

INVESTIGAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS: AS PROPRIEDADES FÍSICAS DO AR COM ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NOS ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL

Inquiry in Science Teaching: The Physical Properties of Air with Experimental Activities in Middle School

Marcello Ferreira

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Instituto de Física, Universidade de Brasília
E-mail: marcellof@unb.br | Orcid: <http://orcid.org/0000-0003-4945-3169>

Wellington Eduardo Moreira

Colégio Estadual Professora Ester da Cunha, Secretaria de Estado da Educação de Goiás
E-mail: wellingtonemoreira@gmail.com | Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0910-5119>

Khalil Oliveira Portugal

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Instituto de Física, Universidade de Brasília
E-mail: khalil.portugal@unb.br | Orcid: <http://orcid.org/0000-0002-9239-4443>

Darlan Quinta de Brito

Secretaria de Estado de Educação do DF, Faculdade de Planaltina, Universidade de Brasília
E-mail: darlanbrito@unb.br | Orcid: <http://orcid.org/0000-0002-6440-8473>

Olavo Leopoldino da Silva Filho

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Instituto de Física, Universidade de Brasília
E-mail: olavolsf@unb.br | Orcid: <http://orcid.org/0000-0001-8078-3065>

Marcos Rogério Martins Costa

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Instituto de Física, Universidade de Brasília
E-mail: marcosrmcosta15@gmail.com | Orcid: <http://orcid.org/0000-0002-4627-9989>

Recebido em: 12/04/2022

Aceito em: 22/04/2022

Resumo

A presente pesquisa discute como atividades investigativas auxiliam na aprendizagem significativa de conhecimentos físicos, por meio da análise de um caso. Inicialmente, é apresentado um panorama teórico do ensino por investigação e, em seguida, analisada a aplicação de uma sequência de ensino investigativa acerca das propriedades do ar com estudantes do 7º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública de Goiânia/GO. Considerando o contexto em que os estudantes estão inseridos e suas práticas diárias, a sequência investigativa foi desenvolvida com materiais de baixo custo, incorporando as três possibilidades em atividades experimentais (demonstração, verificação e investigação) durante quatro aulas. As estratégias didáticas possibilitaram que os estudantes compreendessem os conceitos físicos de maneira simples e acessível. A elaboração de um carrinho pelos estudantes promoveu discussões práticas, mobilizando seus conceitos prévios, e as observações das fases experimentais colaboraram na construção de uma aprendizagem significativa. A análise das respostas da etapa de sondagem e após o desenvolvimento da sequência investigativa corroboraram para inferência de que os estudantes compreenderam e assimilaram os conteúdos científicos nas atividades de demonstração e de investigação. Mesmo em um contexto de ensino remoto (ou a distância), a aplicação da sequência de ensino investigativa pode ser promovida com simplicidade e eficácia, desde que seja planejada e atenta às particularidades sociais e, portanto, apresenta-se como uma alternativa de ensino investigativo de física nos Anos Finais do Ensino Fundamental.

Palavras-chave: Ensino de Ciências, Atividades Investigativas, Propriedades do Ar, Anos Finais do Ensino Fundamental.

Abstract

This research discusses how inquiry activities assist in the meaningful learning about physical properties through a case study. Initially, a theoretical background of inquiry in science teaching is presented, and then an inquiry-based teaching sequence about the properties of air was planned and applied to 7th grade students from Middle School, in a public school from Goiânia (Goiás State, Brazil). Considering the social environment and students' daily practices, the sequence was developed with low-cost materials and incorporated the three stages of the experimentation process (demonstration, verification and investigation) in four classes. As result, the adopted didactic strategies enabled students to understand the physical concepts in a simple way. A car developed by the own students motivated them and promoted practical discussions mobilizing their prior concepts and the observations of the experimental phases in the process of meaningful learnings. The comparative analysis of students' prior responses and after the inquiry-based teaching sequence demonstrated that they understood scientific contents worked in classroom through demonstration and investigation stages. Even in a distance learning context, the application of this inquiry-based teaching sequence can be easily promoted and can be another alternative for investigative teaching of physics in middle school, provided it is well-planned and attentive to social particularities.

Keywords: Inquiry science teaching, exploratory activities, Properties of Air, Middle school.

INTRODUÇÃO

Uma das propostas do ensino de ciências é promover um espaçotempo em que os estudantes encontrem subsídios para refletir acerca dos fenômenos naturais e que busquem meios para que o senso crítico seja estimulado (COSTA, 1999). Nessa perspectiva, o professor viabiliza a conexão entre os conhecimentos trazidos pelos estudantes de suas experiências diárias e o conhecimento científico (MOREIRA, 2009).

A integração e a discussão amplificada acerca dos fenômenos da natureza, perpassando sua formação, sua causa e seus efeitos, permite que o estudante compreenda a ciência como tudo que ele vê e a que tem acesso, admitindo-a como algo infinito e inacabado. Mais ainda, passível, a todo momento, de discussão, para que não a assuma como conhecimento de memorização e repetição.

A aprendizagem se torna significativa quando referenciada em problemáticas contextuais, baseada em conhecimentos prévios, estruturada hierarquicamente e produtora de relações de significação (SILVA FILHO; FERREIRA, 2018; FERREIRA *et al.*, 2020; FERREIRA *et al.*, 2021; SILVA FILHO *et al.*, 2021; SILVA FILHO; FERREIRA, 2022). Dessa forma, o estudante é capaz de relacioná-la com conhecimentos já adquiridos em meios não formais e de perceber que existem diversas possibilidades e perspectivas no estudo de um tema.

[...] É importante reiterar que a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não-literal e não-arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva (MOREIRA, 2012, p. 2).

O propósito da educação em ciências é que o estudante desenvolva uma visão crítica e ampla do mundo em que vive, com clareza das determinações e das contradições científicas e da compreensão do espaço que ocupa, de acordo com a sistematização e reflexão das informações que assimilou em ambientes formais e não formais.

A educação em ciências, por sua vez, tem por objetivo fazer com que o aluno venha a compartilhar significados no contexto das ciências, ou seja, interpretar o mundo desde o ponto de vista das ciências, manejar alguns conceitos, leis e teorias científicas, abordar problemas raciocinando cientificamente, identificando aspectos históricos, epistemológicos, sociais e culturais das ciências (MOREIRA, 2004, p. 1).

A contemporaneidade em que os estudantes vivem e brincam está perpassada de conceitos físicos que podem ser aproveitados em sala de aula. É possível relacionar os estudos disciplinares com atividades do cotidiano, para que a física faça parte de sua formação científica desde os primeiros anos do Ensino Fundamental (CARVALHO *et al.*, 2010).

A psicologia cognitivista e as referências epistemológico-genéticas e do desenvolvimento, discutidas por Ausubel, Piaget e Vygotsky, destacam a relevância dos processos mentais superiores e como eles colaboram fortalecendo as estruturas cognitivas. Dessa forma, ao ensinar as ciências, é importante lançar mão de atividades que tragam diferentes significados ao estudante, para que a aprendizagem significativa esteja presente nos espaços que ele ocupa, ampliando as noções acerca da ciência como conteúdo cultural e como dispositivo crítico.

Em meados de 1942, com a reestruturação do sistema educacional, o ensino de ciências é inserido no currículo brasileiro¹. A Reforma de Capanema² visava proporcionar um ensino mais humanístico, buscando a formação de individualidades. Nessa época, não existia curso que habilitasse um profissional a lecionar ciências; logo, os professores dessa área não possuíam formação específica e as aulas eram ministradas, em geral, por profissionais da saúde e das engenharias (DIAS SOBRINHO, 2002).

Durante o século XX, com a implementação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (Lei nº 4024/61) e com o desenvolvimento científico e tecnológico, o Brasil passou a importar modelos de educação norte-americanos com base num modelo pautado no capital financeiro e industrial, em que as relações homem-tecnologia-meio ambiente foram mais fortemente significadas pelas lógicas do consumo e da competição. Nesse paradigma, as metodologias adotadas (em geral, pautadas em instrucionismo, memorização, regime de metas, tradução de materiais didáticos e importação de estruturas laboratoriais) não foram eficazes, uma vez que os professores não possuíam treinamento e tampouco habilitação para utilizar os seus instrumentos.

