

Experimento de baixo custo: alternativa pedagógica no ensino das leis de Newton

Low-cost experiment: pedagogical alternative in teaching Newton's laws

**Experimento de bajo costo: alternativa pedagógica en la enseñanza de las leyes de
Newton**

Recebido: 18/06/2020 | Revisado: 22/06/2020 | Aceito: 25/06/2020 | Publicado: 06/07/2020

Natasha Porto Alexandre

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1737-5963>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil

E-mail: natashaportoalexandr@gmail.com

Mairton Cavalcante Romeu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5204-9031>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil

E-mail: mairtoncavalcante@gmail.com

Alisandra Cavalcante Fernandes de Almeida

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7066-1504>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil

E-mail: alisandra.cavalcante@ifce.edu.br

Greicy Kelly Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6586-8351>

Universidade Federal do Ceará, Brasil

E-mail: greicykellysilvagks@gmail.com

Antonio Carlos Santana dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1821-9778>

Universidade Estadual do Ceará, Brasil

E-mail: carlos.santana@uece.br

Resumo

Apresenta-se uma atividade experimental construída com materiais de baixo custo durante a qual fomentou-se o processo de ensino e aprendizagem de Física a alunos da rede pública da Educação Básica. Com o objetivo de compreender como as atividades experimentais de baixo custo podem tornar a aprendizagem potencialmente significativa no estudo das Leis de Newton, os dados foram coletados por meio de questionários pré e pós a sequência didática.

Desse modo, pôde-se concluir que a atividade viabilizou aos alunos a compreensão dos assuntos abordados, e proporcionou mais interação entre professor-aluno e aluno-aluno. Ademais, verificou-se que a conciliação da aula contextualizada com a aula experimental ocasionou aprendizagem significativa, despertando o interesse dos alunos pela Física.

Palavras-chave: Leis de Newton; Experimento de baixo custo; Ensino de Física.

Abstract

It presents an experimental activity built with low-cost materials during which the process of teaching and learning Physics was fostered to students in the public Basic Education network. In order to understand how low-cost experimental activities can make learning potentially significant in the study of Newton's Laws, data were collected through pre- and post-teaching sequence questionnaires. Thus, it could be concluded that the activity enabled students to understand the issues addressed, and provided more interaction between teacher-student and pupil-student. Furthermore, it was found that the conciliation of the contextualized class with the experimental class resulted in significant learning, awakening the students' interest in Physics.

Keywords: Newton's laws; Low cost experiment; Teaching Physics.

Resumen

Presenta una actividad experimental construida con materiales de bajo costo durante la cual se fomentó el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Física a los estudiantes de la red pública de Educación Básica. A fin de comprender cómo las actividades experimentales de bajo costo pueden hacer que el aprendizaje sea potencialmente significativo en el estudio de las Leyes de Newton, se reunieron datos mediante cuestionarios de secuencia previa y posterior a la enseñanza. Así pues, se podía concluir que la actividad permitía a los alumnos comprender las cuestiones abordadas y proporcionaba una mayor interacción entre profesor-alumno y alumno-estudiante. Además, se comprobó que la conciliación de la clase contextualizada con la clase experimental dio lugar a un aprendizaje significativo, despertando el interés de los estudiantes por la Física.

Palabras clave: Leyes de Newton; experimento de bajo costo; enseñanza de la Física.

1. O Ensino de Física no Contexto Atual

No cotidiano dos alunos, o mundo tecnológico e os fenômenos naturais podem ser compreendidos por meio da Física. Desse modo, é necessário que os estudantes desenvolvam habilidades e competências para compreender o Universo ao seu redor e, a ciência Física, no âmbito escolar, pode ser por sua vez, uma prática positiva e de interação para os alunos. Entretanto, dentro da prática tradicional, tem sido atrelada a desafios e dificuldades no processo de aprendizagem.

Tais dificuldades relacionam-se diretamente a problemas surgidos na prática docente; à formação dos profissionais de magistério; carência de materiais didáticos e a falta de espaços laboratoriais, que afetam diretamente o desempenho dos estudantes e a construção do conhecimento em sala de aula. Além disso, a aplicação dos conteúdos teóricos, unicamente pelo método tradicional de ensino, desmotiva os alunos, muitas vezes, e acarreta insatisfação. Nesse contexto, faz-se necessário articular novas metodologias de ensino, para viabilizar a interação e comunicação dos participantes, além de potencializar esse processo.

Ademais, as orientações curriculares para o Ensino Médio sugerem que é necessário rediscutir o ensino de Física, debatendo estratégias pedagógicas mais claras e eficientes, para assim possibilitar ao aluno uma melhor compreensão do mundo, considerando-se a reflexão sobre ser cidadão ativo na sociedade (Brasil, 1998). Destacam, também, a necessidade de associar a teoria à prática, nas aulas de Física, no que diz respeito à sua interação com as situações-problema, ou seja, com as atividades desenvolvidas em laboratórios, a participação de todos tornará o conteúdo mais claro (Brasil, 1996).

Desse modo, as atividades experimentais configuram-se, dentro do contexto de ensino, como método fundamental para a compreensão dos diversos conteúdos científicos, tendo em vista que a Física é ciência que a todo instante se transforma significativamente, de acordo com o advento do mundo tecnológico, das necessidades da sociedade e comunidade científica, acarretando continuamente mudanças no modo de ensiná-la (França, Farias & Lima, 2010).

Portanto, podem fomentar a formação de um aprendizado rico em conceitos na ciência, sem desvalorizar os conhecimentos prévios dos alunos (Araújo & Abib, 2003). É indispensável que o professor compreenda cada tipo com minúcias, a fim de utilizar com coerência e relacionar os conteúdos. Dessa forma, a Física, dentro da perspectiva da experimentação, articula a teoria, o cotidiano e a prática de cada participante conectado no processo de ensino e aprendizagem.

