento da demanda é possível, em um futuro próximo, que esta área passe a ser mais abordada com frequência,*

*por meio da publicação de artigos que sugerem aplicações educacionais para os computadores ali instalados` (Araújo, 2003).*

Diante dessas análises, foram encontrados mais seis artigos publicados em 2001 sobre essas novas tecnologias, correspondendo a quase metade dos registrados nessa área.

Fazendo uma análise quantitativa das publicações analisadas no período, quanto aos critérios mencionados acima, os autores reportam que 66% podem ser classificados com qualitativos e 34% como quantitativos. E quanto ao grau de direcionamento, 36% podem ser caracterizados como investigativo e a mesma porcentagem como demonstrativo, enquanto 28% são caracterizados como de verificação.

É verificada também a predominância nas publicações que abordam elementos presentes ou relacionados com situações vivenciadas no cotidiano (40%), em comparação com aquelas que envolvem novas tecnologias (31%) e construção de equipamentos (29%)

Os autores concluíram que:

*“... nesse trabalho o objetivo principal foi promover uma análise da produção recente na área de investigações sobre o ensino de Física relacionadas a utilização da experimentação como estratégia de ensino e, desse modo, proporcionando uma melhor compreensão sobre as diferentes possibilidades e tendências dessas atividades tendo em vista subsidiar o trabalho de professores e pesquisadores do ensino no nível médio...” (Araújo, 2003).*

Dentro das propostas analisadas nesse artigo é destacada

*“... a utilização de equipamentos e materiais de baixo custo e fácil aquisição, tornando acessível o seu emprego e adaptação mesmo em escolas que não disponham de laboratórios e recursos materiais significativos. Também permite a formação de professores, procurando capacitá-lo para uma nova prática*

*pedagógica, transformando em mediadores do processo de desenvolvimento dos alunos. As atividades que envolvem situações do cotidiano se tornam mais interessantes, pois permite que o aluno veja a física presente na rotina de seu dia a dia e experimentalmente, retirando essa idealização de dificuldade que a matéria exprime. O uso de atividades experimentais é defendido pelos autores por dois aspectos fundamentais pelos quais eles acreditam ser eficientes. O primeiro é a capacidade de estimular a participação ativa dos estudantes, despertando sua curiosidade e interesse, favorecendo um efetivo envolvimento com sua aprendizagem. O segundo é a tendência em propiciar a construção de um ambiente motivador, agradável, estimulante e rico em situações novas e desafiadoras que, quando bem empregados, aumentam a probabilidade de elaboração do conhecimento, desenvolvimento de habilidades, atitudes e competências relacionadas ao fazer e entender a Ciência` (Araújo, 2003).*

Ademais, citam que

*“... os resultados dessa investigação reforçam uma ampla gama de possibilidades de uso das atividades experimentais no ensino médio, indo desde atividades de verificação de modelos teóricos e de demonstração, geralmente associados a uma abordagem tradicional de ensino, até a presença, de formas relacionadas a uma visão construtivista de ensino, representadas por atividades de observação e experimentação de natureza investigativa. Entretanto, para que os professores possam lograr sucesso em sua prática pedagógica, acredita-se ser um imperativo que a metodologia experimental adotada seja selecionada, tendo em vista quais são os principais objetivos a serem alcançados com a mesma, de modo que as diversas modalidades de experimentação tendem a priorizar e facilitar o alcance de diferentes objetivos educacionais, cabendo portanto, a quem conduzir a atividade, a escolha mais adequada desta, considerando o momento, o contexto e as finalidades pretendidas` (Araújo, 2003).*

Ressaltando que:

*“Esses resultados reafirmam posições já estabelecidas para o importante papel da experimentação no ensino de Física e sinalizam novas direções para sua utilização em sala de aula, revelando as atuais tendências das propostas formuladas pelos pesquisadores da área. Por outro lado, contatos frequentes realizados com professores, que estão desenvolvendo atividades docentes atualmente, nos permitem constatar que essas propostas ainda se encontram distantes dos trabalhos realizados em grande parte das escolas, o que, sem dúvida, indica a necessidade de se realizar novos estudos visando uma melhor articulação e propiciando um aprofundamento das discussões dessa temática e sua efetiva implementação nos diversos ambientes escolares”* (Araújo, 2003).

Após 2021 encontramos também um grande número de publicações em periódicos especializados, nas quais tem sido propostos vários experimentos para serem aplicados no ensino médio, com o objetivo de introduzir a experimentação na disciplina de Física. Abaixo listamos e discutimos alguns deles, que são propostos para as diferentes áreas de conhecimento.

## **Segundo artigo**

Em 2012 Sergio Eduardo Duarte (Duarte, 2012) propôs o uso de simulações e experimentos abordando a dinâmica das rotações. A proposta é a utilização de experimentos de baixo custo no processo de ensino-aprendizagem e busca aproximar os alunos do processo científico por meio de experimentos com materiais de fácil acesso, minando com a ideia de que a Física está desvinculada da realidade, além de ser uma forma de driblar a escassez de recursos disponibilizados para a rede pública de ensino.

Neste trabalho relata que é relativamente simples de se identificar a lacuna existente entre a apresentação dos conceitos físicos em sala de aula e dos modelos matemáticos que os acompanham. A realização de experimentos como

parte do processo ensino-aprendizagem corrobora para uma melhor compreensão acerca do todo apresentado, vinculando a Física e a Matemática, não permitindo que a lacuna continue existindo.

Um dos principais pontos apontados pelo autor é que o uso de experimentos de baixo custo possibilita a transposição da barreira imposta pelo custo de equipamentos necessários para a realização de alguns experimentos, bem como a falta de infraestrutura de muitas escolas para comportá-los.

A escolha do conteúdo do experimento do qual trata o trabalho, Dinâmica de Rotações, se deve à falta de materiais relacionados a ele, além da facilidade na elaboração de experimentos de baixo custo que o contemplam.

Foi estabelecido um roteiro para o melhor uso do kit experimental, envolvendo a apresentação do movimento de rotação e sua relevância para a ciência, a prática experimental buscando identificar a conservação do Momento Angular, a construção da sua relação com o Momento Linear, a relação entre massa e Momento de Inércia e, por fim, das velocidades Linear e Angular.

O kit experimental produzido permite que sejam variados parâmetros e condições iniciais de forma controlada enquanto os associa ao movimento de rotação. Com relação aos seus componentes e à sua montagem, sobre uma plataforma de madeira, são fixados trilhos utilizados em estantes; o sistema girante usado como base das experiências consiste de um “halter” construído com bolas de bilhar e uma haste metálica cuja massa é bem menor que a das esferas em um rolamento de automóvel. Esse sistema é posto em movimento por colisão com outras esferas ou pela ação de cordões, roldanas, “pesos” de pesca e porcas” (Duarte, 2012).

Um esquema da montagem é mostrado na figura 1 abaixo, o qual é uma reprodução do trabalho original de S. E. Duarte (Duarte, 2012).