Como consequência, o ensino de ciências no País ficou limitado a procedimentos mecânicos, levando os estudantes a decorarem textos, fórmulas e leis científicas e as repetindo como verdades absolutas, sem reflexão e sem criticidade. O fortalecimento de estruturas cognitivas e o alcance da zona de desenvolvimento iminente discutidos, a partir de 1950, pela psicologia cognitivista (MOREIRA, 2011), reacenderam o debate acerca da importância de uma educação crítica e questionadora, bem como a formação de um ser humano que se posiciona e que transforma o meio em que vive, alfabetizando o estudante cientificamente para que ele dialogue, modifique e aplique o conhecimento adquirido em sala de aula em situações cotidianas, tornando-o um agente que influencia na tomada de decisões da sociedade em que vive (BRASIL, 1998).

A Alfabetização Científica, discutida por muitos autores (BACHELARD, 1996; CHASSOT, 2003; DELIZOICOV, 2001; LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001), considera que os estudantes se apropriam do conhecimento científico quando conseguem interpretar situações trazidas de suas vivências, refletindo acerca das causas e dos efeitos do problema originário, possibilitando a compreensão do mundo de forma mais consciente (SASSERON; CARVALHO, 2008). Para isso, é

¹ Promulgação da Lei Orgânica do ensino secundário 4244/1942.

² Nome que foi dado a essas transformações na educação brasileira. Foi liderada pelo então Ministro da Educação, Gustavo Capanema.

importante que, no ambiente escolar, professores e estudantes articulem discussões que envolvam assuntos e temas próximos, para que, então, os conhecimentos prévios sejam confrontados, investigados e questionados de forma científica (BRASIL, 1998; SASSERON; CARVALHO, 2008). Muitas são as formas de problematizar e levar os estudantes à investigação no ensino de ciências. Trataremos, neste trabalho, de um caso ilustrativo e exemplar, ambientado em algumas atividades experimentais acerca da pressão atmosférica. Vale salientar que tais atividades complementam e qualificam aquelas de cunho teórico e auxiliam a formação, composição e organização do pensamento que o conteúdo abordado exige (GASPAR, 2009).

Inúmeras são as discussões para a melhoria na abordagem educacional. Destacamos aqui, como caso analítico, o ensino de física em que existe uma grande necessidade de fazer com que os estudantes se sintam mais motivados, pois vários estudos apontam o desinteresse pelas aulas de física (TORRE, 2006). Acerca disso, a baixa – ou mesmo desqualificada – participação dos estudantes em processos de ensino e aprendizagem deve-se, sobretudo, à forma em que são conduzidas as aulas e como é exposto o conteúdo, em que a discussão e interação professor-estudante não fazem estrategicamente parte das propostas pedagógicas (BERRUTTI, 1997).

Para que essa motivação seja alcançada, é importante considerar o interesse que os estudantes têm acerca dos assuntos discutidos. Uma estratégia para mantê-los participativos é inseri-los como agentes centrais no processo de aprendizagem, abordando situações que despertem interesse. Mesmo assim, fazer com que eles se sintam motivados não se resume a inovar em algumas aulas. É fundamental que o professor se torne um agente investigativo e que passe de um simples expositor a orientador do processo de ensino (AZEVEDO, 2012).

[...] O que se aspira hoje da escola, é despertar o interesse dos indivíduos para conceitos fundamentais e verificar quais suas ideias sobre o assunto em estudo, e, após os envolver em atividades de explicação dos fenômenos naturais, torná-los capazes de aplicar os conhecimentos adquiridos em novas situações [...] pois, para participar efetivamente de uma sociedade, é necessário que o indivíduo tenha sensibilidade para identificar questões, compreender seu significado, bem como as limitações e as perspectivas dos problemas levantados, e assim ficar apto a tomar decisões fundamentadas de forma responsável e coerente com seus valores e suas posturas éticas [...] (KRASILCHIK; MARANDINO, 2007, p. 40).

Diante das discussões apresentadas, é indispensável que o professor se mantenha atualizado perante questões sociocientíficas, buscando tecnologias inovadoras para ensinar ciências com métodos modernos, frente às demandas tecnológicas, e outros meios que possibilitem significados para os estudantes, oferecendo atividades que partem do conhecimento prévio para o novo conhecimento (CARVALHO *et al.*, 1998).

Com relação às questões sociocientíficas, Santos e Mortimer (2009) sugerem que sejam inseridas no currículo com perguntas que gerem controvérsias já que podem proporcionar discussões e debates, promovendo a reflexão acerca dos assuntos que permeiam o universo em que o estudante está inserido.

Ainda para Santos e Mortimer (2009), diferentes são as maneiras em que as questões sociocientíficas colaboram no ensino de ciências; os autores as apresentam em cinco categorias: (i) relevância – em que os estudantes são incentivados a associar as experiências escolares com situações do cotidiano; (ii) motivação – a fim de promover uma maior curiosidade acerca dos assuntos de teor científico; (iii) comunicação e argumentação – auxiliar os estudantes a apresentarem suas ideias, bem como se atentar às dos demais; (iv) análise – contribuir para que o estudante desenvolva um raciocínio

mais analítico, com maior exigência cognitiva e (v) compreensão – colaborar com a aprendizagem dos conceitos científicos, bem como os associados à natureza da ciência.

Para Newton, Driver e Osborne (1999), as questões sociocientíficas apresentam, além dos citados, objetivos como promover nos estudantes a capacidade de argumentação. Dessa maneira, e considerando as questões sociocientíficas para a promoção de um ambiente escolar que possa favorecer a alfabetização científica é que propomos, neste estudo, entender como a valorização das experiências dos estudantes colabora para a compreensão dos conteúdos de física acerca de propriedades do ar (SANTOS; MORTIMER, 2009).

Diante da contextualização acerca do ensino de ciências, da importância das conexões promovidas em sala de aula trazendo à tona a prática dos estudantes e da maneira como os estudantes assimilam o novo conhecimento, indaga-se: *Como as atividades experimentais possibilitam a compreensão dos conteúdos de física na formação científica dos estudantes dos Anos Finais do Ensino Fundamental?* Buscou-se responder a tal problemática com a investigação descrita neste trabalho.

Partindo do pressuposto que as atividades investigativas auxiliam na promoção e desenvolvimento cognitivo (MOREIRA, 2009; 2011), temos como suposição de pesquisa que a investigação no ensino de ciências pode contribuir para que tais resultados sejam obtidos, durante as aulas, com mais reflexão por parte do estudante que constrói seu pensamento. Desse modo, este estudo tem por objetivo geral: viabilizar reflexões, por meio de atividades experimentais, acerca da existência e da incidência de força pelo ar quando submetido a compressão, elasticidade, expansibilidade e variação de temperatura, compreendendo como as atividades investigativas auxiliam na promoção e no desenvolvimento do conhecimento físico. Para que tais objetivos sejam alcançados, foi realizada uma sequência de ensino investigativa (SEI) considerando os elementos investigativos acerca das propriedades do ar com estudantes do 7º ano do Ensino Fundamental.

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-METODOLÓGICA

O modelo tradicional de ensino, em que as informações são transmitidas aos estudantes, com ausência de ação transformadora, a inexistência de debates, ainda que haja oportunidades, considerando apenas o uso de livros didáticos, apostilas e exercícios na lousa não vai ao encontro das concepções sociointeracionistas do ensino de ciências. Desse modo, é desejável considerar-se métodos que não fomentem a simples memorização de conteúdos, mas a assimilação e compreensão da relação do estudante com o meio em que vive para que o conhecimento não seja rapidamente esquecido.

