

**Obstáculos epistemológicos de Bachelard e o ensino de física: compreendendo dificuldades no aprendizado da decomposição de forças no plano inclinado**DOI: <https://doi.org/10.33871/23594381.2024.22.2.8011>Fábio Ramos da Silva<sup>1</sup>, Lucimar Donizete Gusmão<sup>2</sup>, Silvio José Freitas Santos<sup>3</sup>

**Resumo:** Este trabalho traz algumas reflexões acerca das contribuições de Bachelard para o ensino de física, sobretudo sobre a fecundidade da ideia de obstáculos epistemológicos e das repercussões da mesma para a compreensão de dificuldades de aprendizagem no ensino de física. A metodologia da pesquisa se baseia em uma discussão teórica pautada em aspectos gerais do pensamento de Bachelard, principalmente nas suas reflexões relacionadas com as problemáticas da educação científica, e na análise de potenciais obstáculos presentes na aprendizagem da decomposição de forças no plano inclinado. Como resultados, apresenta-se uma discussão sobre algumas dificuldades de aprendizagem presentes na literatura relacionadas ao ensino da decomposição de forças no plano inclinado interpretadas por meio da ideia de obstáculo epistemológico, assim como a proposição de um aparato manipulável como sugestão de um recurso didático que pode colaborar para a superação dos obstáculos elencados. Por fim, discute-se a proficiência da utilização do aparato em situações de ensino, de modo que possa mobilizar o pensamento dos estudantes, ajudando-os a superar possíveis obstáculos de racionalização.

**Palavras-chaves:** plano inclinado, forças, obstáculos epistemológicos, ensino de Física.

**Bachelard's epistemological obstacles and physics teaching: understanding learning difficulties in the decomposition of forces on the inclined plane**

**Abstract:** This work brings forth some reflections on the contributions of Bachelard to the teaching of physics, especially regarding the fertility of the idea of epistemological obstacles and their repercussions for understanding learning difficulties in physics teaching. The research methodology is based on a theoretical discussion grounded in general aspects of Bachelard's thinking, especially his reflections related to the challenges of scientific education. It also involves an analysis of potential obstacles in learning force decomposition on inclined planes. As a result, a discussion of learning difficulties found in the literature related to teaching force decomposition on inclined planes is presented, interpreted through the lens of the epistemological obstacle concept. Additionally, we propose a manipulable apparatus as a didactic resource that can help overcome these obstacles. Finally, we discuss the effectiveness of using this apparatus in teaching situations, aiming to engage students' thinking and assist them in overcoming potential rationalization obstacles.

**Keywords:** Inclined plan, forces, epistemological obstacles, physics teaching.

<sup>1</sup> Instituto Federal do Paraná, campus de Foz do Iguaçu. E-mail: fabio.silva@ifpr.edu.br

<sup>2</sup> Universidade Federal do Paraná. E-mail: lucimar.gusmao@gmail.com

<sup>3</sup> Secretaria da Educação do Estado de São Paulo. E-mail: silviojosfreitassantos1@gmail.com

## Introdução

Gaston Bachelard (1884 - 1962) foi um filósofo francês que trouxe muitas contribuições ao campo da epistemologia e filosofia da ciência. Dentre as suas ideias, Bachelard desenvolveu a noção de obstáculo epistemológico, representando processos intrínsecos à produção do conhecimento que podem imobilizar o seu avanço ou desenvolvimento.

As reflexões de Bachelard repercutiram em muitas áreas, como a educação e as artes, destacando o ecletismo e a complexidade do seu pensamento. Na educação, por exemplo, os conhecimentos de Bachelard permitiram novos olhares sobre questões relacionadas ao aprendizado das ciências e à proposição de perspectivas educacionais que ambicionam romper com a lógica tradicional do ensino (LOPES, 1993, ARAÚJO; ARAÚJO; CHAVES, 2020). Discutir as contribuições da epistemologia de Bachelard nos coloca a assumir uma postura filosófica e pedagógica diante do conhecimento elaborado nas relações dos sujeitos com o saber científico e escolar. Tal postura pode ajudar na compreensão das dificuldades de aprendizagem relacionadas ao ensino de física, por exemplo.