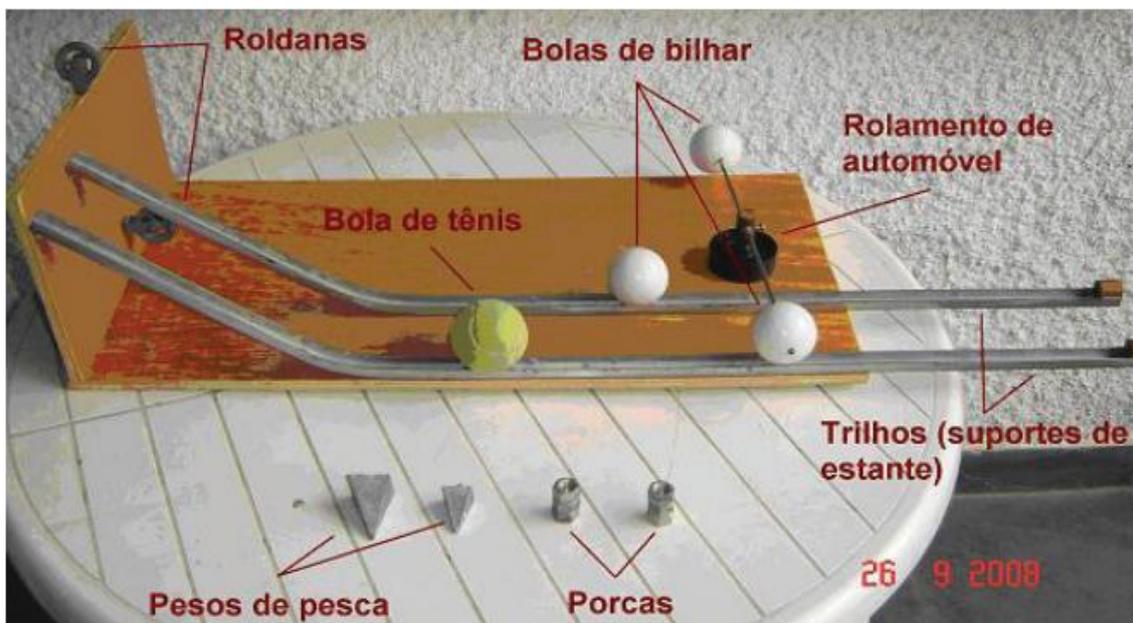


Figura 1: Kit proposto para realização dos experimentos. Figura reproduzida do trabalho original de S. E. Duarte (2012).

A elevação observada na plataforma permite que o projétil adquira energia cinética conforme perde a potencial. São ainda fixadas as roldanas indicadas e a presença do rolamento automotivo permite que o halter gire em torno de um eixo que passa pelo centro do rolamento. Para a realização do experimento, é ainda necessário usar fios de nylon para prender nos pesos de pesca. Ocorrerá então a aplicação de uma força constante, a força peso dos pesos de pesca, a certa distância do eixo de rotação.

A partir do kit experimental montado, foi elaborado também um possível roteiro didático de como empregá-lo em sala de aula. A parte experimental pode ser iniciada a partir de situações em que o halter sofre um torque externo pela ação de um fio de nylon tensionado pelos “pesos” de pesca ou pelas porcas de metal. Com isso, percebe-se que o halter tende a manter sua velocidade angular mesmo após não haver mais a ação do fio de nylon. Além disso, o modo como a massa do halter está distribuída, mais perto ou mais longe do eixo de rotação, sua inércia sofre alterações. Por fim, o movimento muda conforme altera-se o ponto de aplicação da força externa. Por meio das

modificações possíveis, podem ser identificadas características do movimento de rotação: a inércia e a modificação da velocidade angular a partir do torque.

A segunda possibilidade indicada envolve a colisão das bolas de bilhar e de tênis com o halter, onde é possível a modificação da massa do projétil, o ponto de colisão e a forma como a massa está distribuída no halter. Quando de sua realização, surge o questionamento acerca das perdas envolvidas no processo por dissipação e de quais fatores as originam. Além disso, é possível definir Momento de Inércia e Momento Angular, bem como as respectivas relações com a Massa e o Momento Linear.

O trabalho em questão permitiu concluir que há possibilidades para os educadores que buscam driblar a ausência de laboratórios de Física nas escolas. No caso dos experimentos de baixo custo, é ainda possível aproximar os alunos da ciência a partir de experimentos de fácil reprodução, com o uso de materiais que fazem parte do cotidiano dos discentes.

Enfatizamos aqui que o conteúdo de dinâmica das rotações é um dos menos explorados dentro da mecânica no ensino médio, na maioria dos casos por deficiência na formação do professor, e por ser um conteúdo bastante abstrato para o aluno neste nível. Deste modo, a utilização de experimentos como o sugerido neste trabalho pode auxiliar, em muito, na aprendizagem deste conteúdo, principalmente com o aluno tendo a oportunidade de “vivenciar” os conceitos físicos envolvidos no conteúdo.

## **Terceiro artigo**

Outro tema que pode ser explorado para o ensino médio é a corrente alternada, visto que é um tema que está presente no cotidiano de todo estudante de ensino médio, relacionado principalmente ao funcionamento da

maioria dos equipamentos eletroeletrônicos que são encontrados nas residências e locais de trabalho.

Neste contexto, a utilização de experimentação no ensino de corrente alternada ao nível do ensino médio foi proposta por Erthal, J. P. C e Gaspar, A. (Erthal, 2006), em artigo publicado no caderno brasileiro do ensino de física em 2006, no qual são seguidas as teorias de Vygotsky e se baseadas em concepções prévias apresentadas por alunos de nível médio.

O trabalho em questão propõe atividades para a introdução do conceito de corrente alternada no currículo do ensino médio. Uma das motivações para tal são as constantes críticas recebidas pelo currículo escolar da disciplina de Física por contemplar temas distantes da realidade dos alunos, como é o caso da corrente contínua e da corrente alternada, visto que apenas a primeira é apresentada e trabalhada, ainda que a segunda esteja mais frequentes no cotidiano geral.

Segundo os autores, a justificativa apontada para que a corrente alternada não faça parte dos conteúdos abordados no ensino médio normalmente é atribuída a dificuldade que possui e, que estaria além do nível dos alunos ensino médio, mas o que realmente ocorre é a falta de propostas que viabilizem e reforcem uma transposição didática adequada. As transposições apresentadas foram baseadas na teoria de Vygotsky, de acordo com a qual uma das maneiras de o professor conduzir o processo de ensino-aprendizagem é por meio de interações sociais adequadas à realidade do aluno, de forma que haja interações entre o professor, o aluno e o conhecimento.

Para a realização do trabalho, foi realizada uma revisão bibliográfica acerca do ensino de corrente alternada e a promoção de um questionário composto de questões de múltipla escolha a alunos do terceiro ano do ensino médio, a fim de uma análise das preconcepções desses alunos sobre o tema de estudo, isso permitiu a criação do material a ser apresentado em sala de aula. No que tange ao conteúdo das questões, tratava-se de concepções básicas acerca

da corrente alternada e de suas aplicações, sem enfoque em análises matemáticas. Quanto aos resultados, apenas 19% dos alunos indicaram saber que existem dois tipos de corrente elétrica, mas também demonstraram, em sua grande maioria, não possuírem conhecimentos além disso, mesmo que relacionados ao seu dia-a-dia.

Buscando apresentar o conceito de corrente alternada e algumas das tecnologias nas quais ela é aplicada, o primeiro experimento selecionado foi a polia de arrasto magnético, cujo esquema da montagem é mostrada na figura 2. Para tal, são empregados dois discos, um de alumínio e um de aço; no disco de aço são colados vários ímãs e este pode girar por meio de uma correia e uma manivela; já o disco de alumínio pode girar livremente. Os discos são aproximados até cerca de 1 cm e, então, o disco de aço é girado por meio da manivela, fazendo com que o fluxo do campo magnético dos ímãs varie enquanto atravessa o disco de alumínio, induzindo nele correntes circulares (Lei de Faraday), que geram, por sua vez, campos magnéticos opostos ao movimento do disco de aço (Lei de Lenz). Como o disco de aço foi posto em movimento pela manivela, o disco de alumínio é arrastado e o efeito final é aquele previsto pelas Leis citadas. Tal experimento permite a apresentação das Leis de Faraday e de Lenz, além da geração de corrente alternada e do arraste magnético, essencial para a compreensão do funcionamento de motores a base de corrente alternada.