O ambiente escolar tem como responsabilidade instruir e preparar os estudantes para que sejam sujeitos sociais ativos, críticos e autônomos³.

Em seu processo de construção, a Física desenvolveu uma linguagem própria para seus esquemas de representação, composta de símbolos e códigos específicos. Reconhecer a existência mesma de tal linguagem e fazer uso dela constitui-se competência necessária, que se refere à representação e comunicação (BRASIL, 2000, p. 26).

Na abordagem de ensino investigativo, não há uma única resposta correta, mas construções coletivas em que as atividades são conduzidas pelos estudantes, sendo o professor um instigador

³ A própria legislação brasileira orienta as escolas nesse sentido por meio da Lei 9.394/96, Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), em 1997 e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), em 2018.

(GIBIN; SOUZA, 2016). Assim, ao tratar assuntos relacionados a propriedades do ar, é importante que os professores se apropriem da linguagem da física para que os conteúdos não sejam trabalhados de maneira superficial; com isso, intenta-se contribuir com o desenvolvimento da autonomia do estudante (BRASIL, 2000).

Como conteúdos físicos abordados no ensino fundamental comumente não advêm de situações do cotidiano dos estudantes, estes não interiorizam os saberes físicos nessa etapa, e as defasagens acerca de conceitos básicos da física são aprofundadas no Ensino Médio, gerando aversão à disciplina por muitos deles. Desse modo, a disciplina passa a ser “considerada, por muitos estudantes, como um imenso desafio a ser superado” (FERREIRA; SILVA FILHO, 2021, p. 11).

A relevância das discussões acerca dos conteúdos de física no ensino fundamental se justifica pelo fato de, nessa etapa, os estudantes apresentarem maior motivação para a descoberta (CARVALHO *et al.*, 2010). Também nessa etapa, tem-se uma oportunidade de ampliar os horizontes e firmar uma base sólida e concreta para o desenvolvimento de competências e habilidades que os nortearão ao aprofundamento desses conceitos abordados no ensino médio.

É importante considerar que não é qualquer problema que desperta o interesse dos estudantes, pois cada sujeito experiencia situações que provocam e os incitam de maneira distinta. A escolha do problema deve fazer sentido, valorizando as experiências diárias dos estudantes, para que eles, a partir disso, construam, e elaborem possíveis explicações para os fenômenos propostos (CARVALHO *et al.*, 2010).

Ainda na perspectiva da descoberta e da curiosidade, ao inserir os conhecimentos físicos no ensino fundamental, o professor viabiliza e possibilita a democratização no ensino de ciências, oferecendo meios para que os estudantes busquem se tornar protagonistas do seu conhecimento.

1.1. Atividades de investigação no ensino de ciências

No ensino de física, é relevante expor problemas para serem explicados e solucionados pelos estudantes, para que percebam que ela faz parte do espaço que eles ocupam. De acordo com Hodson (1992) e Carvalho (2014), os estudantes apresentam melhor seus conhecimentos quando participam de atividades investigativas que se assemelham às atividades desenvolvidas em laboratórios por cientistas. Nesse sentido, o ensino por investigação se apresenta como um procedimento didático que favorece e aprimora a autonomia do estudante, permitindo que esse indivíduo seja capaz de tomar decisões e resolver problemas (SÁ; MAUÉS; MUNFORD, 2008).

Borges (2002, p. 303) defende que “qualquer ação pedagógica só tem valor se tiver origem no aprendiz e se este tiver pleno controle das ações”. Dessa maneira, as concepções trazidas pelos estudantes devem ser pensadas como centrais aos processos de aprendizagem; ainda que diverjam de postulados científicos formais, as concepções alternativas devem ser consideradas. Bachelard (2004, p. 251), a esse respeito, descreve que “o erro é uma etapa da dialética que precisa ser transposta; ele [o erro] suscita uma investigação mais precisa, é o elemento motor do conhecimento”.

Ainda que o estudante seja protagonista da produção do seu conhecimento, há de considerar a formação e o preparo do professor para discutir e ampliar os debates em sala, integrando conceitos interdisciplinares sem escolher os conteúdos que lhe trazem maior segurança. O profissional deve estar atento que a ciência é mutável e flexível e, por isso, deve sempre se atualizar e reconstruir seu conhecimento.

Grande parte dos conceitos físicos é utilizada erroneamente pelos professores do Ensino Fundamental nas aulas de ciências, o que contribui para um Ensino de Ciências frágil e debilitado no que diz respeito aos conteúdos de Física. Muito da aprendizagem de Física no decorrer do período escolar do aluno depende da forma como esse contato inicial ocorre. Em geral, as crianças que inicialmente têm interesse e motivação para aprender ciências, vão perdendo ao longo de sua escolarização a curiosidade científica inicial (OSTERMANN; MOREIRA, 1999, p. 47).

A necessidade de integrar os conteúdos de biologia, física e química faz com que a formação continuada seja fundamental para o professor de ciências, capacitando-o a transcender o ensino baseado exclusivamente nos livros didáticos e outros materiais que levem à memorização de conceitos científicos para testes externos. Acerca de livros didáticos, Cerri e Tomazello (2011) afirmam:

Os livros de ciências para o Ensino Fundamental costumam ser muito coloridos, de agradável leitura. Entretanto, as atividades propostas e sugeridas deixam a desejar, pois, em geral, não partem de pequenos problemas, de pequenas investigações e com isso, não ajudamos professores a desenvolverem a sua competência de promover nas crianças a capacidade de investigar (CERRI; TOMAZELLO, 2011, p. 75).

Vários estudos acerca das atividades investigativas no ensino de ciências apontam que os estudantes tendem a aprender ciências de maneira mais clara e fácil enquanto sujeitos participativos (CARVALHO, 2004; FREITAS, 2011; SANTOS; MORTIMER, 2009). Para Munford e Lima (2007), o ensino por investigação demonstra como levar à escola aspectos inerentes à prática dos cientistas. De acordo com as autoras, a prática possibilita pensar a ciência de maneira diferente daquela com a qual o professor tradicional está habituado, sem a tradicional exclusiva exposição de conteúdos na lousa. Assim, o estudante, nesse modelo de ensino, deixa de só ouvir e se torna agente participativo no processo.

Nessa perspectiva, foi elaborada uma SEI a fim de promover, por meio de atividades de investigação, reflexões e discussões de conteúdos de física acerca das propriedades do ar, fazendo com que os estudantes argumentem e discorram, considerando as práticas cotidianas acerca do tema proposto.

1.2. Pressupostos Teóricos da Aprendizagem

Na década de 1960, os estudos acerca da causalidade do comportamento considerando o ambiente e os estímulos por ele provocados – o behaviorismo –, estimularam as discussões acerca da psicologia cognitivista. Vários foram os estudiosos que colaboraram com as discussões cognitivistas, e embasamos esta pesquisa nas concepções trazidas por Ausubel, Piaget e Vygotsky. De acordo com Vygotsky, em particular, a cultura e a linguagem são os pontos fundamentais para a formação dos saberes e, para que esses saberes sejam formados e estabelecidos é necessária a mediação humana (OLIVEIRA, 2002).

O indivíduo está, a todo momento, construindo seu conhecimento, e este processo está inteiramente ligado às suas experiências, sendo que essas podem ser anteriores à sua inclusão no espaço escolar. Sendo assim, o conhecimento do indivíduo é caracterizado como um processo histórico-cultural a que ele se vincula, compreende e aprende por meio de suas interações (MARTINS; MOSER, 2012). A escola é a instituição que oferece o espaço que este indivíduo necessita para ter acesso a discussões que promovem o desenvolvimento da criticidade, sendo o professor um agente que colabora com o processo de aprendizagem e descoberta, interagindo socialmente com os estudantes (GASPAR, 2009).

As interações promovidas no ambiente escolar fazem com que os estudantes tenham contato com diferentes situações, ampliando a maneira como veem o mundo e observando os problemas e obstáculos por outro ângulo. A interação social caracteriza, entre outros aspectos, a diferença entre as funções mentais elementares e as funções mentais superiores (MOREIRA, 2009; 2011).