Neste sentido, na área de pesquisa em educação em ciências, estudos como os de Gomes e Oliveira (2007), Correia, Lima e Magalhães (2008), Ayala Filho (2010), Pessanha (2018), Minitsky, Gurgel, Munhoz (2021), Santos e Aguiar (2021) e Hendges e Santos (2022) têm se apoiado na ideia de obstáculo epistemológico de Bachelard (1996) para compreender características relacionadas ao processo de ensino e aprendizagem de física, como o desenvolvimento epistemológico de conhecimentos e a identificação de dificuldades de aprendizagem que persistem e resistem aos processos de escolarização. Esta linha de trabalhos repercute as contribuições do pensamento de Bachelard na investigação em ensino e aprendizagem de física, se apoiando na ideia bachelardiana de que os obstáculos estão sempre presentes nas relações dos sujeitos com o conhecimento, seja na produção do conhecimento científico ou no aprendizado de ciências. Assim, no caso do ensino de ciências, uma atenção deve ser dada por professores e estudantes quanto à percepção de possíveis obstáculos, assim como na necessidade de tentar superá-los.

Para Moreira (2021), a razão pela qual os alunos não aprendem física de uma maneira significativa se dá pelo fato de que o processo de ensino é quase sempre baseado na memorização mecânica de fórmulas, definições, respostas certas, exercícios e problemas descontextualizados que serão reproduzidos nas provas e depois esquecidos.

Um ensino muito pautado nas relações matemáticas e pouco centrado nas abordagens investigativas dos fundamentos teóricos, práticos e experimentais.

No mesmo sentido, é muito comum que professores tragam prontas leis e equações sem que existam discussões relacionadas com a origem dos conceitos, ou seja, com a problemática envolvida na produção desses conhecimentos (GUERRA *et al.*, 2019). O ensino de física, tratado dessa maneira, torna-se limitado na compreensão conceitual. Há, portanto, a necessidade de se problematizar a função e origem dos conhecimentos, destacando, por exemplo, as relações entre os saberes teóricos e experimentais.

A experimentação no ensino da física, quando devidamente desenvolvida e interpretada, é portadora das qualidades dinâmicas do conhecimento científico, levando a uma discussão epistemológica e uma compreensão mais ampliada dos conceitos. Permite movimentar as ideias e mostrar as diferentes facetas na dinamicidade da elaboração do conhecimento; possibilita a construção de argumentos, apresentação, discussão de hipóteses e sustentação por meio da visualização do desenvolvimento conceitual de uma investigação, de uma teoria. A parte experimental ou empírica, no entanto, não está somente na representação de uma teoria, mas na dimensão e clareza com que os conceitos se apresentam para a sua compreensão.

Assim, é importante compreender que o conhecimento, segundo Bachelard (2004), tem um caráter inacabado. Os processos de ensino e de aprendizagem também são mutáveis. Esta dinâmica gera conflitos nas relações dos sujeitos com o conhecimento, que podem levar a paralisias ou fazer avançar a compreensão.

Aprender algo novo não é uma tarefa simples, pois, muitas vezes, irá envolver o conflito e rompimento com um conhecimento já existente no indivíduo. Segundo Silva e Eichler (2018), as dificuldades apresentadas pelos alunos no decorrer da sua vida estudantil podem ter a sua origem nos processos cognitivos, nos contextos social, familiar e afetivo, entre outros. Romper com antigos conhecimentos e reelaborá-los a partir da relação com novos pode-se tornar uma tarefa difícil e até mesmo traumática, se não houver atenção para como isso será realizado. No mesmo sentido, para Bachelard (1996), o simples fato de aprender algo novo já é suficiente para despertar um conflito no aprendiz. Tais conflitos, na maioria das vezes, estão ligados aos obstáculos epistemológicos e advém de experiências e teorias anteriores impedindo a aquisição de novos conhecimentos científicos. Muitas dessas experiências são carregadas desde a infância, durante o desenvolvimento do conhecimento científico da criança.

Bachelard (1996, p. 14) observa que:

Quando o espírito se apresenta à cultura científica, nunca é jovem. Aliás, é bem velho, porque tem a idade de seus preconceitos. Aceder à ciência é rejuvenescer espiritualmente, é aceitar uma brusca mutação que contradiz o passado.

Substituir o “velho” pelo “novo” exige muita reflexão, compreensão e espírito aberto. Para Bachelard, na sua postura epistemológica, a reflexão assume um papel importante, “o de compreender” (GUSMÃO, 2018). Assim, a “própria essência da reflexão é compreender o que não se tinha compreendido” (BACHELARD, 2006, p. 125).