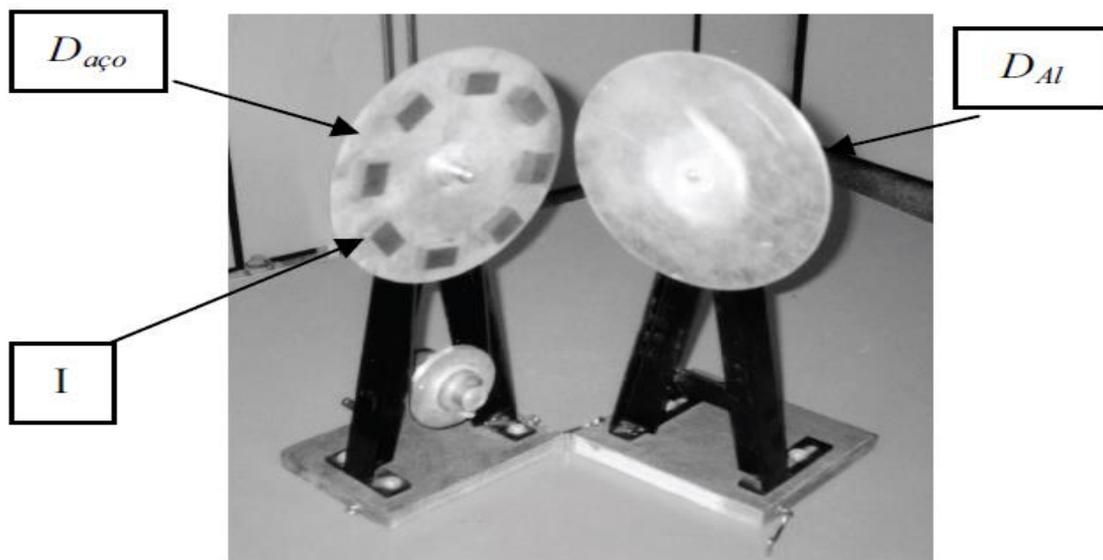


Figura 2 - Dois discos um de aço ( $D_{aço}$ ) e outro de alumínio ( $D_{Al}$ ), quando dispostos frente a frente, podem ser afastados ou aproximados. O disco de aço, em cuja face estão colados vários ímãs (I), pode girar por meio de uma correia e manivela; o disco de alumínio pode girar livremente. Figura reproduzida do trabalho original de Erthal, J. P. C; Gaspar, A. (Erthal, 2006).

O segundo experimento selecionado emprega a variação do campo magnético no interior de uma bobina, cujo esquema é mostrado na figura 3. Nele, conecta-se uma bobina a um amperímetro analógico e um ímã em formato de barra movimentado no interior da bobina; como resultado, o ponteiro do amperímetro também se movimenta de acordo com o ímã, isto é, em acordo com o sentido da variação do fluxo magnético.

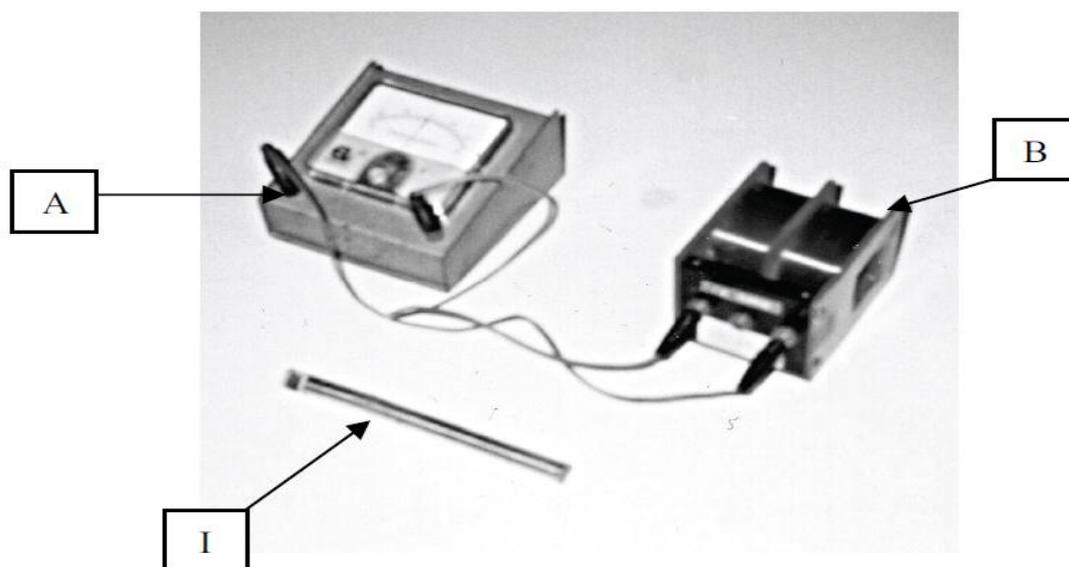
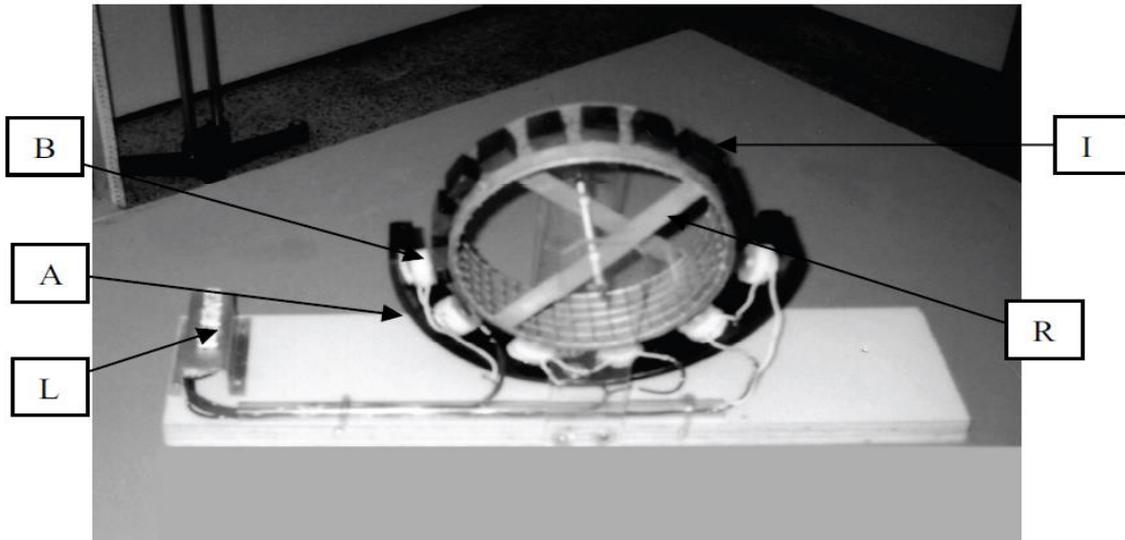


Figura 3 – Os terminais da bobina B são ligados ao miliamperímetro analógico (A). O ímã em barra (I) é introduzido no interior dessa bobina e depois é retirado. Figura reproduzida do trabalho original de Erthal, J. P. C; Gaspar, A. (Erthal, 2006).

O terceiro experimento é um gerador eletromagnético. Para a sua montagem (figura 4) é necessário fixar a uma roda de “hamster”, livre para girar, alguns ímãs e, a um aro fixo, algumas bobinas e ligá-las em paralelo entre si e com algumas lâmpadas. Conforme a roda for girada, os ímãs se movimentam, gerando uma variação de fluxo magnético nas bobinas, que produzirão, em resposta, uma corrente alternada, capaz de ligar as lâmpadas. Pela Lei de Faraday, a tensão e a corrente gerada são proporcionais à frequência de giro da roda, de modo que maiores frequências culminem em uma luz de maior intensidade. Isso permite a apresentação das usinas hidrelétricas e das diferenças na geração dos dois tipos de corrente.



*Figura 4 – Ímãs (I) fixados a uma “roda de exercício de hamster” (R) que pode girar junto a seis bobinas (B) presas ao anel de aço fixo (A) e ligadas em paralelo entre si e às lâmpadas (L). (B) presas ao anel de aço fixo (A) e ligadas em paralelo entre si e às lâmpadas (L). Figura reproduzida do trabalho original de Erthal, J. P. C; Gaspar, A. (Erthal, 2006).*

Para o último experimento, motor síncrono, são necessários um rotor com 6 extremidades de aço e um ímã preso a cada uma delas, além de uma bobina conectada a um transformador, como mostrado na figura 5. Para a realização experimental, é necessário ligar o transformador de modo que este forneça à bobina uma tensão alternada de 18 volts, gerando um campo eletromagnético oscilante que atravessa o ímã da extremidade do rotor à sua frente. O rotor é então colocado em movimento contínuo, que é atingido quando este consegue a velocidade de 10 voltas a cada segundo, momento em que o campo da bobina e dos ímãs girantes entram em ressonância. Esse experimento traz conceitos como o de frequência, fase e ressonância, além do caráter oscilante da corrente alternada e do uso do transformador.