A distinção dos dois conceitos é que, no primeiro, observamos o comportamento humano natural, instintivo, percebidos desde a infância; já nas funções mentais superiores, há a inclusão de tudo que julgamos como pensamento, como resolução de problemas e a imaginação (LEFRANÇOIS, 2015).

Para que as funções superiores sejam alcançadas, é indispensável que a Zona de Desenvolvimento Iminente seja estimulada.

[...] distância entre o nível de desenvolvimento cognitivo real do indivíduo, tal como medido por sua capacidade de resolver problemas independentemente, e o seu nível de desenvolvimento potencial, tal como medido através da solução de problemas sob orientação de alguém (um adulto, no caso de uma criança) ou em colaboração com companheiros mais capazes (VYGOTSKY, 1988, p. 97).

O professor, nesse sentido, é o agente que aproxima o estudante das atividades propostas em sala, tendo o estudante a incumbência de pensar acerca das próximas ações que serão desenvolvidas.

Paralelamente, Ausubel, ao argumentar acerca do seu objeto de estudo, a aprendizagem significativa, comenta que o significado do novo conhecimento surge da relação e contato com o conhecimento especificamente relevante, sendo que esse conhecimento já pode ser encontrado na estrutura cognitiva do estudante, com certo grau de estabilidade e diferenciação. Ao apresentar o conceito de subsunçores, explicações carregadas pelos estudantes acerca de determinados conteúdos, Ausubel fundamenta que a apropriação de novos conceitos tem início nos conflitos entre os subsunçores e o novo conhecimento, promovendo a assimilação. Nesse sentido, a assimilação opera como o conhecimento produzido após este processo de modificação dos conceitos (MOREIRA, 2009; 2011).

Considerando que o conhecimento e a inteligência ocorrem de maneira processual, Piaget chama a atenção para os caminhos percorridos quando o estudante passa de um estado de menor equilíbrio para um estado de equilíbrio superior (PIAGET, 1999). Para Piaget, o conhecimento não é copiado de outrem e sim uma inclusão, já que o indivíduo possui em si, uma estrutura mental pré-existente (CAVICCHIA, 2010).

Desse modo, refletindo acerca das teorias cognitivistas, é relevante considerar que elas destacam as relações que os estudantes possuem com o meio e que o pensamento é construído a partir da junção e análise do antigo com o novo conhecimento (LEFRANÇOIS, 2015). Com efeito, a atividade investigativa encontra-se embasada nesses autores quando se propõe analisar as relações que os estudantes possuem com o meio, esclarecendo como ocorre o desenvolvimento, a maturação do conhecimento e a autonomia em cada etapa proposta na SEI realizada neste estudo.

As concepções de Ausubel, Piaget e Vygotsky colaboraram com a construção e formatação da sequência aqui apresentada, para que os estudantes associem os conhecimentos que possuem aos adquiridos durante o processo, para que a aprendizagem possua então significado e o novo conhecimento faça parte de suas vivências.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa translacional foi usada como método de elaboração de proposições e suas implementações, pois objetiva que a ciência já produzida (nos referimos aqui à ciência acadêmica, restrita a universidades e meios formais), resulte em algo útil para a vida do estudante, e que esse conhecimento possa ser utilizado em suas práticas diárias (COLOMBO; ANJOS; ANTUNES, 2019). O método considera todo o processo, todas as etapas da SEI, todos os sujeitos e instrumentos envolvidos, tanto da escola quanto da universidade⁴. A reflexão acerca do planejamento, da prática e das suas contradições, bem como da avaliação das metodologias e dos resultados obtidos com a aplicação da SEI que promovem transição entre sujeitos, saberes e o mútuo desenvolvimento institucional caracterizam a pesquisa translacional (COLOMBO; ANJOS; ANTUNES, 2019).

Nesse método, o conhecimento já estabelecido e consolidado nas universidades deve ser acessado e testado de modo a não ser desvinculado da realidade do estudante, fazendo assim, sentido para eles, uma vez que começa a fazer parte de suas práticas (COLOMBO; ANJOS; ANTUNES, 2019). Segundo Moreira (2018), as publicações científicas se tornam mais valorosas e fazem mais sentido quando aplicadas e levadas pelos professores à sala de aula.

O termo translacional sugere que resultados de pesquisa existem, estão à mão, mas devem ser traduzidos à linguagem da prática. [...] os resultados dessa pesquisa estão publicados e muitos deles poderiam ser trazidos à sala de aula, ou seja, transladados à prática ao invés de ficarem restritos à academia. Nessa translação, a participação dos professores seria indispensável (MOREIRA, 2018, p. 74-75).

A importância dos professores nesse processo dá-se pelo fato de que, por meio deles, as pesquisas de cunho interdisciplinar possam chegar até a sala de aula e não apenas permaneçam fomentando bancos e bibliotecas universitárias, mas que se tornem um instrumento de análise em suas vivências e estejam à disposição da sociedade, que sejam utilizadas por ela (MOREIRA, 2018).

O presente estudo, desenvolvido em parceria com o curso de Especialização em ensino de Ciências, Ciência é 10, permitiu o planejamento, a implantação, a avaliação das propostas de ensino investigativo de modo que a universidade, ao levar as teorias para a escola com o auxílio dos professores cursistas, promovesse a troca de experiências, a universidade com os teóricos e os estudantes com a prática, sustentando o modelo de pesquisa translacional.

Desse modo, a pesquisa translacional colabora com o refinamento dos instrumentos utilizados na SEI, culminando num produto, conhecimento, que é resultado da união de elementos de todo o processo, com a finalidade de conferir maior rigor à prática pedagógica (COLOMBO; ANJOS; ANTUNES, 2019). Para isso, foi desenvolvida uma SEI a fim de acompanhar o desempenho dos estudantes por etapas. A sequência não é engessada, as etapas podem ser modificadas conforme as discussões, argumentos e necessidade podendo, durante o percurso, tomar outros rumos.

Segundo Castro (1976, p. 55), a elaboração e adoção de sequências didáticas é de grande relevância pois a “aprendizagem por unidades atende às necessidades do estudante de maneira mais efetiva”. Para Oliveira (2013), a SEI é:

[...] um procedimento simples que compreende um conjunto de atividades conectadas entre si, e prescinde de um planejamento para delimitação de cada etapa e/ou atividade para trabalhar os conteúdos disciplinares de forma integrada para uma melhor dinâmica no processo ensino aprendizagem (OLIVEIRA, 2013, p. 39).

⁴A pesquisa se desenvolveu no âmbito do Curso de Especialização no Ensino de Ciências C10 da Universidade de Brasília.

Nesse sentido, a SEI viabiliza o entendimento dos conteúdos propostos por meio de atividades que são interligadas, estimulando os estudantes a estabelecerem conexões entre elas e entre o mundo em que vivem.

O instrumento inicial para a coleta de dados foi o questionário aplicado em duas etapas da SEI, na primeira, para efeito de sondagem, a fim de observar os conhecimentos prévios dos estudantes acerca do tema e na quarta etapa para reflexão e análise de desempenho dos estudantes. Para uma melhor sistematização das ideias, as respostas foram transcritas para o software *wordclouds*⁵ que constrói relações entre as palavras utilizadas pelos estudantes.

Para assessorar os estudantes no momento da experimentação, foi utilizado o aplicativo de comunicação *WhatsApp* para chamadas e gravações de vídeos e fotos, já que a etapa de construção do carrinho não pode ser realizada na unidade escolar por conta da pandemia de covid-19 e da ausência de espaço físico.

Os registros fotográficos e vídeos foram utilizados para captar, posteriormente, o que não foi percebido durante a sequência investigativa.