Neste sentido, este trabalho traz algumas reflexões relacionadas ao olhar de Bachelard para a educação científica e, posteriormente, apresenta uma discussão sobre algumas dificuldades presentes na aprendizagem da decomposição de forças no plano inclinado, as quais foram interpretadas por meio da noção de obstáculo epistemológico, destacando as possíveis razões que podem limitar a compreensão deste conhecimento em situações de ensino. Um aparato manipulável também é apresentando, sinalizando uma possível estratégia para a superação dos obstáculos evidenciados.

### **A noção de obstáculos epistemológicos e a pedagogia científica de Gaston Bachelard**

Bachelard, na sua complexidade e generalidade, expôs suas ideias de forma mais visível ao campo das ciências, no entanto, aplicam-se, a partir de uma análise cuidadosa, no processo educativo de maneira geral.

Para Bachelard (1996, p. 17), é “em termos de obstáculos que o problema do conhecimento científico deve ser colocado”. Essa afirmação de Bachelard, segundo nossa interpretação, não deve se restringir apenas ao conhecimento científico, mas também se aplica na prática educativa. “A noção de obstáculos epistemológicos pode ser estudada no desenvolvimento histórico e na prática da educação” (BACHELARD, 1996, p. 21).

Os obstáculos pedagógicos presentes na prática educativa constituem um fator que interfere na aprendizagem. Em geral, os estudantes, ao chegarem às salas de aulas, já trazem conhecimentos constituídos, muitos deles empíricos. O trabalho da escola é fazer com que eles, a partir de uma catarse intelectual, substituam o conhecimento empírico por uma cultura científica, superando assim os obstáculos à aprendizagem que foram já solidificados ao longo da vida. “Não se trata de adquirir uma cultura experimental, mas

sim mudar de cultura experimental" (BACHELARD, 1996, p. 23). E complementa "o pensamento empírico torna-se claro depois, quando o conjunto de argumentos fica estabelecido" (BACHELARD, 1996, p. 17).

Nesse sentido, Bachelard afirma que

toda cultura científica deve começar [...] por uma longa catarse intelectual e afetiva. Resta, então, a tarefa mais difícil: colocar a cultura científica em estado de mobilização, substituir o saber fechado e estático por um conhecimento aberto e dinâmico, dialetizar todas as variáveis experimentais, oferecer enfim à razão razões para evoluir.

Assim, "o ato de conhecer dá-se contra um conhecimento anterior, destruindo conhecimentos mal estabelecidos, superando o que, no próprio espírito, é obstáculo à espiritualização" (BACHELARD, 1996, p. 17).

Bachelard, em alguns momentos, critica a forma mecanizada de ensinar, "os professores de ciências imaginam que o espírito começa como uma aula, que é sempre possível reconstruir uma cultura falha pela repetição da lição, que se pode entender uma demonstração repetindo-a ponto a ponto" (1996, p. 23). Para Bachelard (1996), os obstáculos pedagógicos envolvidos na complexa relação entre professores e alunos são tão importantes que mereceriam uma análise à parte, uma verdadeira psicanálise, conformando uma nova obra à altura da 'Formação do espírito científico'.

Essa forma mecanizada de ensinar e aprender, em qualquer nível de ensino, vem há tempos sendo muito criticada por diversos pesquisadores de diferentes áreas (CANDAU, 2014; CACHAPUZ, 2005). Mais do que dar respostas para perguntas formuladas pelos estudantes, é preciso ensiná-los a fazerem perguntas sobre questões não compreendidas. O próprio Bachelard, reforça essa questão ao afirmar:

Em primeiro lugar, é preciso saber formular problemas. E, digam o que disserem, na vida científica [e pedagógica] os problemas não são formulados de modo espontâneo. É justamente esse sentido do problema que caracteriza o verdadeiro espírito científico. Para o espírito científico, todo conhecimento é resposta a uma pergunta. Se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico. Nada é evidente. Nada é gratuito. Tudo é construído (BACHELARD, 1996, p. 18).

"Um obstáculo epistemológico se incrusta no conhecimento não questionado", segundo Bachelard (1996, p. 19). Assim são, também, os pedagógicos. No entanto, há de afirmar que o estudo da noção de obstáculos epistemológicos e pedagógicos não é uma

tarefa fácil. “A cabeça bem feita precisa ser refeita” (BACHELARD, 1996, p. 20). O conhecimento é dinâmico, é reconstruído constantemente. “Precisar, retificar, diversificar são tipos de pensamentos dinâmicos que fogem da certeza e da unidade [...] O homem movido pelo espírito científico deseja saber, mas para, imediatamente, melhor questionar” (BACHELARD, 1996, p. 21).