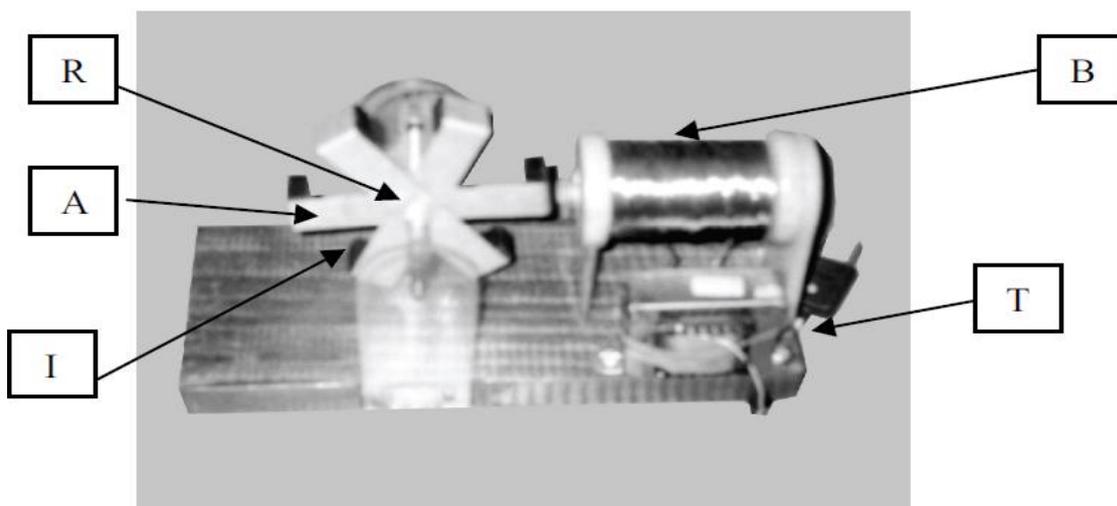


Figura 5 - O rotor (R) tem seis extremidades de aço (A) com um ímã (I) fixado em cada uma; a bobina (B), com núcleo de aço, está ligada ao transformador (T). Figura reproduzida do trabalho original de Erthal, J. P. C; Gaspar, A. (Erthal, 2006).

Para a apresentação em sala-de-aula, foi selecionada a mesma turma questionada inicialmente e foram permitidas perguntas durante toda a realização da prática. A sequência de apresentação incluiu a polia de arrasto magnético, por ser considerada a melhor para desencadear interações com os alunos. Em seguida, foi demonstrada a variação do campo magnético no interior de uma bobina, para a introdução das Leis de Faraday e de Lenz, finalizando com a apresentação do gerador de corrente alternada. Seguindo a teoria de Vygotsky, foram realizados diversos questionamentos para os alunos, de modo que o professor ocupou o papel de mediador de uma interação social que permitisse a troca de informações e a aquisição de significados. Os alunos demonstraram entusiasmo ao compreender os conceitos envolvidos e houve a interação social de maneira satisfatória. Por fim, durante a apresentação do motor síncrono, os alunos conseguiram fazer analogias com situações de seu cotidiano.

Após a realização dos experimentos, foi realizado um novo questionário, a partir do qual seria possível identificar quais lacunas antes observadas foram preenchidas com as demonstrações realizadas. O novo questionário trazia as seguintes perguntas:

- “1 - Pode-se gerar eletricidade por meio do movimento? Justifique.*  
*2 - Qual o tipo de corrente elétrica chega através das tomadas de sua casa, a corrente alternada ou a corrente contínua? Cite alguma diferença entre elas.*  
*3 - Qual tipo de corrente elétrica é mais utilizada no dia a dia? Por que?”*  
(Erthal, 2006).

De modo geral, com os resultados obtidos com o segundo questionário pôde-se notar que os alunos absorveram bem os conceitos apresentados e, apesar da apresentação ainda de algumas dificuldades, conseguiram captar a ideia central da existência de dois tipos de corrente elétrica, qual a mais utilizada e as diferenças básicas entre elas.

Os autores mostraram que a complexidade matemática pode ser contornada com a utilização de atividades experimentais de demonstração como desencadeadoras de interações sociais, a partir das quais o pesquisador desempenha o papel de professor ou parceiro mais capaz apresentando algumas ideias iniciais que, embora distantes de formalismos sofisticados das equações do eletromagnetismo, são suficientes para o nível de ensino médio.

## **Quarto artigo**

Nesta mesma vertente, de podermos utilizar a experimentação com elementos do cotidiano do aluno, para explorar assuntos com alta complexidade matemática e conceitual, podemos destacar a abordagem publicada na revista brasileira do ensino de física em 2021 por Motta, L. e Santos A. C. F. (Motta, 2021). Neste trabalho as propriedades de simetria são abordadas usando circuitos resistivos simétricos, utilizando-se de materiais de baixo custo e fácil acesso para a ilustração dos circuitos em uma sequência didática de forma clara e lúdica. Os resistores empregados são lâmpadas incandescentes-halógenas, de modo que é fácil visualizar a passagem da corrente elétrica.

O foco do trabalho é mostrar que o conceito de simetria não se prende apenas à realidade estética ou matemática, sendo de fundamental importância para a Física e a construção de suas leis, sendo essencial para a compreensão da natureza. Sem as considerações acerca da simetria, a Física do século XX perde grande parte de seu sentido.

No que tange ao ensino de Física na Educação Básica, cabe ao professor a orientação para que seus alunos percebam que até mesmo nos conceitos mais básicos a simetria é essencial, cuja compreensão depende de um profundo aprendizado da Física e suas leis. Surge então a necessidade de introduzir a análise e estudo das simetrias existentes na natureza na grade curricular básica.

Durante a aplicação da sequência didática em sala de aula, foi possível notar que os alunos têm grande dificuldade em identificar quando se tratam de associações em série ou em paralelo, especialmente em circuitos com associação mista. Além disso, veem o cálculo da resistência equivalente apenas como aplicação matemática, sendo essencial a prática experimental, para que percebam se tratar de um problema físico.

O artigo aponta a ausência de trabalhos com a aplicação experimental de circuitos resistivos simétricos que utilizem lâmpadas como resistores, ainda que este seja um indicativo visual da simetria existente, já que o brilho aumenta com a potência elétrica consumida, dada por  $P = Ri^2$ .

Dentre os principais pontos apontados pelos autores decorrentes da revisão bibliográfica por eles realizada na época, ressalta-se que a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) estabelece que os alunos devem possuir conhecimentos teóricos e práticos, de modo que estes devem ser construídos em conjunto. Anular a possibilidade do uso do laboratório é retirar todo o contexto científico, restando apenas um aglomerado de leis e equações matemáticas. Além disso, a prática experimental torna a Ciência mais interessante e seu aprendizado motivador para os alunos.

A proposta do uso de materiais de baixo custo e fácil acesso garante que seja possível a sua utilização em diversos casos, substituindo a aula puramente expositiva. Uma das vantagens é a de que o aluno entra em contato com o processo de medição, compreendendo como são obtidos os dados empregados.

O artigo em questão aponta trabalhos existentes na literatura no qual alguns modelos pré-estabelecidos podem ser encontrados nas concepções dos alunos. O primeiro é o de que a corrente elétrica é emitida por um dos polos da fonte, sendo consumida conforme percorre o circuito, de forma que sua intensidade diminui ao passar pelos componentes. O segundo modelo é o de que a corrente é liberada por ambos os polos, sendo usada ao passar pelos componentes. No terceiro modelo, assume-se que a intensidade da corrente é definida pelo elemento pelo qual ela está passando, não sendo delimitada por elementos anteriores ou posteriores. O quarto e último modelo é o de que a corrente depende apenas de sua fonte, não sendo influenciada pelos demais elementos do circuito.