É importante enfatizar, que ao utilizar imagens, [...] não se devem considerá-las neutras, simplesmente como documentos captados por uma lente ou por um artista, isto as limitaria a objetos “naturais”, quando na verdade essas imagens são construídas socialmente dentro de padrões específicos, que demonstram entre tantas coisas as regras com as quais o sistema de poder é definido e delimitado em determinada época e sociedade. Imagens produzidas em situações de pesquisa têm as mesmas marcas de subjetividade que registros manuscritos, porém podem trazer mais elementos do contexto observado (DIAS; CASTILHO; SILVEIRA, 2018, p. 84).

A inserção dessas imagens na pesquisa foi autorizada pela representante da instituição escolar e pelos responsáveis dos estudantes via Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, devidamente assinado.

A metodologia de análise utilizada nesta pesquisa foi do tipo qualitativa. Creswell (2010, p. 43) a define como um meio que busca compreender como os problemas são analisados pelos indivíduos ou grupos, sendo um de seus instrumentos a interpretação pessoal dos achados.

O processo de pesquisa envolve as questões e os procedimentos que emergem, os dados tipicamente coletados no ambiente do participante, a análise dos dados indutivamente construída a partir das particularidades para os temas gerais e as interpretações feitas pelo pesquisador acerca do significado dos dados (CRESWELL, 2010, p. 26).

Assim, as análises neste estudo consideram a subjetividade do indivíduo durante todo o processo de aprendizagem, buscando identificar as transformações que ocorrem no pensamento em relação ao novo e à interação com outros indivíduos e com o meio, para que seja percebida e evidenciada a evolução cognitiva por meio do domínio dos conteúdos propostos com a aplicação de atividades experimentais. Desse modo, o estudante, durante o processo, pode refletir acerca das inúmeras possibilidades do conhecimento que foi adquirido de maneira plural e não engessada como em questionários e exercícios de caráter puramente objetivos.

⁵ Disponível em: <https://www.wordclouds.com/>. Acesso em: 14/10/2021.

2.1. *Lócus da pesquisa e sujeitos envolvidos*

A pesquisa foi desenvolvida em uma escola da Rede Municipal de Educação do Estado de Goiás, com estudantes do 7º ano dos Anos Finais do Ensino Fundamental, e realizada na segunda quinzena do mês de setembro de 2021.

A Escola Municipal Geralda de Aquino oferece turmas dos Anos Finais do Ensino Fundamental no período da manhã (6º ao 9º ano), dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental no período vespertino (1º ao 5º ano) e Educação de Jovens e Adultos no período noturno. A instituição, localizada na região Central da Cidade Jardim, em Goiânia, estado de Goiás, sofre com déficits de professores de matemática, o que dificulta o cumprimento dos horários de aulas de cada professor e a execução de atividades programadas, diante das faltas e atestados por suspeitas de covid-19.

Em decorrência da pandemia de covid-19, 23 estudantes frequentam as aulas de maneira presencial no 7º ano, sem revezamento. Os demais são assessorados via aplicativo de mensagens e se encontram em sistema apostilado domiciliar. O número de estudantes matriculados é superior, chegando a 74 em três turmas, porém, a maioria deles permanece em casa por conta das limitações e dificuldades impostas pela pandemia.

2.2. *A aplicação da Sequência de Ensino Investigativo (SEI)*

As atividades de investigação são de caráter mais extenso, com discussões amplas e as etapas podem sofrer alterações conforme o desenvolvimento, análise e nível das discussões. O ensino por investigação é conduzido conforme o progresso dos estudantes, sem roteiros ou cronogramas rígidos que congelem e limitem as discussões (OLIVEIRA, 2010). Ainda que existam barreiras para o ensino de ciências nas instituições públicas, como ausência de laboratórios e materiais, é relevante considerarmos todo o espaço escolar como ambiente passível de se desenvolver e aplicar atividades experimentais (BORGES, 2002).

A SEI proposta busca incorporar três etapas possíveis do processo de experimentação: demonstração e/ou verificação e/ou investigação. Tal construção contribui para o fortalecimento de uma cultura científica efetiva nos estudantes, com situações que permitam a reflexão acerca dos fenômenos naturais a partir da investigação científica (ARAÚJO; ABIB, 2003).

A análise do papel das atividades experimentais desenvolvidas amplamente nas últimas décadas revela que há uma variedade significativa de possibilidades e tendências de uso dessa estratégia de ensino de Física, de modo que essas atividades podem ser concebidas desde situações que focalizam a mera verificação de leis e teorias, até situações que privilegiam as condições para os alunos refletirem e reverem suas ideias a respeito dos fenômenos e conceitos abordados, podendo atingir um nível de aprendizado que lhes permita efetuar uma reestruturação de seus modelos explicativos dos fenômenos (ARAÚJO; ABIB, 2003, p. 177).

Desse modo, com atividades que discutem a física experimental, os estudantes são instigados a pensar a física, desde o início dos Anos Finais do Ensino Fundamental, como objeto contínuo de transformação e o raciocínio analítico que auxilia na resolução de problemas, como proposto nos PCNs para o ensino médio (BRASIL, 2000).

Para sintetizar o movimento realizado nessa investigação, o Quadro 1 aborda a SEI e as principais ações desenvolvidas durante sua aplicação, sendo planejadas em quatro aulas de 60 minutos.

Quadro 1 - Etapas da SEI.

Etapa	Objetivos	Procedimentos/Instrumentos	Avaliação
1ª Aula Questionário de Sondagem e Discussão	Investigar como os estudantes compreendem o conceito de pressão do ar. Observar como os estudantes compreendem, em suas atividades diárias, conceitos da física relacionados ao ar.	Aplicação de questionário diagnóstico impresso seguido de discussão.	Análise das ideias apresentadas no questionário e participação na discussão.
2ª Aula Demonstração	Estimular a investigação por meio da observação de atividades de experimentação.	Demonstrar, por meio de experimentos, a existência das propriedades do ar.	Participação no levantamento de hipóteses e discussão.
3ª Aula Investigação	Promover atividades experimentais a fim de desenvolver habilidades como pesquisa, análise e verificação.	Construção de carrinhos utilizando bexigas.	Interesse, desenvolvimento e resultados da construção do carrinho.
4ª Aula Reaplicação do questionário	Discutir a atividade diagnóstica inicial refletindo acerca dos acertos e erros cometidos.	Reaplicação do questionário diagnóstico e discussão geral do processo de investigação.	Análise e progresso dos estudantes na adoção e incorporação dos conceitos científicos.

Fonte: Elaboração própria (2021).

Para Sedano, Oliveira e Sasseron (2009), ensinar Ciências Naturais por meio de sequências didáticas pode viabilizar condições para que os estudantes trabalhem e discutam temas científicos utilizando, para isso, elementos da comunidade científica como a experimentação e a pesquisa. Dessa forma, e considerando as concepções de aprendizagem significativa trazidas por Ausubel (MOREIRA, 2009; 2011), a inclusão de conhecimentos de forma processual discutida por Piaget (PIAGET, 1999) e a importância da mediação dos professores apresentada por Vygotsky (OLIVEIRA, 2002), é que foram elaboradas as etapas da SEI apresentada.

3.2.1 Primeira Etapa – Diagnóstico

A SEI inicia com a aplicação de uma atividade diagnóstica (apêndice A), com cinco questões abordando situações do dia a dia do estudante que contemplem as propriedades do ar. A atividade foi impressa e assumida como um instrumento avaliativo diagnóstico que pode ser discutido no processo de aprendizagem contínua.

A intenção em aplicar o questionário foi considerar a pertinência e valor das discussões propostas nas etapas seguintes; e compreender, de acordo com as ideias de Ausubel, a bagagem que os estudantes trazem de suas vivências e de conteúdos ensinados anteriormente. A partir disso, seriam confrontados com situações mais bem direcionadas, didática e experimentalmente (CARVALHO, 2004).