Essas transformações são estudadas por diversos autores; dentre eles, (Bonadiman & Nonenmacher, 2007) apontam as deficiências encontradas no processo de ensinar e aprender a disciplina de Física, a saber: A falta de valorização do magistério; as péssimas condições de trabalho; a defasagem na qualidade dos conteúdos explanados em sala de aula; ausência da contextualização dos temas abordados no ambiente escolar com assuntos tecnológicos; pouca ou quase nenhuma atividade experimental.

Diante desse contexto, (Silveira, Silva & Silva, 2016) ressaltam que o uso de experimentos de baixo custo configura-se interessante e motivador, tendo em vista os desafios, como a falta de recursos didáticos para laboratórios tradicionais, no ambiente escolar, etc. O país participou de todas as cinco edições do Programa Internacional de Avaliação de Alunos (Pisa), aplicado pela Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE), programa que tem como principal objetivo conhecer em que medida esses estudantes encontram-se em consonância com conhecimentos e competências primordiais para enfrentar os desafios como agentes ativos da sociedade (Brasil, 2015). No Pisa, é analisada uma amostra da instituição, uma porção de 25 adolescentes de 15 anos, em cada escola selecionada.

Em conformidade com dados de (Brasil, 2015), a edição do Pisa, em 2015, revelou resultados em letramento científico (no instrumento cognitivo), que compreenderam três categorias de competências (explicitar os fenômenos científicos, mensurar de forma avaliativa e planejada as atividades experimentais, e interpretar os dados e confirmações científicas). Nessa conjuntura, a atuação média dos estudantes no Brasil (401 pontos) ficou abaixo da média dos estudantes dos países da OCDE (493 pontos) em Ciências. Contudo, a média do Brasil, nessa mesma área, manteve-se invariável, desde 2006, e o ciclo do Pisa, em 2015, que teve como quesito central Ciências, obteve um aumento de pouco mais de 10 pontos e não representa mudança estatisticamente significativa.

Em relação a esses resultados, conforme chama à atenção (Carnoy, 2015), o letramento em Ciência demanda o entendimento sobre fundamentos práticos e técnicos relacionados com a averiguação científica; assim, ser letrado cientificamente é estar predisposto a compartilhar questões essenciais relacionadas com a Ciência, visto que o jovem letrado terá aptidão de utilizar esse conhecimento de forma comunicativa.

No que concerne ao ensino de Física, a construção de conhecimentos científicos deve ser fundamentada em uma teoria que configura todo o processo de ensino e aprendizagem

(Moro, *et al.*,2016). Assim, segundo a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), a aprendizagem ocorre quando os novos conteúdos interagem com os conhecimentos prévios do aluno. Moreira (2012 *apud* Silva; Sales & Castro, 2018) destaca que, durante o processo de aquisição dos novos conteúdos, é necessário considerar três elementos fundamentais, a saber: a) Conhecimentos prévios do estudante; b) Conteúdo potencialmente significativo; e c) Capacidade e disposição de aprender o conhecimento escolar.

Dessa forma, o objetivo geral deste trabalho é compreender como o uso das atividades experimentais de baixo custo pode tornar a aprendizagem mais significativa na abordagem do conteúdo das Leis de Newton, em turmas da 1^a série do Ensino Médio. Os objetivos específicos abrangeram: Investigar a experimentação com a aplicação de questionário antes e depois da proposta de baixo custo; buscar quais conteúdos teóricos foram aprendidos ao longo da experimentação; analisar a opinião dos estudantes acerca da metodologia aplicada à disciplina de Física.

A seguir, são apresentados a base teórica do trabalho, os procedimentos metodológicos, as discussões e os resultados, e, por fim, as considerações finais.

2. Aprendizagem e o Ensino de Física

Moreira (1995) descreve três tipos gerais de aprendizagens: Cognitiva, afetiva e psicomotora. A aprendizagem cognitiva resulta do armazenamento organizado de conhecimentos; a aprendizagem afetiva resulta de manifestações internas do indivíduo que pode ser verificada por meio da capacidade de sentir prazer, dor; a aprendizagem psicomotora é verificada quando se tem respostas musculares, devido ao exercício e à prática.

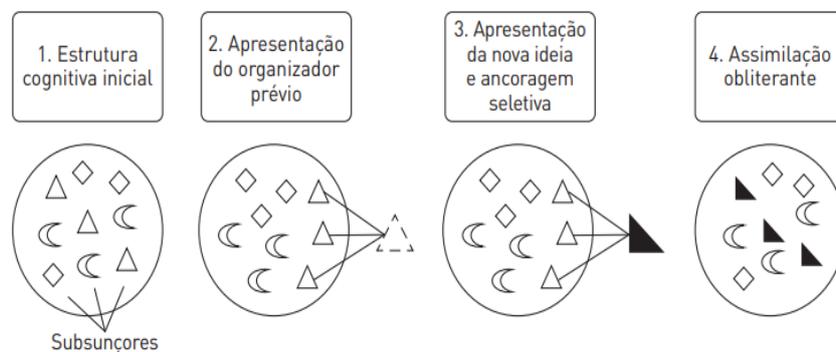
Em uma linha cognitiva, destaca-se a aprendizagem significativa que, segundo Rosa e Rosa (2007 *apud* Moreira, 1999) está associada com a capacidade de armazenamento e associação de informações na sua organização cognitiva. A TAS, segundo um dos seus precursores, David Paul Ausubel (1968), autor da obra “*Educational Psychology: a cognitive view*”, descreve os fatores essenciais para uma aprendizagem significativa que estimulam a ascensão crítica e criativa dos alunos, promovendo a participação deles nas atividades em sala de aula (Silva; Sales & Castro, 2018).