A prática e a análise experimental podem constituir um bom gatilho para o confronto da realidade com as concepções alternativas apresentadas, sendo motivadoras para mudanças conceituais. As opções experimentais propostas são as seguintes:

\*Lâmpadas simétricas com o mesmo brilho posicionadas de lados opostos, de modo a confrontar o primeiro modelo, já que, de acordo com ele, a lâmpada mais próxima à fonte emitiria maior brilho.

\*Ao fazer a troca de uma das lâmpadas do circuito por outra de resistência diferente, todo o circuito é afetado, assim como caso ocorra um curto-circuito, confrontando o terceiro modelo.

Do ponto de vista experimental, as propostas encontradas na literatura visam a verificação das equações para a resistência equivalente, o estudo das

propriedades dos componentes e a discussão de termos como corrente, tensão e potência.

Com relação às propriedades de simetria, na grande parte dos livros didáticos não é explorada, ela muito raramente é mencionada, de modo que os conhecimentos transmitidos se resumem nos métodos empregados em exercícios específicos realizados, assim não há uma teoria unificada acerca da simetria e de como aplicá-la.

Destaca-se que o material utilizado é de fácil acesso e baixo custo, empregando-se fios de cobre rígidos, soquetes para lâmpadas, lâmpadas incandescentes de bulbo transparente de diferentes potências e multímetro, os quais podem ser encontrados facilmente em estabelecimentos comerciais.

Quanto à sequência didática sugere-se que o professor inicie com a apresentação de um circuito plano e com conceitos básicos de simetria, como linha de simetria, de modo que a distribuição de resistências de um dos lados do circuito é igual à do outro, ou seja, um lado é o reflexo do outro (simetria reflexiva).

Em seguida, o professor pode enunciar o Teorema do Ponto Médio (TPM), sendo de fundamental importância destacar que o Teorema do Ponto Médio baseado em argumentos de simetria. Destaca-se aqui a importância da verificação experimental deste teorema, pois raramente é apresentado nos livros textos tradicionalmente usados no ensino médio.

Na sequência são sugeridas uma série de atividades a serem desenvolvidas com os alunos. Sempre focando a identificação da linha de simetria, de tal modo que a figura formada a partir do circuito bidimensional seja geometricamente simétrica; isso exige a ilustração do circuito e a sua análise. Depois de montado o circuito, é indicado que os alunos verifiquem as proposições indicadas pelos modelos, isto é, as proposições apresentadas por eles previamente acerca do que imaginavam/julgavam que iria ocorrer no experimento.

Após isso, para verificação do TPM, é indicado que o professor promova a observação do brilho das lâmpadas cujos pontos médios são terminais. Ao trocar a lâmpada inicial por outra de resistência diferente, conclui-se que a ausência de brilho independe da resistência. Para uma abordagem quantitativa, podem-se efetuar as medições das tensões elétricas entre os pontos médios e os extremos do circuito, sendo possível observar que essa diferença é igual à metade da tensão total entre os extremos, como indicado anteriormente pelo TPM. As medições entre os pontos médios indicam a ausência de diferenças de potenciais, como indicado pelo Teorema.

O artigo analisado traz diversos circuitos exemplificados e seus cálculos, de modo que um professor que deseje reproduzir a prática experimental com seus alunos possa fazê-lo com tranquilidade e segurança após a leitura e compreensão das medições e dos cálculos propostos (Motta, 2021).

Resumidamente, neste trabalho foi desenvolvida uma sequência didática a qual, fazendo uso de um aparato de baixo custo e fácil acesso, pode contribuir para a conceituação de elementos de simetria, em particular ilustrar de forma concreta o Teorema do Ponto Médio. Os conceitos de simetria, considerados de alta complexidade matemática e conceitual, são apresentados de forma lúdica, associada ao uso de lâmpadas permitindo uma visualização bastante direta (qualitativamente) das simetrias existentes. A importância do uso de argumentos de simetria como ferramenta pedagógica na resolução de problemas ficou evidenciada na análise dos arranjos reticulados.

A partir destes trabalhos, podemos verificar que o uso da experimentação pode ser utilizado para a introdução de conceitos pouco explorados no ensino médio, ou com alta complexidade, de modo que de maneira lúdica podemos aproximar estes conceitos ao cotidiano do aluno, e despertar o interesse pela Física e pela Ciência de forma geral.

No entanto, observamos que para estes objetivos sejam alcançados faz-se necessário uma reflexão crítica a respeito da qualidade do ensino ofertado em nossas instituições de ensino médio e na formação de nossos professores, principalmente no que tange a maneira com que as práticas são realizadas.

## **Quinto artigo**

Neste sentido, A. T. Borges (Borges, 2002) reporta que a qualidade do ensino básico ofertado tem sido tema de debates e de indicativos de reformas, e o ensino de ciências, inclusive na graduação, não está fora disso. As recentes avaliações nacionais sobre o desempenho da educação têm ilustrado que essa realidade se estende às demais áreas do conhecimento também, além do fato de que a escola tem sido alvo de críticas, já que não tem cumprido seu papel preparando os estudantes para o mercado de trabalho e/ou universidade, fornecendo um ensino fragmentado e pouco aplicado. Para mais, seu papel de formação de sujeitos críticos e independentes também não tem sido realizado.

Uma das causas para tal situação encontra-se na pouca ou nenhuma importância dada pelos governos à educação. Mudanças relacionadas ao aumento da carga horária, criação de novas disciplinas e a avaliação de livros didáticos continuam ocorrendo, mesmo que de forma lenta, em detrimento da valorização do ambiente escolar e dos professores e de melhorias em sua formação. É de conhecimento a necessidade de mudanças que permitam a diminuição da distância que separa a educação nacional da situação de países desenvolvidos.

Especificamente para o Ensino de Ciências, este tem sido alvo de mudanças em diversos países, englobando desde a década de 1960 até as atuais modificações implementadas a partir da análise de concepções alternativas apresentadas pelos estudantes de Física.

É importante ter em mente que o processo de ensino-aprendizagem é complexo, em especial devido à ausência de práticas sociais e educacionais que consigam acompanhar as mudanças que têm ocorrido, incluindo os professores, que precisam de mais flexibilidade em suas atuações para acompanhar as reformas.

O trabalho em questão traz a visão dos professores sobre o que lecionam e sobre a forma que o fazem, se há a possibilidade de fazê-lo melhor, nunca deixando de cumprir com as metas estabelecidas pelo currículo, de modo que o aluno adquira conhecimento científico, aprenda os métodos e processos científicos e compreenda as aplicações da ciência para a sociedade. Desse modo, é necessário que o aluno compreenda o processo científico como uma construção de saberes, tenha contato com os produtos dessa construção e estenda a sua relação com a transformação da sociedade enquanto construção humana.

Um dos itens citados por professores como capaz de efetuar melhorias positivas no ensino é a introdução da prática experimental na disciplina de Ciências, mas muitas escolas não possuem laboratórios e, quando possuem, nem sempre o professor tem o tempo necessário para a montagem de aulas, assim como a falta de recursos para a compra de novos equipamentos e a manutenção do laboratório. Alguns professores tentam driblar essa situação por meio de experimentos caseiros, mas os resultados nem sempre são satisfatórios, além de ser uma prática exaustiva. Já com relação ao modo como os laboratórios são usados, é necessário inserir sua função no processo ensino-aprendizagem na formação de docentes, para que estes tenham clareza em sua aplicação.

A inserção de atividades práticas deve-se ao ideal de que o aluno deve participar ativamente do processo, abandonando seu lugar de passividade. O que se perdeu é o fato de que não há a obrigatoriedade da realização prática e a

manipulação de equipamentos, mas sim da participação na construção e obtenção de respostas para as situações propostas.

Causa estranheza que o uso de laboratórios tradicionais seja questionado quando a maioria das escolas não o possuem, mas há também o fato de que países onde a realização prática é bem consolidada estão questionando a sua eficiência. É de conhecimento que a materialização de fenômenos estudados de maneira tradicional, bem como a oportunidade de manuseio de equipamentos reforça a curiosidade dos alunos, mas também é sabido que as instruções fechadas sobre a montagem e realização experimental e a dificuldade em sua realização distancia o aluno da compreensão das ideias e conceitos científicos.