Bachelard, utiliza-se, em muitos momentos de suas produções, de experimentações como forma de investigar, criticar, refletir e dialetizar uma situação, um fenômeno. Isso mostra que em ambientes escolares, especialmente aqui no ensino de Física, a experimentação ou a análise dos fenômenos empíricos devem fazer parte do processo construtivo do conhecimento de maneira dialética com o que está sendo proposto e ensinado. Não deve ser proposta pela beleza e efeito extraordinário da experimentação, mas pelo estabelecimento de relações com conceitos científicos envolvidos.

Diante disso, vivenciar situações experimentais ou empíricas na aprendizagem de física é fundamental, porém a maneira a ser desenvolvida pode ter um efeito contrário, pois ao invés de levar à compreensão dos conceitos científicos envolvidos, o experimento pode chamar mais a atenção para a sequência dos processos e resultados visualmente “bonitos”, fazendo com que se torne um obstáculo à aprendizagem.

Romper com as noções de obstáculos científicos e pedagógicos pressupõe compreender que o conhecimento não é estático, que há rupturas no processo e que devemos estar preparados para desprender o pensamento de algo estabelecido e movimentá-lo permanentemente em função de teorias novas, novos conhecimentos e novas aprendizagens. “Os obstáculos à cultura científica [e aplicáveis, também, a qualquer esforço educativo] se apresentam sempre aos pares. [...] Assim que uma dificuldade se revela importante, pode-se ter a certeza de que, ao superá-la, vai-se deparar com um obstáculo oposto” (1996, p. 26). A dinamicidade desse processo é o que traz movimento ao conhecimento científico e pedagógico, “o espírito científico deve formar-se enquanto se reforma” (1996, p. 29)

Essa atitude polêmica do pensamento em que um saber sempre é colocado à prova é a força motriz para a formação do espírito científico. Um espírito questionador, polêmico, ávido por conhecimento e descobertas, capaz de ser reconstruído a cada momento, pois o conhecimento não questionado pode instaurar os obstáculos epistemológicos. Desse modo, “o espírito científico vence os diversos obstáculos epistemológicos e se constitui como conjunto de erros retificados” (BACHELARD, 1996,

p. 293).

A discussão sobre educação e o ensino para Bachelard está presente por meio da ideia de “formação”, a formação do espírito (científico). Embora não tenha dedicado uma obra específica para esse campo, suas ideias pedagógicas aparecem dispersas em seus escritos. Em uma leitura atenta e interpretativa de suas obras é possível encontrar discussões sobre escola, aluno, professor, método, conteúdo, programas escolares, entre outras relacionadas com a prática pedagógica. Sua preocupação com a educação advém de sua relação com o ensino, enquanto professor. “[...] Ensinar é a melhor maneira de aprender” (BACHELARD, 1966, p. 24, tradução nossa).

A ideia de formação, discutida em Bachelard (1996), implica essencialmente na desconstrução e reconstrução pelo qual o sujeito precisa romper com os obstáculos epistemológicos e pedagógicos, com os retardos e concepções pré-estabelecidas que o impedem de atingir o conhecimento (GUSMÃO, 2018). Nesse processo, o “espírito se revela como um ser a instruir, ou seja, como um ser a criar. O conhecimento se dinamiza por sua historicidade. Por ter uma história, ele tem um destino. Essa história é pedagógica” (BACHELARD, 2008, p. 80) e a formação do sujeito só acontece quando há reforma e desconstrução do sujeito, quando o sujeito, aberto ao saber novo, permite a mobilização do pensamento e, assim, supera um saber anterior e preestabelecido.

Nesse sentido, o princípio pedagógico para Bachelard caracteriza-se por um ensino socialmente ativo, que provoca a reflexão, a dúvida, o diálogo, os questionamentos, as descobertas, ou seja, a construção de um saber novo. Movimentando por uma pedagogia científica de formação, é necessário conhecer para imediatamente melhor questionar, pois “todo conhecimento é resposta a uma pergunta” (BACHELARD, 1996, p. 18). Vale destacar que a defesa de tal postura pedagógica não é exclusiva do filósofo francês, se alinhando com várias proposições da pesquisa em ensino de ciências que são centradas no processo de interrogação autônomo e autêntico dos estudantes, como o ensino por investigação (AZEVEDO, 2004; SASSERON, 2018) e a investigação temática (DELIZOICOV, 2008; SCHWAN; SANTOS, 2020), dentre outras.