Ainda segundo os autores, as concepções prévias conhecidas como subsunções, os materiais didáticos que são potencialmente significativos e a interação de aluno e professor, são os fatores mencionados que auxiliam na formação do conhecimento. Ademais, todo

indivíduo possui subsunçores, isto é, informações que são utilizadas como âncora para a associação de novas informações.

Porém, caso o sujeito não possua tal conhecimento, é indicado o uso de organizadores prévios, a fim de prepará-lo para o novo conhecimento. Portanto, destaca-se que: “Os organizadores prévios são um recurso instrucional de maior generalidade e com um alto grau de abstração que prepara o aluno para receber o novo conhecimento” (Moreira, 2012). A Figura 1 representa como funciona a estruturação dos subsunçores na aprendizagem significativa.

Figura 1 – Representação da função dos organizadores prévios na aprendizagem significativa.



Fonte: Ribeiro, Silva & Koscianski (2012).

Assis, *et al.* (2012) ressaltam a necessidade de articulação da prática docente por meio de atividades contextualizadas, que ocasionam uma aprendizagem significativa, quando se transformam ideias, conceitos, no processo de construção da Ciência em sala de aula.

Santos & Nagashima (2017) afirmam que:

O ensino tradicional merece muitas críticas, pois se refere à ação passiva do aprendiz que frequentemente é tratado como mero ouvinte das informações que o professor expõe. Tais informações, quase sempre, não se relacionam aos conhecimentos que os estudantes já possuem e construíram ao longo de sua vida. E quando não há relação entre o que o aluno já sabe e aquilo que ele está aprendendo, a aprendizagem não é significativa. (p.95)

Moreira (1999), por sua vez, identifica algumas tarefas essenciais para a prática do professor: Identificar os subsunçores; verificar quais subsunçores estão disponíveis na organização cognitiva do estudante; utilizar recursos facilitadores para a estruturação de conceitos de forma definitiva. Já Assis, *et al.* (2012) destacam os recursos que podem facilitar o papel do professor, como a leitura de textos opcionais; o uso de experimentos de

demonstração; e exposição de vídeos, para possibilitar a aprendizagem significativa, pois o aluno participará de todo o processo de aprendizagem, por ser instigado constantemente.

Por sua vez, os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) definem que:

As atividades de demonstração enfatizam a necessidade da inserção de atividade envolvendo experimentos, a fim de possibilitar a aprendizagem de forma significativa dos conhecimentos abordados. Portanto, complementam que essas atividades devem resultar em especulação, construção e reconstrução de ideias, por meio do trabalho coletivo, assim fomentando discussões para o desenvolvimento de competências e habilidades. (Brasil, 2000).

Nessa perspectiva, os parâmetros curriculares enfatizam a importância da experimentação ao longo do desenvolvimento dos conhecimentos teóricos em Física, garantindo ao estudante agir com curiosidade, pensamento crítico, fomentando o processo de ensinar e aprender no ambiente escolar.

3. A Experimentação como Aspecto Integrado da Aprendizagem

Borges (2002) afirma que a experimentação no trabalho educativo tem sido uma estratégia de ensino, além de possibilitar a propagação de competências, habilidades, experiências técnicas para o laboratório, e conceder novos significados relacionado à conjuntura social. O autor também declara que a experimentação agrega positivamente no aprendizado em Ciências e em procedimentos científicos.

Oliveira (2010) aponta as principais características relativas a cada tipo de Atividade Experimental (AE). A AE de demonstração pode ser realizada em curto período de tempo e vinculada a aulas expositivas, elaborada em sala de aula, utilizando-se de materiais diversos, seja reciclado ou de baixo custo. Nesse caso, o papel do aluno é observar o experimento sendo realizado e, possivelmente, dar sugestões. A AE de verificação é utilizada para verificação direta de conceitos ou fenômenos, a fim de confirmar a compreensão da teoria abordada. Na AE de investigação, destaca-se a participação mais ativa dos alunos.

Higa e Oliveira (2012) relatam que as AEs têm preenchido diferentes espaços nas aulas de Física, durante as últimas quatro décadas, e, de acordo com as tendências pedagógicas de cada época, inclusive atividades em laboratórios didáticos, é notável que proporcionem a elaboração de vários parâmetros de aprendizagens. Nessa perspectiva, Oliveira (2010) aponta que, no processo de ensino e aprendizagem de Ciências, são

perceptíveis várias contribuições das AEs, no desenvolvimento da criatividade, no trabalho em grupo, para aperfeiçoar a capacidade de observar os diversos fenômenos no cotidiano dos estudantes, na compreensão dos conceitos da Ciência e Tecnologia.

Em contrapartida, (Pena & Filho, 2009) ressaltam algumas dificuldades que inviabilizam a utilização das AEs em sala de aula e relatam que, na pesquisa de Rezende e Ostermann (2005) foi verificado que os profissionais da Educação consideram necessário o Laboratório Didático de Física nas escolas, porém, a deficiência na formação contínua e inicial dos professores é um fator que ocasiona o receio e a falta de condições técnicas de manuseio dos aparatos laboratoriais, visto que o seu uso em sala de aula é impossibilitado devido à grande quantidade de alunos por turma.

Assim, a pesquisa propõe investigar novas alternativas do uso de experimentos construídos com material de baixo custo e enfatiza o surgimento de muitos estudos que buscam adequá-los à realidade da escola.