É comum aos livros didáticos e às práticas laboratoriais a visão de que a ciência é fruto de meras observações experimentais realizadas por mentes brilhantes e da aplicação do método científico, por vezes apresentado como infalível. Além disso, o modo como as práticas experimentais são realizadas dá a entender que seus objetivos quando na educação básica são os mesmos dos cientistas, quando, na verdade, o segundo passou anos estudando e delimitando uma situação problema que o levou a tal prática experimental.

Apesar das presentes críticas, o que se almeja com o trabalho em questão não é a defesa da extinção dos laboratórios e, conseqüentemente, das práticas, mas sim o questionamento acerca de quais mudanças podem ser realizadas para que o laboratório seja mais relevante para o processo de ensino-aprendizagem.

Uma das mudanças necessárias se refere à melhor delimitação dos objetivos da prática experimental, não se restringindo à pura verificação de leis consolidadas. Quando este é o único objetivo da prática, o aluno tende a conduzir seus resultados para o que era esperado, não se importando com o processo, mas apenas com o resultado final, já indicado pela lei que se desejava provar.

Outro objetivo errôneo tido por alguns professores é a de que os alunos compreendam que a ciência envolve o descobrimento de fatos e leis e a criação de invenções. Porém, ao indicar que os cientistas buscam verificar se suas ideias estão corretas, o professor transmite aos alunos o pensamento de que o método científico é único e não passível de erros, como se qualquer pessoa que o aplicasse fosse encontrar exatamente os mesmos resultados.

Com relação à aprendizagem de conceitos relacionados a determinada prática, é necessário que haja a delimitação prévia de tais conceitos por parte do educador e que sejam trabalhados e questionados com o aluno as suas pretensões com a prática, o que este espera que ocorra e quais as consequências e interpretações para os dados obtidos. Além disso, no que tange às técnicas empregadas para a prática, é de importância que os alunos as compreendam e consigam executá-las, já que os insere na prática científica, assim como realizações de seu cotidiano.

Este trabalho também ilustra que, de acordo com a vertente construtivista, uma das alternativas para o melhor uso do laboratório está em focar a prática experimental no aluno, trazendo até ele uma situação problema, e não um roteiro fixo e fechado que deve ser seguido para que os resultados obtidos sejam como o esperado, focando no processo e na exploração de fenômenos.

Essas mudanças também deveriam interferir no processo de formação de professores, de modo que estes compreendessem e se habituassem à formulação de situações problema que permitissem a liberdade do aluno em interpretar os dados, adquirindo conceitos e participando do método científico.

## **Sexto artigo**

Nesse mesmo sentido, N. T. Massoni et al (2018) nos traz que a literatura tem defendido que o ensino de Física na Educação Básica não exige do professor apenas que conheça os conteúdos, mas que conheça e aplique

metodologias capazes de relacionar os conceitos físicos com outras disciplinas e com conteúdo pedagógicos; é preciso que o professor conheça de fato o que é lecionar, e não apenas o conteúdo programático da disciplina.

É importante ressaltar que a educação possui um papel social, devendo preparar os estudantes para as rápidas mudanças às quais o mundo é submetido. Desse modo, o ensino de Física também deve cumprir esse papel, tornando possível que os alunos possam empregar os conceitos vistos em sala de aula, utilizando-os em seu cotidiano e interferindo no mundo à sua volta. Porém, para que isso aconteça, o professor deve atentar-se ao fato de que os estudantes carregam consigo concepções pré-formuladas, que devem ser respeitadas e analisadas para que a mensagem seja realmente compreendida pelos alunos.

Apesar do citado acima, quando analisamos a atual situação das escolas e da educação brasileira, percebemos que ainda são promovidas verdades absolutas, fornecendo respostas ditas corretas e já estabelecidas, desestimulando a criticidade dos alunos. Esse é um dos fatores responsáveis pela colocação da educação brasileira como uma das piores no ensino de Ciências quando comparada com a de outros países, descreve o autor.

Dentre os fatores apontados como causa da baixa qualidade do ensino de Ciências no Brasil encontra-se a formação dos professores e a distância entre o que é lecionado e as habilidades exigidas para acompanhar as mudanças ocorridas no mundo, sendo necessárias mudanças no currículo da disciplina, em especial ao final do Ensino Fundamental, momento em que a Física é inserida para os alunos para que seja aprofundada no Ensino Médio.

No Ensino Fundamental, a Física é englobada pela área de Ciências da Natureza, responsável pelos conhecimentos acerca do mundo físico e natural e da realidade social e política. É função da escola acolher os alunos de todos os grupos sociais, desenvolvendo estratégias para uma aula dinâmica que atenda todos os alunos e permita seu desenvolvimento pleno e cidadão.

No que concerne à avaliação, apesar de muito se dizer acerca de melhorias, que incluem a avaliação qualitativa e individual dos estudantes, na prática ainda tem ocorrido a avaliação tradicional, reforçando a classificação e discriminação baseada em rendimentos. O trabalho em questão trata da viabilidade da inserção e aplicação da metodologia de ensino por projetos.

Foram coletados dados de escolas da rede municipal de Porto Alegre, de acordo com os quais apenas no nono ano os conteúdos de Física são realmente considerados, ainda que estejam presentes no currículo dos demais anos. Além disso, a maioria dos professores questionados/entrevistados não possui formação para lecionar física e não se sentem preparados para tal. Para mais, nem todos os professores abordam os conteúdos de tal disciplina, dando enfoque a Biologia e Química e permitindo que os alunos cheguem ao Ensino Médio sem uma base para a disciplina de Física. De modo geral, os professores demonstraram interesse pelo ensino por projetos, mas alegaram não saber como realizá-lo.

A pesquisa foi realizada com base nas turmas de nono ano de uma escola rural-urbana de pequeno porte da rede de ensino municipal de Porto Alegre. A escola está inserida em uma realidade de vulnerabilidade social, na qual a violência afasta os professores e contribui para o aumento da evasão de estudantes. O trabalho em questão cita o fato de que é necessário um aprofundamento acerca do uso de projetos para o ensino-aprendizagem, mas que sua aplicação tem surtido efeitos satisfatórios, envolvendo situações para além da sala de aula.

O modo como a aprendizagem por projetos foi articulado no trabalho em questão remete à Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (1980), visto que leva em consideração os objetivos e concepções dos alunos. Além disso, foram empregadas as definições de currículo e ensino por projetos de Hernández e Ventura (1998). Para que a aprendizagem significativa ocorra, é necessário que o aluno demonstre interesse em articular novos conceitos com

aqueles que já possuem, de modo que tais conceitos possam interagir. O ensino por projetos visa estimular os estudantes para que façam tal articulação e interação, por meio da reflexão acerca do processo de ensino-aprendizagem por parte dos docentes e da inserção proativa do discente nesse processo.

Para início da realização do projeto de ensino, é necessária a escolha de um tema. Para tal, os alunos podem fazer a escolha a partir de experiências pelas quais passaram, de assuntos da atualidade ou ainda de sugestões do professor. Após a escolha, é necessário que o professor organize os conhecimentos básicos a serem transmitidos e as atividades a serem realizadas, envolvendo os alunos instigando a realização dos objetivos do projeto, porém sem abandonar a avaliação contínua da turma e os pré-conceitos apresentados pelos alunos.

De modo geral, o ensino por projetos permite que o aluno consiga organizar seus conhecimentos, antes fragmentados e dispersos, além de promover um processo de atividade por parte do aluno, que deixa de ocupar o posto de espectador. Além disso, tal metodologia amplia o olhar e o poder questionador dos alunos, culminando em um cidadão capaz de questionar e modificar a realidade na qual está inserido.