Em um dos trabalhos pioneiros sobre o pensamento de Bachelard, Japiassu (1976, p. 77) destaca que “Bachelard empreendeu uma luta acirrada contra o ensino meramente dedutivo e contra as ciências formalizadas, que se limitam a desenvolver seus teoremas”, mas defendia um ensino ativo, dinâmico e inventivo, um ensino enquanto processo. Também, fazia severas críticas ao modo como professores atuavam em sala de aula, “[...] os professores substituem as descobertas por aulas” (BACHELARD, 1996, p. 303); “[...]”

os professores de ciências imaginam que o espírito começa como uma aula. [...] não levam em conta que o adolescente entra na aula de física com conhecimentos empíricos já constituídos” (BACHELARD, 1996, p. 23), essas posturas professorais eram chamadas por Bachelard como indolência intelectual. Além disso, compreendia que um ensino ativo se baseava na atitude de que “quem é ensinado deve ensinar” (BACHELARD, 1996, p. 300).

*Possíveis obstáculos na aprendizagem da decomposição de forças no plano inclinado: um exemplo no ensino de física*

O estudo da decomposição das forças que agem em um corpo apoiado em uma superfície inclinada é um dos assuntos mais clássicos da física básica (NEVES *et al.*, 2008; RESNICK; HALLIDAY; WALKER, 2016; FREEDMAN; YOUNG, 2015). Porém, alguns trabalhos mostram que muitos estudantes apresentam dificuldades em compreender este conteúdo, incluindo professores de física em formação e estudantes de outras carreiras de ciências exatas (KIM; PAK, 2002, SINGH, 2007, DEVENTER; WITTMANN, 2007, POLUAKAN; RUNTUWENE, 2018, SIRAIT *et al.*, 2018).

Com o objetivo de interpretar algumas das dificuldades levantadas nos trabalhos citados acima, Silva, Santos e Barbosa (2022) realizaram uma leitura dos resultados dos artigos por meio da noção de obstáculo epistemológico de Bachelard. Assim, os autores apontam a influência dos seguintes obstáculos de aprendizagem, baseados nos obstáculos epistemológicos de Bachelard (1996):

*1. Força normal oposta à força peso* - esse obstáculo consiste em estabelecer uma relação de oposição entre as direções das forças peso e normal, e de igualdade entre a magnitude dessas forças, em qualquer contexto. Este obstáculo foi caracterizado pelos autores como um obstáculo substancialista por atribuir qualidades inexistentes à força normal (BACHELARD, 1996). Esse obstáculo é importante pois dificulta a compreensão da natureza da força normal e da sua interação com forças aplicadas sobre superfícies.

*2. Magnitude da força de atrito igual à intensidade da força de atrito estática máxima, em situação de repouso* - os estudos demonstraram que muitos estudantes calculam a intensidade da força de atrito estática em um plano inclinado considerando a equação de cálculo da força de atrito estática máxima. Isto impede que se compreenda a relação da força de atrito com outras forças presentes, como a força que costumeiramente é rotulada pelos livros didáticos como a componente da força peso no eixo x,  $P_x$ . Este

seria um obstáculo de generalização, pois se aplica um conhecimento que não é geral em situações diversas.

3. *Magnitude da força normal é invariável* - esse obstáculo consiste na percepção de que a intensidade da força normal depende da aplicação de equações previamente estudadas e não da análise das forças que um corpo aplica sobre uma superfície de apoio e das forças que são aplicadas sobre o corpo. Esta dificuldade ficou evidente quando os estudantes analisaram situações em que um bloco era pressionado contra a superfície por uma força externa. Este seria mais um caso de obstáculo de generalização. O comentário de Kim e Pak (2002) ilustra este obstáculo.

Um objeto sobre um plano inclinado é um problema comum e os estudantes estão familiarizados com a equação  $N = m.g.\cos \Theta$ . As respostas dos estudantes sugerem que eles podem provavelmente resolver problemas tradicionais envolvendo planos inclinados com sucesso. Entretanto, uma pequena mudança no problema revelou que eles podem não entender a origem da força normal (KIM; PAK, 2002, p. 763).