Moreira (2015) define o experimento de baixo custo como aquele construído com materiais de fácil acessibilidade no mercado comercial, em comparação aos instrumentos de uso em laboratório convencional. Dessa maneira, o uso de experimentos de baixo custo fortifica o ensino de Física por meio de objetivos didáticos que proporcionam ao estudante conciliar a teoria com a prática, seja no seu cotidiano ou no ambiente escolar.

4. Caminho Metodológico

A pesquisa fundamentou-se no método qualitativo; no que diz respeito aos procedimentos técnicos, foi realizado um estudo de caso, que tem propriedades de uma pesquisa empírica dentro de um contexto específico.

Yin (2001) afirma que é a investigação de um dado fenômeno contemporâneo, estabelecido no ambiente de sua realização. Os instrumentos de coleta de dados foram questionários que se relacionam principalmente em pré e pós-teste, sendo o pré-teste um levantamento de conhecimentos prévios e opinião do aluno sobre métodos de ensino da Física.

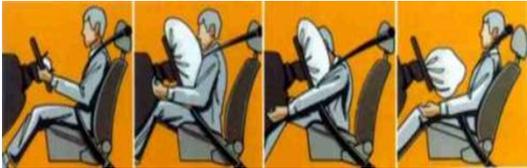
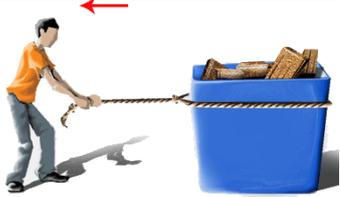
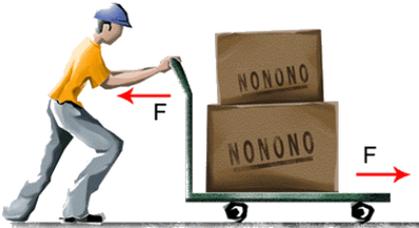
O trabalho foi desenvolvido na Escola Estadual de Ensino Médio Técnico Integral Santo Afonso, na cidade de Fortaleza/CE. O estudo, realizado em agosto de 2019, apresenta como aplicação um experimento de baixo custo para a abordagem da temática Mecânica Newtoniana, que tem como princípio as três Leis de Newton, e foi empregado com a turma A

da 1ª série do Ensino Médio integrada por 19 estudantes, ou seja, 62% do total de alunos da turma matriculados.

O delineamento do presente trabalho foi o ensino das Leis de Newton, enfatizando o contexto histórico e o cotidiano do aluno. O objetivo desse tema é entender a dinâmica que envolve o movimento dos corpos.

No Quadro 1 apresentam-se o conhecimento teórico, a representação ilustrativa e o experimento de baixo custo. Desse modo, é possível ter uma visão geral da atividade didática desenvolvida e seus pressupostos.

Quadro 1 – Conhecimento teórico e experimento de baixo custo.

	<p>"Se nenhuma força age sobre um corpo, sua velocidade não irá sofrer alteração, ou seja, o corpo não pode sofrer aceleração".</p>	<p>1ª LEI DE NEWTON</p>
	<p>"A variação do movimento é diretamente proporcional à ação da força resultante imprimida em linha".</p>	<p>2ª LEI DE NEWTON</p>
	<p>"A toda ação corresponde uma ação de mesma intensidade e direção, porém em sentidos opostos".</p>	<p>3ª LEI DE NEWTON</p>
	<p>O Carrinho Movido a Bexiga tem como objetivo abordar o conhecimento teórico e apresentar situações que favorecem o aluno a entender a dinâmica que envolve o movimento dos corpos.</p>	<p>O experimento denominado Carrinho Movido a Bexiga é essencialmente um material de baixo custo. O carrinho é impulsionado devido à ocorrência da propulsão do ar contido na bexiga elástica</p>

Fonte: Adaptado de efisica(2007).

5. Discussões e Resultados: a Aprendizagem da Física a Partir do uso de Materiais de Baixo Custo

A apresentação do Carrinho Movido a Bexiga proporcionou a participação da maioria dos alunos na atividade, na resolução individual dos testes diagnósticos, demonstrando interação com o material didático e participação ativa nas respostas para as situações propostas inicialmente, pois foram observados entusiasmo e interesse da maioria dos estudantes com a atividade experimental.

A aplicação da aula foi realizada em etapas.

Na etapa 1, fez-se a apresentação do projeto com os objetivos da sequência didática e aplicação do pré-teste para verificar os conhecimentos prévios.

Na etapa 2, os estudantes foram instigados a responder às seguintes perguntas: *Vocês sabem explicar o que é um vetor? Vocês sabem quais as características de um movimento retilíneo uniforme?* Desse modo, apresentaram-se alguns assuntos pertinentes ao processo de aprendizagem da aula: Conceito de Vetor e Movimento Retilíneo Uniforme, de forma breve.

Na etapa 3, foi realizada a abordagem contextualizada das Leis de Newton, iniciada com breve história de Isaac Newton e suas contribuições para a Ciência, seguida de um exercício de aplicação no quadro relativo à segunda Lei de Newton. Na etapa 4, foi solicitada a participação de um aluno para contextualizar o conceito de Força. Por fim, foi abordada a terceira lei, inicialmente contextualizada como cotidiano do aluno. Assim, foram expostos exemplos e a aplicação do experimento Carrinho Movido a Bexiga com a participação de dois voluntários (Figura 2).

Figura 2 – Interação dos alunos na aplicação do experimento de baixo custo.



Fonte: Os autores (2019).

Desse modo, partindo da observação do experimento, autores como Araújo e Abib, (2003) indicam que, independentemente do caráter das AEs, essas podem fomentar a formação de um aprendizado rico em conceitos na Ciência, sem desvalorizar os conhecimentos prévios dos alunos.