No contexto no qual o trabalho está inserido, a professora responsável pelas turmas de nono ano nas quais o projeto foi aplicado é formada em Ciências Biológicas, as turmas possuíam menos de 30 alunos matriculados e boa parte deles já havia evadido, abandonando a escola. A professora titular da disciplina alegou não passar conteúdos de Física para seus alunos de Ensino Fundamental por não os dominar, mas demonstrou interesse em empregar a metodologia de ensino por projetos para tal. A aplicação da metodologia iniciou-se com a sua apresentação para a turma e a orientação para que se dividissem em grupos, os quais foram incumbidos de realizar um microprojeto de pesquisa acerca de um tema de Física. Para tal, foram empregados diversos meios de pesquisa, como livros, sites, revistas, artigos e discussões, e, por fim, a

confeção de um pôster para a apresentação dos resultados da pesquisa para a turma.

No início incluiu-se o questionamento acerca do que um cientista faz, como forma de motivar os alunos e despertar o seu interesse pelas Ciências, e perguntas sobre a presença da Física em seu cotidiano, como “fio condutor” para a inserção dos projetos. A partir disso os grupos deveriam trazer seus temas já definidos, respeitando o fio condutor apresentado, e justificar as suas escolhas. Os alunos foram instruídos e formularam uma pergunta que identificasse a sua pesquisa, como, por exemplo, “onde há física no skate?”. Foi proposta a escrita de um diário de bordo, no qual cada um dos grupos deveria descrever as atividades realizadas para a conclusão do microprojeto, dentro e fora de sala. Na sequência, as atividades foram a criação de uma capa temática para o diário e o início da pesquisa.

Os alunos foram apresentados a ferramentas de busca on-line e, diante dos temas escolhidos pelos grupos, foram indicados textos introdutórios para auxiliá-los no início da pesquisa. Foi solicitado que fossem escolhidos mais textos sobre o tema escolhido e que aos alunos sugerissem hipóteses para responder às questões de suas pesquisas.

Neste estágio da execução do projeto, observou-se que os alunos apresentaram dificuldades, por estarem lidando com uma metodologia e conteúdos novos, a professora titular e o professor-pesquisador os orientaram e, a partir da interação entre os grupos, foram identificados assuntos importantes para a compreensão da pesquisa.

Nos encontros que se sucederam, os grupos foram orientados e supervisionados para que todos participassem das atividades. Os grupos relataram como estava o andamento da pesquisa, o que haviam feito e o que ainda precisavam fazer. Os autores ressaltaram que durante um dos encontros, um dos alunos perguntou se poderia levar materiais para uma demonstração na apresentação final de seu grupo. O professor orientou que os grupos

procurassem sempre a melhor e mais clara forma de realizarem as apresentações, podendo utilizar demonstrações, maquetes, computador, representações, desenhos, entre outros. A parte sinal foi destinada à apresentação dos microprojetos para a turma.

Por meio do emprego da metodologia de ensino por projetos, foi possível identificar que as perguntas escolhidas pelos alunos como tema de suas pesquisas são relativamente simples, deixando transparecer as dificuldades carregadas para o Ensino Médio quando os conteúdos básicos de Física não são apresentados durante o Ensino Fundamental. Uma das vantagens apresentadas pelo uso dos projetos é a de que os alunos são responsáveis pela escolha dos temas de pesquisa e suas escolhas são valorizadas e respeitadas.

Poucos foram os erros conceituais apresentados pelos alunos durante as apresentações e estes foram logo esclarecidos pelos professores. Os estudantes demonstraram que os novos conceitos foram bem assimilados e suas ideias foram corretamente defendidas cientificamente. Os posters produzidos foram bem simples, mas o tempo disponibilizado pela escola não foi longo o suficiente. O fato de os alunos terem conseguido verbalizar as respostas às perguntas propostas por eles indica, segundo Ausubel, que os conceitos foram bem assimilados e que houve processo cognitivo.

Por fim, foi aplicado um questionário por meio do qual identificou-se que 97% dos alunos já haviam ouvido que a Física é muito difícil, fato que contrasta com as frases ditas pelos alunos durante a aplicação da metodologia de ensino por projetos. Isso indica que talvez a utilização dos projetos e o modo como foram conduzidos tenha promovido uma mudança de pensamento nos alunos.

Neste trabalho podemos notar que os problemas encontrados pelos professores de física no ensino médio têm sua origem em anos anteriores, durante a formação na educação básica. Nota-se que a introdução aos conceitos básicos de física, que deveriam ser apresentados aos alunos na disciplina de

Ciências, em geral não são devido à falta de formação do professor nesta área e que projetos envolvendo experimentação, de forma lúdica, podem tornar este aprendizado mais prazeroso, aproximando o conteúdo da física ao cotidiano no aluno.

O problema da formação dos professores para ministrar a física no ensino médio, tem sido reportado em muitos trabalhos e vários projetos têm sido realizados, principalmente com professores da rede pública, na tentativa de minimizar o problema, sendo que em muitos deles a experimentação é apontada como uma das alternativas mais viáveis a este objetivo.

## **Sétimo artigo**

Neste sentido, E. I. Santos et al (2004) descrevem sobre cursos ministrados para os professores da rede pública de São Paulo com o programa PROCICIÊNCIAS, tendo sido desenvolvido através do projeto RIPE, por meio de pesquisas sobre formação continuada de professores, com ênfase no laboratório lúdico e de baixo custo.

Em um desses cursos foi realizado uma pesquisa com o objetivo de identificar os principais obstáculos do uso de atividades experimentais pelos professores, e verificar se o curso aplicado promove resultados, para que eles observem a importância que as atividades experimentais têm para o ensino de física, pois uma minoria de professores realiza estas atividades e na maioria das vezes a ciência é aplicada através de formulas, definições e exercícios padronizados.

Um dos obstáculos que os professores encontram é a falta de familiaridade com atividades experimentais simples, que podem ser realizadas em sala de aula comum e com matérias de fácil aquisição. A maior parte não realiza atividades práticas, pois acreditam ser trabalhosas, exigindo muito tempo, além de matérias e espaços específicos.

Realizando atividades com matérias acessíveis, os professores passaram a adaptar, criar e improvisar experimentos e assim deram seus primeiros passos nessa direção de aplicação de atividades práticas.

No ensino de ciências é possível perceber uma falha na formação dos professores e também na subutilização da infraestrutura escolar, particularmente, focando em atividades experimentais. Também tem a influência dos livros didáticos e apostilas de cursinhos para pré-vestibulares que foca em formulas e no ensino tradicional.

Outro problema para a aplicação dessas atividades está relacionado as aulas de física serem praticadas, em sua maioria, por professores não licenciados em física e sim em matemática e biologia, sendo que muitos deles não tiveram contato com laboratórios físicos, além de não ter sido prioridade no seu curso de formação inicial.

É evidente que mostrar o conteúdo de maneira que o aluno possa tocar ou fazer o experimento, ou até mesmo ver no seu dia a dia a aplicação de um fenômeno, torna a atividade mais interessante e proveitosa, do que o professor apenas discutir e passar textos sobre esse determinado assunto no quadro.

A experimentação também tem que ser manipulada pelo aluno para incentivar hábitos de observação crítica desses fenômenos estudados. Laboratórios tradicionais mostram que se não encontrar o resultado previsto, deve-se refazer o experimento até encontrar o correto. O interessante para os alunos é a percepção da experiência quando se tem uma questão não resolvida, para que a partir dela, haja o levantamento de hipóteses e assim o seu teste através de experimentos. É importante para o ensino experimental que o aluno desenvolva a capacidade de observação.

O projeto baseia-se na proposta de Ferreira (1978) e Violin (1985), a qual sugere que os professores busquem alternativas à ausência de laboratórios bem equipados através da utilização de material de baixo custo ou sem custo algum,

de modo a permitir a realização de experimentos físicos sem a necessidade de laboratórios especiais.