Pode-se compreender que tais obstáculos na aprendizagem da decomposição de forças no plano inclinado sejam advindos de um processo de ensino ou de estudo caracterizado por um excesso de racionalização (BACHELARD, 1996). Ou seja, a análise das forças em um plano inclinado costuma ser apresentada aos estudantes de uma maneira natural, como se não houvesse rupturas e conflitos com os conhecimentos anteriores; a solução analítica das equações parece ser a garantia para um ensino e uma aprendizagem efetivas. Este processo pode inibir a atitude questionadora necessária para a aprendizagem de ciências e encobrir obstáculos de aprendizagem. De modo que uma ação educativa comprometida com a compreensão deste conhecimento deve compreender outras estratégias de ensino que complementem a análise matemática. Bachelard também chama a atenção para a complexidade do processo de racionalização dos conhecimentos, alertando que a sua aparente clareza pode encobrir a associação com ideias simplistas e incoerentes.

Quando o conhecimento empírico se racionaliza, nunca se pode garantir que valores sensíveis primitivos não interfiram nos argumentos. De modo visível, pode-se reconhecer que a ideia científica muito usual fica carregada de um concreto psicológico pesado demais, que ela reúne inúmeras analogias, imagens, metáforas e perde aos poucos seu vetor de abstração, sua afiada ponta abstrata (Bachelard, 1996, p. 19).

Neste sentido, visando a integração da noção de obstáculos epistemológicos possivelmente presentes na aprendizagem da decomposição de forças no plano inclinado à uma atividade didática e romper com o ensino limitante baseado exclusivamente na racionalização desse assunto, um dos autores deste artigo desenvolveu um aparato manipulável que permite visualizar representações das forças presentes em um plano inclinado, assim como os ângulos entre tais forças e a superfície (SANTOS, 2022). A figura 1 apresenta o aparato.

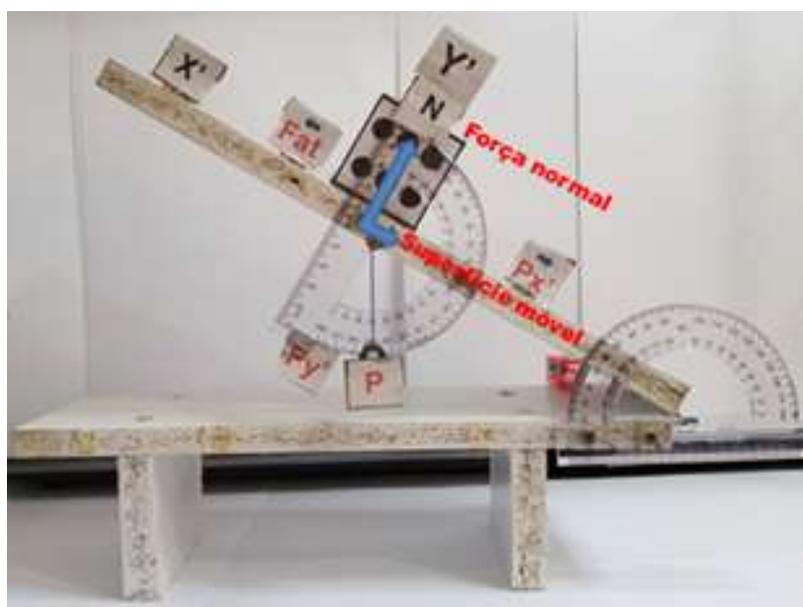


Figura 01 - Aparato desenvolvido para ajudar na compreensão da decomposição de forças no plano inclinado.

Fonte: os autores.

O aparato foi construído com materiais simples, como madeira MDF, transferidores e linhas. O objetivo da manipulação do aparato é permitir a visualização da evolução do vetor da força normal nas discussões com os alunos, conforme muda-se a inclinação da superfície do plano, assim como a invariância do vetor da força peso, simbolizada pela linha que prende o bloco P. O aparato permite também perceber a semelhança entre os ângulos formados pelas duas superfícies e pela força peso e o eixo da força normal. Essa relação é essencial para a análise analítica das forças presentes. Santos (2022) sugere que os estudantes inicialmente observem a superfície móvel na

posição horizontal, ou seja, paralela à superfície fixa. Os mesmos devem tentar descrever as forças presentes e explicar a situação de repouso do bloco. Em seguida a superfície móvel é elevada com diferentes inclinações. Pede-se aos estudantes que descrevam o que acontece com a direção das forças normal e peso neste processo. Também pede-se para que analisem as semelhanças entre os ângulos marcados nos transferidores. Acredita-se que a interação dos estudantes com o aparato pode enriquecer o processo de aprendizagem, dialetizando com o processo analítico que pode ser posterior, anterior ou concomitante à atividade empírica.