Assim, a aprendizagem se configura significativamente no ambiente escolar, conforme descrito, imposta por cinco questões (pré-teste) e quatro questões no pós-teste. A seguir, são apresentadas as categorias definidas e os respectivos resultados.
análise do pré-teste

Categoria 1: A disciplina de Física

A questão 1 foi apresentada da seguinte maneira:

“Considerando as notas de zero a 10, onde zero é Muito Ruim e 10 é Excelente, que nota você atribui à disciplina de Física? “

Seguida de alternativas enumeradas de 1 a 10. O questionamento objetivou avaliar a opinião dos alunos acerca da disciplina de Física. Como se observa na Tabela 1, os alunos consideraram uma avaliação média para a matéria de Física na escola e ainda tem um pequeno número destacando que não há uma relação forte com a disciplina.

Tabela 1 – Descrição dos resultados da questão 1.

Alternativas	Porcentagem (%)
() 1	0%
() 2	0%
() 3	0%
() 4	5,2%
() 5	15%
() 6	10,5%
() 7	26,3%
() 8	21,1%
() 9	21,1%
() 10	0%

Fonte: Os autores (2019).

Desse modo, entende-se que há uma boa relação com essa área de conhecimento e, então, haverá interação professor-aluno e aluno-aluno, para facilitar a aprendizagem.

A questão 2 continha:

“Em uma escala de zero a 10, onde zero significa Pouquíssimo e 10 significa Exageradamente, quanto você estuda Física? “

Seguida de alternativas enumeradas de 1 a 10.

Dentro da mesma perspectiva, foi fundamental verificar a afinidade e dedicação do aluno em refletir e entender a ciência Física. Como se observa na Tabela 2, 26,3% dos estudantes avaliaram que estudam de forma relativamente considerável os conteúdos de Física propostos.

Tabela 2 – Descrição dos resultados da questão 2.

Alternativas	Porcentagem (%)
() 1	0 %
() 2	5,2%
() 3	0%
() 4	5,2%
() 5	11%
() 6	11%
() 7	26,3%
() 8	21,05%
() 9	21,05%
() 10	0%

Fonte: Os autores (2019).

Desse modo, percebe-se que, ainda nos dias atuais, no Ensino Médio, uma quantidade considerável de alunos ainda não consegue estabelecer boa relação, ao estudar Física, portanto, o papel do professor, da escola e comunidade em geral é essencial para modificar essa situação, fazendo-se necessária a utilização de estratégias e inovações na forma de ensinar.

Categoria 2: Método e conteúdo do experimento

O questionamento 3 foi abordado da seguinte forma: Ao longo da aula, foram utilizadas metodologias diferentes, isto é, aula expositiva-dialogada e experimento.

“Qual (is) metodologia(s) ajudou (aram) para o entendimento do conteúdo proposto sobre as Leis de Newton? () Aula expositiva com aplicação do experimento; () Somente aula expositiva; () Somente aula com aplicação do experimento; () Nenhuma das metodologias.”

Nessa questão, os aprendizes foram instigados a escolher qual tipo de método de ensino seria mais bem indicado para, por exemplo, compreender o assunto proposto. Como

observado no Gráfico 1, 74% avaliaram que a abordagem experimental seria considerável, nas aulas de Física.

Gráfico 1 – Descrição dos resultados da questão 3.



Fonte: Os autores (2019).

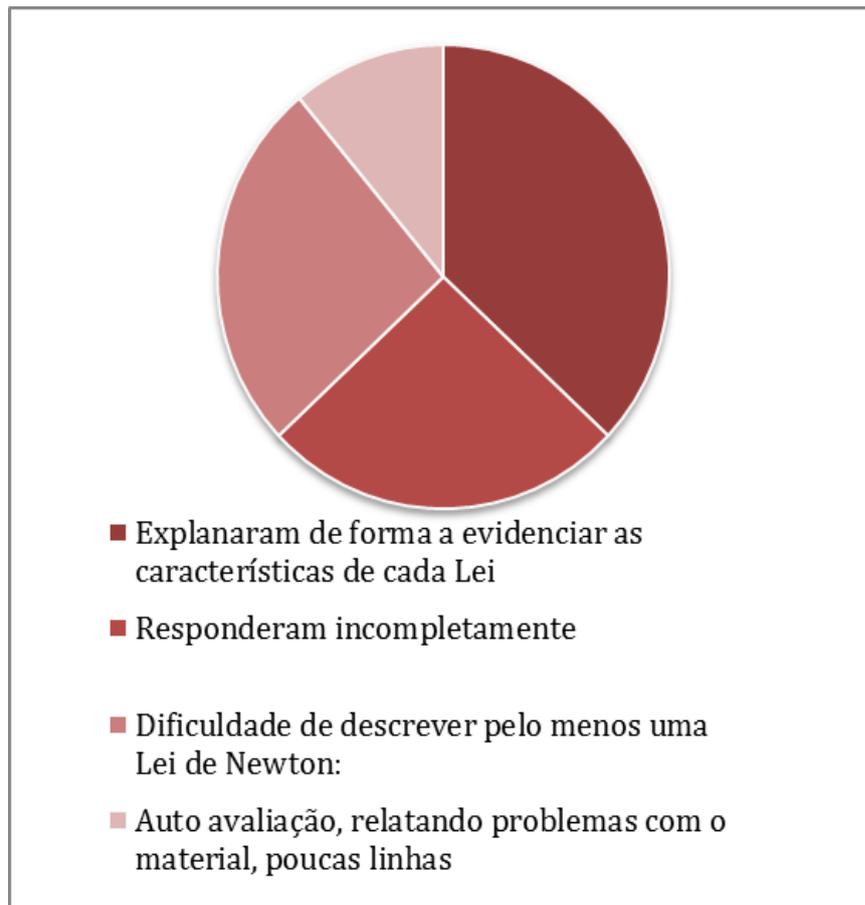
Desse modo, 5% dos avaliados ainda optaram pelo método tradicional, evidenciando que, apesar do potencial didático que as atividades experimentais oferecem, há um receio, por parte dos integrantes desse processo de aprendizagem, em modificar, “Demonstrando que há necessidade de diversificação na metodologia de ensino” (Brasil, 2000).