Outro aspecto importante considerado, é que hoje em dia a sociedade nos forneça coisas prontas. As crianças não têm mais imaginação para construir seus brinquedos e tudo que se compra como novidades logo são esquecidas, uma vez que quando construídos por eles, os brinquedos tem muito mais valor. Da mesma maneira funciona com os laboratórios, pois os alunos vão se sentindo mais envolvidos se couber a eles construir seu experimento. Assim a familiaridade dos estudantes com os materiais se torna importante, pois aproxima o aluno do conhecimento científico, mostrando que a física se aplica no seu dia a dia. A importância desse conceito para o aluno permite que a física abstrata seja discutida, de maneira prazerosa, através de brinquedos e jogos, como por exemplo, a análise do deslocamento de um ponto material numa trajetória retilínea, tornando bem interessante quando tratamos do movimento de um carrinho de brinquedo correndo em uma pista montada na sala.

Esse trabalho da pesquisa com os professores no curso pode ser caracterizado como uma pesquisa qualitativa e, o objetivo dessa análise com os professores foi reconhecer a importância das atividades experimentais, os materiais de baixo custo, o laboratório didático e a autonomia do professor.

Outro obstáculo que os professores encontram para a aplicação de atividades experimentais, observado pelos autores, é a falta de conhecimento dos materiais, bem como sua utilização em experimentos nas aulas de físicas, para que estes se tornem agradáveis, ademais a dificuldade com os custos dos materiais, visto que poderiam realizar experimentos com materiais de baixo custo, como por exemplo construir um suporte universal com canos plásticos ou a realização de atividades experimentais sem necessitar de uso de laboratórios. (Santos, 2004).

Os autores reportam que ao final do curso, os professores estavam com outros pensamentos sobre a atividade de experimentação. Muitos deles viram

que o custo do material não é tão importante, pois verificaram diversas práticas aplicadas com matérias de baixo ou zero custo. Além disso, reconheceram a importância dessas atividades para a aprendizagem do ensino de física, pois o aluno se sente motivado ao perceber que compreendeu o funcionamento dos materiais e que é capaz de fazer experimentos e observar os fenômenos envolvidos.

Um dos objetivos propostos era que os professores adquirissem autonomia para criar seus próprios experimentos, desta forma eles iriam contribuir para a formação continuada, em virtude de buscar soluções para seus problemas sem esperar que sejam trazidas prontas. (Santos, 2004).

Outro pensamento dos professores se dava na perda de tempo aplicando atividades práticas sem cumprir o cronograma, mas ao final do curso esses mesmos professores estavam com um pensamento totalmente contrário ao inicial, pois encontraram soluções para suas dificuldades com experimentação.

Por fim os autores citam que o fato do professor perceber a possibilidade de criar novas atividades aceitas pelos alunos com resultados desejados é um passo significativo na direção da formação de um profissional reflexivo.

Os autores concluíram que:

*“... o principal aspecto para uma formação continuada dos professores é a confiança em si mesmos, assim eles desempenham atividades experimentais a partir dos seus pensamentos, podendo evoluir e aperfeiçoar nos seus trabalhos...”*  
(Santos, 2004).

### 3 – Considerações Finais

Tradicionalmente, no ensino médio, a física é considerada uma disciplina difícil de ser ensinada e conseqüentemente os alunos relatam dificuldades de aprendizagem dos conteúdos. Por isso, procedimentos alternativos de ensino certamente são necessários para instigar a participação dos alunos e aumentar o interesse pelos conteúdos ministrados nas aulas de Física. Esses procedimentos devem ser dinâmicos e permitirem a participação interativa dos alunos.

Atualmente os professores se encontram carentes de alternativas para escapar do ensino tradicional e, em geral, não recebe treinamento, nem durante nem após a sua graduação, que lhe permita desenvolver técnicas para um ensino mais dinâmico. Dentre estas técnicas a utilização de experimentos atrai os alunos e promove a maior interação professor-aluno. Além disso, o uso de experimentos pode ser uma possibilidade de transição dos modelos tradicionais de ensino para a construção de formas alternativas de ensinar física. Neste contexto, vários autores têm apresentados propostas de utilização de experimentos e prática de laboratório, em geral com material de baixo custo, como metodologias alternativas ou complementares para o aprendizado de física no ensino médio.

É importante salientar que na inserção de atividades práticas o aluno deve participar ativamente do processo, abandonando seu lugar de passividade, ou seja, deve atuar não como mero operador de equipamentos, mas sim da participação na construção e obtenção de respostas para as situações propostas. É preciso abandonar a ideia comum aos livros didáticos e às práticas laboratoriais que apresentam a visão de que a ciência é fruto de meras observações experimentais, e da aplicação do método científico, por vezes apresentado como infalível. Uma das mudanças necessárias se refere à melhor delimitação dos objetivos da prática experimental, não se restringindo à pura verificação de leis consolidadas. O interessante para os alunos é a

percepção da experiência quando se tem uma questão não resolvida, para que a partir dela, haja o levantamento de hipóteses e assim o seu teste através de experimentos. É importante para o ensino experimental que o aluno desenvolva a capacidade de observação e senso crítico.

Para atingir estes objetivos é fundamental que o profissional que trabalha com a educação, quer seja o professor de física no ensino médio ou o professor de ciência nos anos finais do ensino fundamental, receba a formação e estímulo para se dedicar às atividades experimentais. Principalmente para que estes adquiram a autoconfiança necessária para desempenhar as atividades experimentais a partir de seus pensamentos, evoluir e aperfeiçoar estas atividades levando a uma melhor qualidade de ensino e desenvolvendo novas metodologias para a melhoria do ensino/aprendizado. (Santos, 2004).

Nesse sentido, um dos maiores problemas para a implantação de um sistema de ensino experimental na educação é a falta de apoio do governo na formação, especialização e aperfeiçoamento dos professores, bem como na infraestrutura básicas das escolas públicas.

## Referências

ARAÚJO, M. S. T.; ABID, M. L. V. S. **Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades.** Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 25, no. 2, 2003.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional.** 2ª ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BORGES, A. T. **Novos rumos para o laboratório escolar de ciências.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 19, n.3: p.291-313, 2002.

CASTRO, R. S. e CERQUEIRA, F. E. **Atividades experimentais: canal de interlocução com professores em treinamento.** Revista Brasileira de Ensino de Física, 14 (4): 205-208, 1992

CAVALCANTE, M. A.; PIFFER, A.; NAKAMURA, P. **O uso da Internet na compreensão de temas de Física Moderna para o ensino médio.** Revista Brasileira de Ensino de Física, 23 (1): 108-112, 2001

DUARTE, S. E. **Física para o ensino médio usando simulações e experimentos de baixo custo: um exemplo abordando dinâmica da rotação.,** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 29, n. 1: p. 525-542, 2012.

ERTHAL, J. P. C; GASPAR, A. **Atividades experimentais de demonstração para o ensino da corrente alternada ao nível do Ensino Médio.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 23, n. 3: p. 345-359, 2006.

FERREIRA, N. C. **Proposta de laboratório para a escola brasileira – Um ensaio sobre a instrumentalização no ensino médio de Física.** Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências (Modalidade Física). Instituto de Física e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 1978.

HERNÁNDEZ, F.; VENTURA, M. **A organização do currículo por projetos de trabalho.** 5ª Ed. Porto Alegre: Artmed, 1998.

MASSONI, Neusa Teresinha; BARP, Jeferson; DANTAS, Claudio Rejane da SILVA. **O ensino de física na disciplina de ciências no nível fundamental: reflexões e viabilidade de uma experiência de ensino por projetos.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 35, n. 1, p. 235-261, 2018.

MOTTA, L.; SANTOS, A.C.F. **Circuitos Resistivos Simétricos: uma Abordagem Experimental.** Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 43, e20210012, 2021.

SANTOS, E. I. dos.; PIASSI, L. P. C.; FERREIRA, N. C. **Atividades experimentais de baixo custo como estratégia de construção da autonomia de professores de física: uma experiência em formação continuada.** In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, IX, Jaboticatubas, MG., 2004.

SEED-PR, Kit de Experimentos, Portal dia a dia Educação (2015) disponível em: <http://www.fisica.seed.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1279>

VIOLIN, ANTÔNIO G. - **Mecânica I - programa para ensino individualizado.** 2ª edição. Rio de Janeiro, FAE, 1985.