A sugestão de uma atividade manipulável parece concordar com a reflexão de Bachelard (1996) sobre a dificuldade em superar obstáculos epistemológicos. Bachelard (1996) recorda que os obstáculos epistemológicos aparecem sempre aos pares, ou seja, a superação de um obstáculo de natureza empírica conduzirá à necessidade de superação de um obstáculo de generalização e vice-versa. Assim, a utilização do aparato busca mobilizar a observação do fenômeno, visando a superação dos obstáculos advindos da generalização e da racionalização. A atitude de se buscar a superação dos obstáculos de aprendizagem no ensino é importante porque destaca a superação dos mesmos como um dos objetivos da educação científica, influenciando as estratégias e metodologias educativas (ASTOLFI, 1994).

### **Considerações finais**

Esse artigo teve por objetivo discutir possíveis dificuldades de aprendizagens relacionados ao ensino de Física, particularmente, sobre a decomposição de forças no plano inclinado. Para tanto, buscou-se em Bachelard e nos obstáculos epistemológicos argumentos para compreender os conflitos e as dificuldades que podem estar presentes ao se estabelecer uma relação entre um conhecimento novo e um conhecimento que o sujeito já possui.

Trazer Bachelard à esta discussão não implica apenas compreender fatores que dificultam a aprendizagem de um conteúdo ou outro em Física, mas compreender o processo de ensino e aprendizagem por meio da ideia de formação, a formação do espírito científico.

A formação acontece quando há desconstrução e reforma, quando se permite, a partir de rompimento com padrões estabelecidos, abrir para o novo, quando se compreende que um ensino é socialmente ativo, que provoca reflexão, incertezas, diálogo,

questionamentos, descobertas, que propõe respostas para problemas. Portanto, é necessário estar aberto ao saber novo, permitindo a dinamicidade do pensamento e, assim, superar um saber anterior e preestabelecido.

A necessidade de formação, implica, na maioria dos casos, em problematizar uma situação, estabelecendo relação entre a teoria e o fenômeno. Em física, a parte experimental ou empírica é fundamental para a melhor compreensão dos fatos e fenômenos, de modo que o ensino pautado apenas na racionalização pode não ser suficiente. Assim, nesse artigo apresentou-se, também, um aparato desenvolvido por um dos autores para promover uma maior compreensão da decomposição de forças no plano inclinado e colaborar para a superação de obstáculos de aprendizagem.

A sugestão desta metodologia apenas ilustra a necessidade e a importância de se criar variações nas situações de ensino e aprendizagem, oportunizando situações em que os estudantes possam estabelecer mais relações, possam interagir e questionar mais, possam mobilizar o pensamento. Isto é importante, conforme Bachelard (1996) porque os obstáculos estarão sempre presentes na relação dos sujeitos com o conhecimento e o processo de formação do espírito requer uma postura dialética do sujeito com o saber a ser aprendido.

## Referências

ARAÚJO, Alberto Filipe; ARAÚJO, JOAQUIM; CHAVES, I. M. Da “pedagogia do não” e do “cogito” do sonhador, em Gaston Bachelard: pensando uma educação para a imaginação. **Educação em Revista**, v. 36, 2020.

ASTOLFI, J. El trabajo didáctico de los obstáculos, en el corazón de los aprendizajes científicos. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 12, n. 2, p. 206-216, 1994.

AYALA FILHO, A. L. A construção de um perfil para o conceito de referencial em física e os obstáculos epistemológicos a aprendizagem da teoria da relatividade restrita. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.15, n.1, p. 155-179, 2010.

AZEVEDO, M. C. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. (org). **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa à prática**. São Paulo: Cengage Learning, 2004, p. 19 - 36.

BACHELARD, G. **A poética do espaço**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2008. 242 p.

BACHELARD, G. **Ensaio sobre o conhecimento aproximado**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2004.

- BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D.; PESSOA, A. M.; PRAIA, J.; VILCHES, A. **A necessária renovação do ensino das Ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.
- CANDAU, V. M. F. A didática e a formação de professores – Da exaltação à negação: a busca da relevância. In: CANDAU, V. M. F. (org.). **A didática em questão**. 36. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2014, p. 11-24.
- CORREIA, J. J.; LIMA, L. S.; MAGALHÃES, L. D. R. Obstáculos Epistemológicos e o conceito de calor. **Sitientibus Série Ciências Físicas**, v. 4, p. 1-10, 2008.
- DELIZOICOV, Demétrio. La educación en ciencias y la perspectiva de Paulo Freire. **Alexandria: revista de educação em ciência e tecnologia**, v. 1, n. 2, p. 37-62, 2008.
- DEVENTER, J. V.; WITTMANN, M. C. Comparing Student Use of Mathematical and Physical Vector Representations. **AIP Conference Proceedings** 951, 208, 2007.
- GOMES, H. J. P.; OLIVEIRA, O. B. Obstáculos epistemológicos no ensino de ciências: um estudo sobre suas influências nas concepções de átomo. **Ciências & Cognição**, v. 12, 2007.
- GUERRA, M. H. F. S. et al. Ensaio sobre os obstáculos epistemológicos presentes em estratégias metodológicas no ensino de química, uma revisão da bibliografia. **Research, Society and Development**, v. 8, n. 7, p. 1 - 14, 2019.
- GUSMÃO, L. D. **A elaboração de uma “epistemologia da imaginação e da intuição” no campo da matemática e implicações para a educação matemática: diálogos com Henri Poincaré e Gaston Bachelard**. 2018. 159 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência e a Matemática) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2018.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física**. Vol. I. Grupo Gen-LTC, 2016.
- HENDGES, A. P. B.; SANTOS, R. A. Obstáculos epistemológicos em libros didáticos de física: o gênero na Ciência-Tecnologia. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 39, n. 2, p. 584 – 611, 2022.
- JAPIASSU, H. **Para ler Bachelard**. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1976.
- KIM, E.; PAK, S. Students do not overcome conceptual difficulties after solving 1000 traditional problems. **American Journal of Physics**, v. 70, n. 7, p. 759-765, 2002.
- LOPES, Alice RC. Contribuições de Gaston Bachelard ao ensino de ciências. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 11, n. 3, p. 324-330, 1993.
- MINITSKY, R.; GURGEL, I; MUNHOZ, M. G. O quark como objeto de análise histórica e epistemológica: a física de partículas elementares em uma perspectiva bachelardiana. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 38, n. 2, p. 1309 – 1338, 2021.

- MOREIRA, M. A. Desafios no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, 2021.
- NEVES, M. C. D. et al. Galileu fez o experimento do plano inclinado? **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 7, n. 1, p. 226-242, 2008.
- PESSANHA, M. Obstáculos cognitivo-epistemológicos e modelos explicativos no estudo sobre a estrutura da matéria nas aulas de física. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 23, n. 2, 2018.
- POLUAKAN, C.; RUNTUWENE, J. Students' difficulties regarding vector representations in free-body system. **Journal of Physics: Conference Series**, vol 1120, 2018.
- SANTOS, D. O.; AGUIAR, J. V. S. A formação de conceitos sobre queda livre dos corpos: uma análise epistemológica à luz de Gaston Bachelard. **Revista Valore**, v. 6, n. especial, p. 449 – 459, 2021.
- SANTOS, S. J. F. **Decomposição de forças no plano inclinado**: uma proposta experimental visando a superação de alguns obstáculos epistemológicos. 2022. 48 f. Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura em Física) – Instituto Federal do Paraná, Foz do Iguaçu, 2022.
- SASSERON, L. H. Ensino de Ciências por Investigação e o Desenvolvimento de Práticas: Uma Mirada para a Base Nacional Comum Curricular. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 1061–1085, 2018.
- SCHWAN, G.; SANTOS, R. A. Investigação temática freireana e o enfoque CTS no ensino de ciências: currículos e práticas no Ensino Fundamental. **Olhar de Professor**, v. 23, p. 1-17, 2020.
- SILVA, F. R.; SANTOS, S. J. F.; BARBOSA, R. G. Decomposição de forças no plano inclinado: interpretando dificuldades como obstáculos. **Revista de Enseñanza de la Física**, v. 34, n. extra, 2022.
- SILVA, J. O. S.; EICHLER, M. L. Obstáculos epistemológicos, dificuldades de aprendizagem e o ensino de Química. In: **XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ)**. Florianópolis, SC, Brasil, 2016. Disponível em: <http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R2124-1.pdf>. Acesso em: 04 de abril de 2023.
- SINGH, C. Effect of misconception on transfer in problem solving. In: **AIP Conference Proceedings**. American Institute of Physics, 2007. p. 196-199.
- SIRAIT, J. et al. Students' understanding of forces: Force diagrams on horizontal and inclined plane. **Journal of Physics: Conference Series**, v. 997, 2018.
- YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. **Física I: Mecânica**. São Paulo: Pearson, 2015.

Submissão: 28/06/2023. Aprovação: 20/03/2024. Publicação: 20/08/2024.