A questão 4 tratava de uma pergunta aberta:

“Você já ouviu falar ou sabe dizer quais são as três Leis de Newton? Comente”.

Assim, foi possível caracterizar que 26% responderam incompletamente, como observado no Gráfico 2.

Gráfico 2 – Descrição dos resultados da questão 4.



Fonte: Os autores (2019)

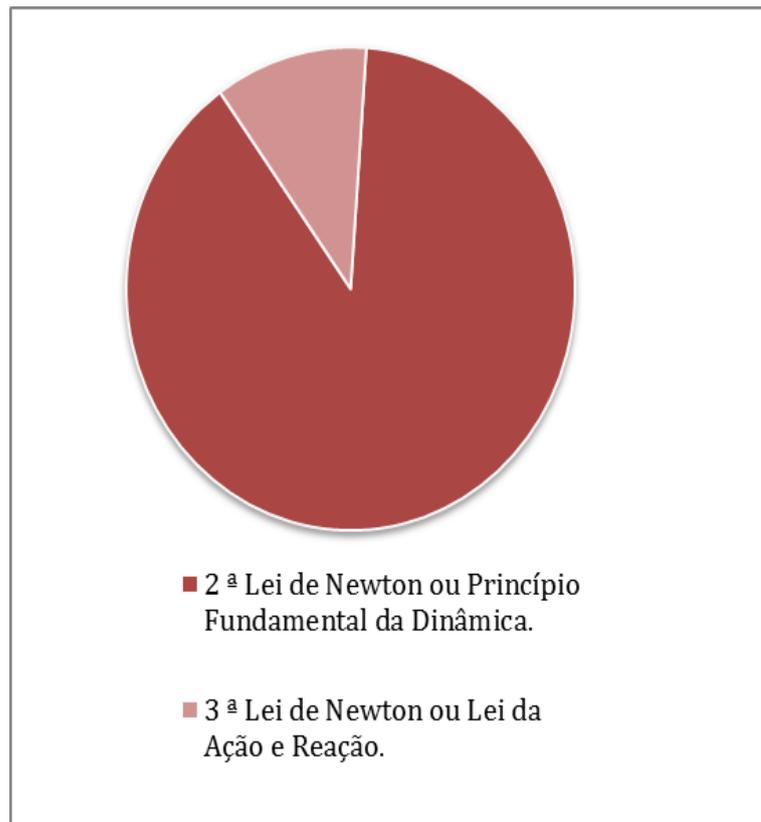
Assim, grande parte dos avaliados não conseguiu formular uma resposta a fim de compreender o que era solicitado na pergunta, logo, ficou “indefinida a identificação do subsunçor”.

Na questão 5, perguntava-se:

“Qual das três leis de Newton apresenta o conceito de força ($F = m \cdot a$): a) 1ª Lei de Newton ou Princípio da Inércia; b) 2ª Lei de Newton ou Princípio Fundamental da Dinâmica; c) 3ª Lei de Newton ou Lei da Ação e Reação?”

De acordo com o Gráfico 3, 89% dos alunos responderam de forma correta.

Gráfico 3 – Descrição dos resultados da questão (5).



Fonte: Os autores (2019)

Dessa maneira, “ativou-se o subsunçor”, pois a aprendizagem significativa consolida-se a partir da apresentação dos conhecimentos prévios e identificação dos subsunçores.

Análise do pós-teste

Categoria 1: Método e conteúdo abordado

Questionamento 1:

“Em uma escala em que zero significa Não Indicaria e 10 significa Com Certeza Indicaria, que nota você atribui ao incentivo do uso de experimentos para demonstrar fenômenos físicos na sala de aula?”.

Seguindo as alternativas enumeradas de 1 a 10.

A Tabela 3 apresenta que 42% dos avaliados demonstraram interesse em experimentos demonstrativos nas aulas de Física.

Tabela 3 – Descrição dos resultados da questão 1.

Opções	Porcentagem
() 1	0%
() 2	0%
() 3	0%
() 4	0%
() 5	5%
() 6	0%
() 7	0%
) 8	15,5%
() 9	31,5%
() 10	42%
Não responderam	5,2%

Fonte: Os autores (2019).

Dessa maneira, o estudo apresentou-se como previsto pelos PCNEM, afirmando, então, que as atividades experimentais caracterizadas demonstrativas se destacam por possibilitar o resgate dos conteúdos prévios, potencializando significativamente essa aprendizagem.

Questionamento 2:

“De um modo geral, como você avaliaria a apresentação do experimento Carrinho Movido a Bexiga: a) Excelente; b) Ótimo; c) Bom; d) Regular; e) Ruim; f) Péssimo; g) Não sabe avaliar.”

Em análise da Tabela 4, observou-se que 55% dos alunos avaliaram de forma Excelente a apresentação do experimento.

Tabela 4 - Descrição dos resultados da questão 2.

Opções	Porcentagem
Excelente	55%
Ótimo	44%
Bom	11%
Regular	0%
Ruim	0%
Péssimo	0%
Não sabe avaliar	0%

Fonte: Os autores (2019).

Dessa maneira, é importante, para o processo de ensino aprendizagem, a diversificação de metodologias didáticas, a fim de possibilitar um melhor entendimento do conteúdo proposto.