3.2.2 Segunda Etapa – Discussão

Após a realização da atividade de sondagem, foi iniciado um debate com as seguintes perguntas norteadoras: *Já ouviram falar na palavra pressão? O que vocês entendem por ela?* Durante a discussão, foi observado o nível de compreensão dos estudantes acerca do tema, mesmo que as respostas fugissem ligeiramente da temática principal. O objetivo desta etapa é fazer com que os estudantes ampliem o pensamento acerca da diversidade de conceitos trazidos pela palavra para, dessa maneira, além de conhecer outros significados, relacioná-la às propriedades do ar.

3.2.3 Terceira Etapa – Demonstração e Verificação

Nesta etapa, a fim de corroborar com os fundamentos das propriedades físicas do ar e buscar respostas às questões mencionadas e às levantadas pelos estudantes com amparo científico, o professor conduziu alguns experimentos para que os estudantes observassem algumas das propriedades do ar e suas características, tais como massa, pressão, compressibilidade, elasticidade e expansibilidade.

Figura 1 - Experimentos de observação.



Fonte: Elaboração própria (2021).

Três experimentos foram propostos (Quadro 2) com objetivo de apresentar algumas propriedades relacionadas à pressão. Ainda que alguns estudantes possam conhecer os experimentos, a discussão foi conduzida no sentido de eles não repetirem conhecimentos prontos ou verdades que acreditem ter respaldo científico, desmistificando e criando novas possibilidades nas situações apresentadas. O ciclo de experimentos auxiliou os estudantes a perceberem a diversidade de situações-problema na ciência que abordam o mesmo conceito.

Quadro 2 - Conjunto de observações experimentais desenvolvidas na SEI.

Experimento	Procedimentos	Questões levantadas
i. A vela que levanta a água	Colocar 150ml de água com corante num prato com uma vela acesa fixada em seu centro. Colocar uma garrafa/copo com a boca virada para baixo sobre a vela, tampando a troca de ar entre o meio interno e externo. Observar a água mudando de nível, na medida em que a pressão interna do copo muda.	O que vocês acham que vai acontecer com a água e o fogo? De fato, o fogo consumiu os gases presentes na garrafa? E o gás carbônico? Ele não é resultado da combustão? Existe alguma diferença de temperatura entre gases que estão dentro e fora da garrafa? É possível realizar o experimento sem a vela?
ii. Ovo na garrafa	Colocar um guardanapo em chamas dentro de uma garrafa de vidro cuja boca tenha dimensões pouco menores que o ovo cozido e, logo em seguida, colocá-lo na boca da garrafa.	O fogo puxa o ovo para dentro da garrafa? O ovo é empurrado pela atmosfera ou puxado pela garrafa?

	Observar o ovo cozido sendo pressionado para dentro da garrafa, possivelmente entrando dentro dela.	
<i>iii. Pressão na seringa</i>	Encher uma seringa com ar puxando o êmbolo com a extremidade aberta. Colocar o dedo na extremidade da seringa para impedir a saída do ar e pressionar o êmbolo. Observar o comportamento do êmbolo ao puxar e empurrar o êmbolo, assim como após soltá-lo.	Quem sabe o que acontece com a seringa quando eu puxo o êmbolo? E se eu o empurrar? E se puxarmos o êmbolo, colocarmos o dedo fechando a saída de ar e depois empurrarmos o êmbolo? O ar continua dentro da seringa? O que acontece com o ar que está dentro da seringa?

Fonte: Elaboração própria (2021).

Em seguida, os estudantes foram orientados a investigarem as propriedades do ar por meio da construção de um carrinho utilizando materiais de baixo custo para verificar seu peso, massa, força e resistência, trabalhando também conceitos como aerodinâmica e vazão do ar.

3.2.4 Quarta Etapa – Investigação: Construção e Sistematização do Conhecimento

Cada estudante deveria construir um carrinho movido pelo ar liberado por um balão esvaziando utilizando materiais de baixo custo como papelão, garrafa pet, tampinha de garrafa pet, papel cartão, madeira ou qualquer outro material de sua escolha. Os estudantes se depararam com muitas questões nessa proposta, dentre as quais pode se citar: *Como fazer um carrinho com bexiga que corra rápido? Que balão devo utilizar? Com que materiais devo construir?*

A intenção desta etapa era que os estudantes tivessem autonomia na escolha dos materiais para a confecção do carrinho, o que se revestiu de grande importância, já que seria discutido, ao final do experimento, como as características do carrinho influenciaram a força resultante e a velocidade e a distância atingida por eles. Alguns vídeos foram disponibilizados⁶ para que os estudantes observassem alguns exemplos e, a partir de uma análise crítica, fossem capazes de desenvolver seus próprios projetos.

Na data da apresentação dos carrinhos, seria realizada uma corrida, em que todos colocariam seus carrinhos lado a lado na quadra da escola, e estes seriam soltos simultaneamente para observar qual iria mais longe. Paralelamente à brincadeira, toda atividade seria acompanhada de modo a identificar as propriedades dos carrinhos e como cada característica influenciava sua velocidade, alcance, entre outros aspectos que se apresentassem relevantes.

Ao final da atividade, os estudantes receberam um questionário com as mesmas questões que realizaram no início da atividade investigativa. O diagnóstico inicial foi devolvido para que, dessa maneira, eles comparassem os conhecimentos que possuíam com os que foram adquiridos na SEI.

⁶ Como fazer um carrinho movido a ar. Disponível em: https://youtu.be/BB_5XErU5nE. Acesso em 23 de agosto de 2021. Como fazer CARRINHO DE CORRIDA movido a AR com garrafa de ketchup | DIY com materiais recicláveis. Disponível em: <https://youtu.be/V002dyM24wU>. Acesso em: Acesso em 23 de agosto de 2021. Carrinho de propulsão a ar Disponível em: <https://youtu.be/oT6fqOSVaho>. Acesso em: 23 de agosto de 2021.

3. RESULTADOS E ANÁLISE DA APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA

3.1. Questionário de sondagem

O questionário, composto de três questões subjetivas e duas objetivas (Apêndice A), teve como objetivos, além de observar os conhecimentos prévios dos estudantes, perceber a diferença na resolução das questões objetivas e subjetivas. Muitas vezes, o estudante compreende a situação proposta pela questão, contudo, não consegue chegar até a resposta indicada nas alternativas de uma questão objetiva. Nesse sentido, as três questões abertas auxiliam o professor a entender a facilidade ou a dificuldade que os estudantes têm de compreender a situação apresentada, seu raciocínio e, procedimentos para chegar à resposta.

A nuvem a seguir representa, por meio de palavras, a frequência e a rede das relações construídas com as situações demonstradas nas primeiras duas questões. Na imagem, quanto maior a palavra, maior a incidência com que aparece nas respostas dos estudantes; e quanto mais próximas, mais relacionadas.

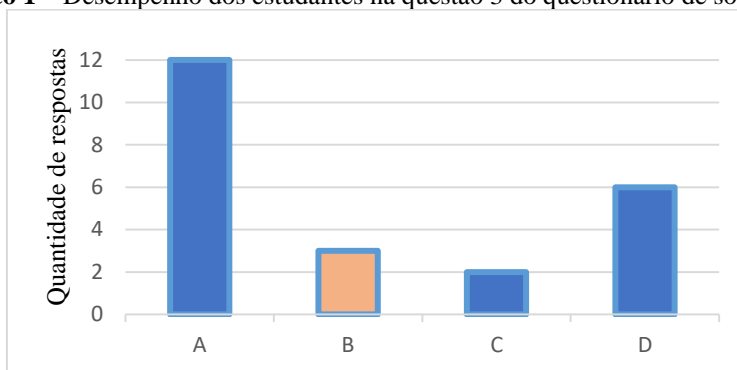
Figura 2 - Nuvem de palavras



Fonte: produzido pelos autores a partir do software *wordclouds* (2021).

As expressões “falta de ar”, “menos ar” e “menos oxigênio” apareceram com maior recorrência na resposta dos estudantes. Dos 23 que participaram da sondagem, 15 relacionaram a altitude com menor concentração de gases. Estes pareciam compreender a diminuição da quantidade de oxigênio nas duas questões iniciais. Cinco estudantes associaram a situação apresentada à concentração de gases, no entanto, não sabiam se ela era alta ou baixa; e 3 deles não construíram nenhuma relação entre a altitude e a concentração de gases.