Questionamento 3:

Em qual das três Leis de Newton, ou leis do movimento, é apresentado o conceito de força?

a) 1ª Lei de Newton ou Princípio da Inércia; b) 2ª Lei de Newton ou Princípio Fundamental da Dinâmica; c) 3ª Lei de Newton ou Lei da Ação e Reação.

Como observado na Tabela 5, ainda foi possível caracterizar dificuldades acerca do conteúdo abordado.

Tabela 5 - Descrição dos resultados da questão 3.

Opções	Porcentagem
1ª Lei de Newton ou Princípio da Inércia	23%
2ª Lei de Newton ou Princípio Fundamental da Dinâmica	53%
3ª Lei de Newton ou Lei da Ação e Reação	24%

Fonte: Os autores (2019).

Desse modo, em comparativo com o questionário inicial, analisou-se que uma quantidade maior de alunos respondeu de forma incorreta, demonstrando que os estudantes ainda apresentaram dificuldades em relacionar teoria e prática. Contudo, a maior parte respondeu corretamente. Portanto, resulta na necessidade de um acréscimo no desenvolvimento de atividades experimentais didáticas a fim de sanar essas dificuldades. Apresentou-se uma construção de subsunções sobre o conteúdo após a atividade experimental.

Questionamento 4 (pergunta aberta):

“O ar da bexiga que impulsiona o carrinho, uma pessoa caminhando e o lançamento de um foguete são exemplos práticos de qual Lei da Física de Newton? Justifique.”

Essa questão foi de suma importância para analisar a compreensão dos estudantes por meio do uso de atividades experimentais demonstrativas. Desse modo, seguindo o mesmo critério, nessa questão aberta, foram analisadas e demarcadas três categorias. A seguir, indica-se o percentual no qual cada resposta se enquadra diante do que foi sugerido:

(a) Explanaram de forma coerente e justificando de acordo com a peculiaridade da lei que foi mencionada na questão: ocorreu em 31,5% das respostas;

(b) Responderam de forma incompleta, devido à falta de justificção da resposta: ocorreu em 36,5% das respostas;

(c) Responderam de forma incoerente, ou seja, houve confusão acerca da lei e de suas características: ocorreu em 15,5% das respostas;

(d) Autoavaliação com relato apenas de justificativas incompreensíveis sem mencionar nenhuma das leis;

(e) Não responderam.

Logo, apresentou-se evolução quanto aos novos conhecimentos; portanto, sublinha-se o fato potencial da Aprendizagem Significativa, nesse contexto.

6. Considerações Finais e Estudos Futuros

Com a presente pesquisa, foram obtidos dez resultados consistentes e relevantes à literatura, diante da necessidade de utilização das atividades experimentais para a compreensão dos fenômenos físicos, ou seja, relacionar teoria e prática. Uma sequência didática fomentada na aplicação de experimento de baixo custo foi utilizada para motivar os estudantes da Educação Básica na compreensão das Leis de Newton.

Na pesquisa, foi possível caracterizar, inicialmente, duas condições relativas à disciplina de Física: A turma mensurou uma boa relevância à disciplina; não considera estudar quantidade necessária, pois há problemas no processo de ensino e aprendizagem. Ademais, é um reflexo da relação professor-aluno e aluno-aluno. Com relação ao método e à diversificação, a turma determinou ser essencial o uso de experimentos nas aulas de Física.

A investigação prévia, na turma, revelou bom interesse, ou seja, foi ativado o subsunçor como fundamentado nos PCNEM em que se afirma que as atividades experimentais possibilitam o resgate dos conteúdos prévios potencializando a aprendizagem de novos conceitos, novas teorias e leis. Portanto, foi verificado êxito da atividade experimental na pesquisa.

Na análise de um questionamento já respondido no pré-teste, foi possível mensurar que os alunos ainda apresentam dificuldades em relacionar conhecimento teórico e experimento. Porém, o desempenho de 55% dos estudantes indica êxito na resposta. Logo, apresentou-se uma construção de subsunçores sobre o conteúdo das Leis de Newton após a atividade experimental de baixo custo. Ainda foi possível notar que a aplicação do experimento auxiliou os estudantes na compreensão do conteúdo proposto, pois, com base na TAS, apresentaram evolução quanto aos novos conhecimentos.

O experimento tornou-se um instrumento que possibilita o emprego da alternativa na prática docente, que é marcada por falta de laboratórios e equipamentos didáticos, pois foi importante para a compreensão das leis de Newton; além disso, mostrou-se uma atividade dinâmica que possibilitou a interação aluno-aluno e aluno-professor. Essa metodologia tem apresentado pontos favoráveis, pois, segundo os estudantes, o conteúdo ficou mais claro e conseguiram compreender de forma mais completa e com facilidade o assunto. Foram motivados por serem aulas diversificadas, ou seja, as práticas metodológicas possuem um leque de possibilidades.

Ademais, mesmo diante da atividade desenvolvida, alguns estudantes apresentaram dificuldade em expor suas ideias, denotando a falta de interesse pela disciplina, visto que

possuem um bloqueio em muitos conteúdos de Física, por considerá-los complexos e de difícil compreensão. Desse modo, faz-se necessário a apresentação desse tipo de atividade e outras AE, a fim de possibilitar uma melhor compreensão, assimilação e contextualização do conteúdo teórico com a prática, seja no cotidiano ou em laboratórios convencionais ou didáticos.

Diante do que foi explanado, é substancial enfatizar que os docentes, muitas vezes, são responsabilizados pela problemática que permeia a conjuntura no processo de aprendizagem em Física. Com a finalidade de fortalecer novas considerações ou debates, a partir deste artigo, frisa-se a necessidade de políticas que incentivem a prática docente, instigando a formação contínua e valorização profissional.