Na questão 3, foi percebido que os estudantes, apesar das situações apresentadas anteriormente, não compreendiam os termos científicos utilizados para categorizar as propriedades do ar. Apenas três dos estudantes responderam corretamente, sendo que não foi investigado se estes marcaram aleatoriamente ou estavam seguros da resposta dada. O gráfico a seguir ilustra as marcações realizadas pelos estudantes na questão 3 (cuja alternativa correta era a letra B).

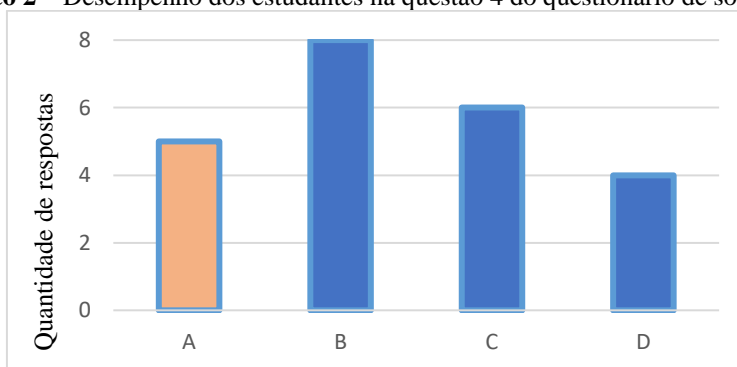
Gráfico 1 – Desempenho dos estudantes na questão 3 do questionário de sondagem.

Fonte: Elaboração própria (2021).

A partir da análise do gráfico, constata-se que as alternativas escolhidas pela maioria dos estudantes (A e D) traziam o conceito de pressão do ar. Entende-se que esta expressão pode ter atraído mais respostas a essas alternativas, devido ao uso comum dela no dia a dia e ser parte do assunto das aulas vindouras.

Ao compararmos as três questões iniciais, constatou-se que os estudantes articularam melhor as ideias com perguntas abertas em que podiam se expressar livremente e expressar seus conhecimentos previamente adquiridos. Os erros, nesse sentido, auxiliaram nas discussões promovidas em outras etapas do processo, já que eles discutiam a partir do que pensavam (suas hipóteses iniciais).

O gráfico a seguir apresenta as respostas à questão 4, que versava acerca do funcionamento de uma seringa:

Gráfico 2 – Desempenho dos estudantes na questão 4 do questionário de sondagem.

Fonte: Elaboração própria (2021).

A pergunta apresenta aos estudantes o caso de Júlia que, com a ajuda de uma seringa, explicou à sua amiga uma propriedade física do ar. A propriedade em questão trata da capacidade do ar em diminuir seu volume. Apenas 5 estudantes indicaram a resposta esperada, que tal propriedade corresponde à *compressibilidade*.

Corroborando com a análise da terceira questão, as respostas à questão 4 indicam dificuldade em se referirem aos termos científicos, demonstrando melhor seus conhecimentos de maneira subjetiva, com questões em que são livres para se expressarem, a partir dos termos que lhes são mais familiares. As questões objetivas parecem fazer menos sentido, pois os termos científicos não dialogariam com o conhecimento trazido pelo estudante no processo de escolarização e experiências de sua vivência.

Por fim, percebe-se que todos os 23 estudantes afirmaram, na questão 5, que o ar, ao ocupar um lugar no espaço, criou uma barreira à passagem da água e, por conta disso, o papel permaneceu seco. Ainda, por mais que os conceitos do questionário sejam distintos para as questões abertas e fechadas, é de se pontuar que apenas as questões subjetivas foram trazidas à discussão pelos estudantes.

Segundo Moreira (2011), a aplicação do questionário de sondagem justifica a importância de se considerar o conhecimento trazido pelos estudantes para que sejam subsidiários em etapas posteriores. A interpretação dos estudantes acerca dos fenômenos, presente nos subsunçores promove e facilita a compreensão de novos conceitos que foram expostos na SEI.

3.2. *Discussão inicial acerca das propriedades do ar*

Após a sondagem, discutiu-se as propriedades do ar. Ressalta-se que a organização da SEI foi concebida considerando que estudantes relacionam intuitivamente o ar unicamente ao vento, como se o fato de ventar provasse de maneira suficiente a presença do ar. No primeiro momento, os estudantes ficaram receosos em participar do debate, no entanto, se sentiram motivados quando submetidos à seguinte questão: *Por que os jogadores de futebol passam mal durante partidas de futebol em países de maior altitude?*

Devido à influência que o futebol exerce no público jovem, foi grande a participação e o envolvimento dos estudantes, ao responderem à questão, ainda que apenas os meninos tenham participado com afinco do questionamento. Dentre as respostas, foram percebidos erros de interpretação e entendimento do conceito da pressão atmosférica.

Pela distante relação que possuem com o futebol, neste caso em específico, as meninas pouco contribuíram com a discussão, ainda que outras questões pudessem ser levantadas. No entanto, várias foram as ramificações oriundas deste questionamento, fazendo com que todos participassem.

Ainda que as respostas dos estudantes acerca das questões acima estivessem em desacordo com os conceitos científicos, surgiu, durante a discussão, questões relevantes que os estimularam a conhecer outros conteúdos, como as limitações do corpo humano por conta da carência de oxigênio e pressão sanguínea, favorecendo processos de investigação e descoberta.

Nesse sentido, o erro torna-se uma ponte entre o conhecimento do senso comum trazido para a escola e o conhecimento científico abordado em sala de aula, colocando-o como elemento motor do conhecimento (BACHELARD, 2004).

O estudante Joaquim (nome fictício), de 12 anos, disse que como a pressão era “muito grande”, exercia “uma força sobre o corpo” deixando-o mais pesado, fazendo com que os jogadores “passassem mal” e logo foi questionado por outros estudantes que disseram “não haver ar suficiente” no espaço que os jogadores estavam.

O estudante João (nome fictício), de 13 anos, que representa a escola nos jogos estudantis em níveis municipal e estadual, comentou acerca do *fly-in e fly-out*⁷, que ocorre quando os jogadores chegam o mais próximo do horário do jogo para não sofrerem com as condições do local; no entanto, não soube explicar a que tipo de pressão os jogadores eram submetidos nesses locais.

⁷ Nessa estratégia os jogadores chegam o mais próximo do horário da partida e retornam após o encerramento. Estudos apontam que os efeitos da baixa pressão atmosférica são percebidos depois de 6 horas no local (CAJIGAL; ARANEDA; ORELLANA, 2018).

Ao discutir os conceitos de pressão, massa, volume, compressibilidade, expansibilidade e elasticidade, os estudantes compreenderam os termos adotados nas questões objetivas do questionário de sondagem, reconhecendo os princípios do ar em seu dia a dia, e na execução de atividades simples, como encher balões ou abrir um refrigerante.

A relevância das discussões permite o confronto das ideias iniciais e do conhecimento que está sendo construído pelos estudantes.

Nesse sentido, e em conformidade com Piaget (1999) e Vygotsky (1988), as interações promovidas nesta etapa fizeram com que os estudantes alcançassem outro nível de interpretação dos fenômenos. Foram capazes, assim, de incorporar em suas estruturas cognitivas conceitos que eram, até então, pensados de maneira mais simples, a partir da ressignificação e complexificação mediada pelo diálogo entre os pares e com o professor.

3.3. Relato e percepções da Demonstração

Na terceira etapa, por meio de experimentos, os estudantes observaram alguns dos conceitos discutidos anteriormente, sendo que muitos deles já conheciam as “respostas” esperadas e ficaram ansiosos para tratar da questão. Para o experimento da vela, unanimemente, os estudantes responderam que a luz apagava por falta de gases, mas em nenhum momento relacionaram a combustão com a necessidade de oxigênio. Um estudante respondeu que conforme a vela queima, o oxigênio é consumido e ocorre a diminuição de gases presentes na garrafa. Essa explicação implica que o espaço ocupado pelos gases passa a ser ocupado pela água, justificando por que o nível da água sobe.