Como estudos futuros, espera-se a continuidade desta pesquisa a partir da aplicação e desenvolvimento de AE; a divulgação de produções concernentes à aprendizagem significativa, como também a diversificação de metodologias no ensino de Eletricidade, Óptica, Ondulatória e Relatividade, e outros ramos da Física, a fim de modificar a ação do aluno, levando-o a participar mais ativamente do processo de aprendizagem.

Referências

Almeida, M. J. P. M. (1992). Ensino de física: para repensar algumas concepções. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, 9(1): 20-6, jan.

Araújo, M. S. T., & Abib, M. L. V. S. (2003). Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 25(2): 176-94.

Assis, A., et al. (2012). Aprendizagem significativa do conceito de ressonância. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 12(1): 61-80.

Bonadiman, H., & Nonenmacher, S. E. B. (2007). O gostar e o aprender no ensino de Física: uma proposta metodológica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Ijuí, 24(1): 194-223, 20 ago. Quadrimestral.

Borges, A. T. (2002). Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 29(3): 291-313.

Brasil (1996). Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, (1996). *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional*.

Brasil (2000). *Parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio*. Brasília: MEC.

Brasil (2002). *Parâmetros curriculares nacionais + ensino médio: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais*. Brasília: MEC.

Brasil (2019). Sistema de avaliação da educação básica. Recuperado em 12 julho, 2019, de <http://portal.inep.gov.br/educacao-basica/saeb>.

Brasil (1998). Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais. *Secretaria de Educação Fundamental*. Brasília: MEC/SEF,138.

Carnoy, M., et al 2015. A educação brasileira está melhorando? Evidências do Pisa e do Saeb. *Cadernos de Pesquisa*, 45(157): 450-485.

França, Maria do Socorro Lima Marques, Farias, Isabel Maria Sabino de & Lima, Ivoneide Pinheiro de (2010). *Didática geral: noções básicas para o professor de física*. Fortaleza, Secretaria de Educação a Distância, 124.

Higa, I., & Oliveira, O. B. De (2012). A experimentação nas pesquisas sobre o ensino de Física: fundamentos epistemológicos e pedagógicos. *Educar em Revista*, 44: 75-92.

Massena, e. P., & Siqueira, M(2016). Contribuições do Pibid à Formação Inicial de Professores de Ciências na Perspectiva dos Licenciandos/Pibid Contributions to Science Teachers Training from the Perspective of Undergraduate Students. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*,16(1):17-34.

Moreira, M. A. (1999)Teorias de aprendizagem.10-19.

Moreira, M. A.(1995) Ensino e aprendizagem: enfoques teóricos. São Paulo: Editora Moraes. 61-73.

Moreira, Marco Antonio(2012). O que é afinal aprendizagem significativa?/:After all, what is meaningful learning? *Qurrriculum*, La Laguna, Espanha:1-27.

Moro, Fernanda Teresa, Neide, Ítalo Gabriel; Rehfeldt & Márcia Jussara Hepp (2016). Atividades experimentais e simulações computacionais: integração para a construção de conceitos de transferência de energia térmica no ensino médio. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis,33(3):987-1008.

Paraná (2016). Lei da ação e reação. Recuperado em 16 junho, 2016, de: <https://pibiduelfisica.wordpress.com/2016/06/16/3a-lei-de-Newton/>.

Pena, F. L. A.& Ribeiro filho, A (2009). Obstáculos para o uso da experimentação no ensino de física. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 9(1).

Programa internacional de avaliação de alunos (2016). *Análises e reflexões sobre o desempenho dos estudantes brasileiros*. São Paulo.

Programa internacional de avaliação de alunos(2015). *Resultados nacionais – Pisa*. Análises e reflexões sobre o desempenho dos estudantes brasileiros. Brasília.

Programa internacional de avaliação de alunos (2012). *Resultados nacionais – Pisa 2009*. Brasília: 126.

Ribeiro, R. J, Silva, S. C. R. & Koscianski, A.(2012) Organizadores prévios para aprendizagem significativa em Física: o formato curta de animação. *Revista Ensaio*, Rio de Janeiro, (3): 167-183.

Santos, D., & Nagashima, L. (2017). Necessidades formativas dos professores de química: a questão do “saber” e o “saber fazer” em suas práticas pedagógicas. *Revista Internacional De Formação De Professores*, 2(4), 76-99.

Santos, F., & Ostermann, F. (2005). A prática do professor e a pesquisa em ensino de Física: novos elementos para repensar essa relação. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 22(3), 316-337.

Silva, d. O., Sales, G. L., & Braga, J. C, (2018). A utilização do aplicativo plickers como ferramenta na implementação da metodologia peer instruction. *Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar*, Mossoró, v. 4(12).

Silveira, W. P., Silva, A, P., & Silva, L. F. (2016). Considerações sobre propostas experimentais de baixo custo em mecânica apresentadas em revistas da área de ensino. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v. 9(1): 131-150. ufsc

Souza, I.a., Et al (2015). Discutindo a natureza ondulatória da luz e o modelo da óptica geométrica através de uma atividade experimental de baixo custo. *Rev. Bras. Ensino Fís.*, São Paulo, 37(4): 4311-1-4311-6.

Werner da Rosa, C., & Becker da Rosa, Á, (2007). Ensino da física: tendências e desafios na prática docente. *Revista Ibero-americana de Educación*, 42 :1-12.

Yin, R. K. (2001) Estudo de caso: planejamento e métodos. 2. ed. Porto Alegre: Bookman.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Natasha Porto Alexandre– 25%

Mairton Cavalcante Romeu– 25%

Alisandra Cavalcante Fernandes de Almeida-25%

Greicy Kelly Silva– 25%

Antonio Carlos Santana dos Santos– 25%