Os experimentos os estimularam de tal forma que um deles, o da vela na garrafa, foi realizado de maneira diferente para que pudessem compreender detalhadamente as possibilidades apresentadas pelo procedimento. Nessa maneira alternativa, a garrafa foi colocada de cabeça para baixo no prato, mas sem a vela, e a garrafa havia sido aquecida com água, para tratarmos da diminuição de gases em seu interior. Tal configuração também fez com que a pressão atmosférica empurrasse a água para dentro da garrafa, diversificando as possibilidades de se obter o mesmo efeito.

Durante a execução do experimento da seringa, uma estudante percebeu e comentou que a seringa “mostrava” três propriedades do ar, a compressibilidade, a expansibilidade e a elasticidade e recordou da questão 4 do questionário de sondagem. Nessa etapa, houve grande agitação, pois os estudantes queriam observar os experimentos com maior proximidade, o que não era possível por conta do distanciamento social, e questionaram: “professor, só o senhor vai fazer os experimentos?”, “Nós não vamos participar?”. O comportamento e os comentários dos estudantes no momento da demonstração nos fazem refletir acerca da aula de ciências que eles esperam e imaginam. Ainda que tenham se atentado às explicações nesta etapa, deixaram claro que gostariam de “fazer o experimento”.

3.4. As descobertas na etapa da Investigação

Ao receberem a proposta de construção dos carrinhos, os estudantes questionaram o que seria material de baixo custo, dizendo que, na verdade, tais materiais (papelão, cartão de visitas, canudos, garrafa pet, embalagem leite, etc.) não apresentavam custo qualquer. A discussão foi ampliada, então, para se haveria algum custo na (re)utilização desses materiais, levando até a questões ambientais relacionadas à produção e descarte destes. Os estudantes comentaram também acerca dos esforços para minimizar a produção de resíduos como a substituição de canudos de plástico por análogos de papel em algumas empresas de *fast food*, bem como o uso de canudos de metal e

comestíveis. Levantar tais questões durante o processo mostra a pluralidade em que os temas podem ser explorados.

Ao fim dessa discussão anterior à atividade, foi compreendido que os materiais de baixo custo são assim nomeados pelo fator financeiro e não pelo impacto que causam na natureza, já que este impacto gera custos para o meio ambiente, proporcionais ao seu uso e de quais materiais são utilizados.

O envolvimento e a participação dos estudantes na quarta etapa despertou a atenção da comunidade escolar, pais e responsáveis, demais professores e do grupo gestor, sendo os estudantes assessorados por aplicativo de mensagens e chamadas de vídeo. As perguntas iniciais levantadas pelos estudantes foram, entre outras: *Como fazer um carrinho com bexiga que corra rápido? Que balão devo utilizar? Com que materiais devo construir?*

Figura 3 – Carrinhos com bexiga elaborados pelos estudantes.



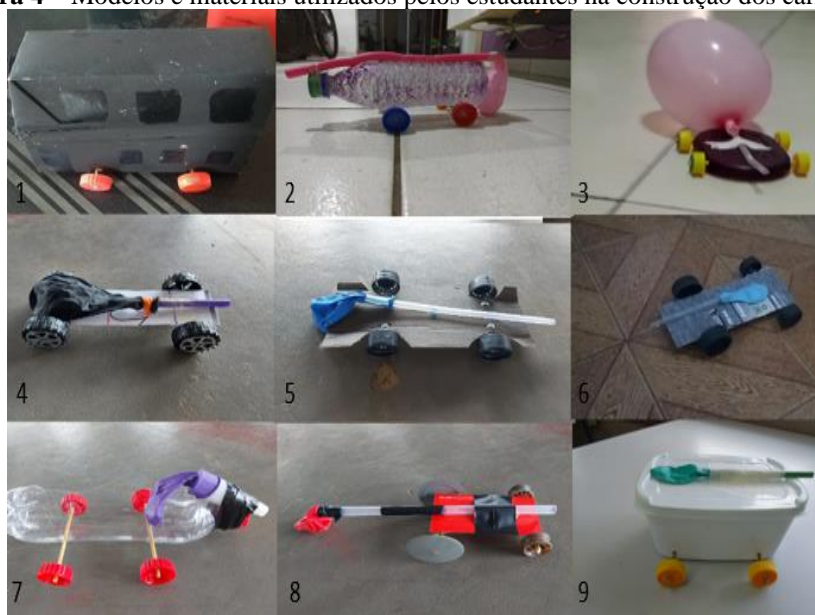
Fonte: Elaboração própria (2021).

A autonomia conferida aos estudantes nesta etapa mostrou que é possível alcançar um estado de interesse dos estudantes, uma vez que vários deles reconstruíram seus carrinhos por acreditarem que poderiam fazê-lo, porque se sentiram capazes, foram incentivados e perceberam que tinham autonomia para atuar criativamente.

Durante a construção do carrinho, surgiram algumas dúvidas dos estudantes, como “Se meu carrinho for mais pesado, ele vai demorar a parar quando pegar velocidade?”, “Se ele for mais leve, o ar o empurrará com mais força?”, e “Ele pode voar?”.

Nessa etapa, os estudantes foram orientados a pesquisar e verificar, esclarecendo suas dúvidas enquanto elaboravam o carrinho. Diversas foram as alterações e materiais utilizados. Por vezes, ocorria a insatisfação dos que acreditavam que o carrinho que construíram não apresentou o desempenho esperado, modificando-o e reformulando a ideia inicial. É importante salientar que nesta etapa houve grande envolvimento e participação da família, e os estudantes ficaram empolgados com a realização da atividade.

Uma estudante disse que “iria mexer” no seu carrinho para tentar fazer com que ele voasse e acrescentou: “pensei que estudar física fosse mais difícil”. É fundamental destacar que a ideia dessa construção e reformulação partiu da estudante, reforçando, dessa maneira, a importância das atividades investigativas na promoção da autonomia e protagonismo na aprendizagem. Na Figura 4, pode-se observar a maneira que alguns estudantes montaram seus carrinhos, utilizando de materiais leves e simples com o objetivo de apresentar melhor desempenho na corrida.

Figura 4 – Modelos e materiais utilizados pelos estudantes na construção dos carrinhos.

Fonte: Elaboração própria (2021).

O estudante Pedro (nome fictício), de 13 anos, foi responsável pela construção do carrinho de número 8. Pedro trabalha em uma oficina mecânica e utilizou roldanas e tampões de porta de carro para montar as rodas de seu carrinho, além de um cartão de visitas como base de seu projeto. No geral, os carrinhos percorreram uma distância de 1,5 a 2,5 metros. O carrinho de Pedro, no entanto, alcançou 5,7 metros, o que fez seus colegas concluírem que este maior desempenho se deu pelo fato de o estudante “trabalhar com isso”. Nesse sentido, o conhecimento trazido pelo estudante de sua função diária favoreceu que pensasse na estrutura e aerodinâmica do projeto, culminando no excepcional desenvolvimento da atividade proposta.

Vale ressaltar que Pedro é frequentemente encaminhado à coordenação por não realizar as atividades propostas; ele usualmente se queixa de que a escola é um lugar de obrigações. No dia da apresentação dos carrinhos, o estudante, que desenvolveria suas atividades de forma remota, procurou a coordenação para que pudesse apresentar seu projeto. Esse fato nos fez refletir acerca das atividades que fazem sentido para os estudantes, remetendo a proposição de que a apropriação dos novos conceitos de maneira significativa surge com a interação do indivíduo com o conhecimento especificamente relevante e que novos significados são conferidos por meio dessa relação e com o conflito das informações que os estudantes já possuem (MOREIRA, 2009; 2011).

3.5. Reaplicação do questionário

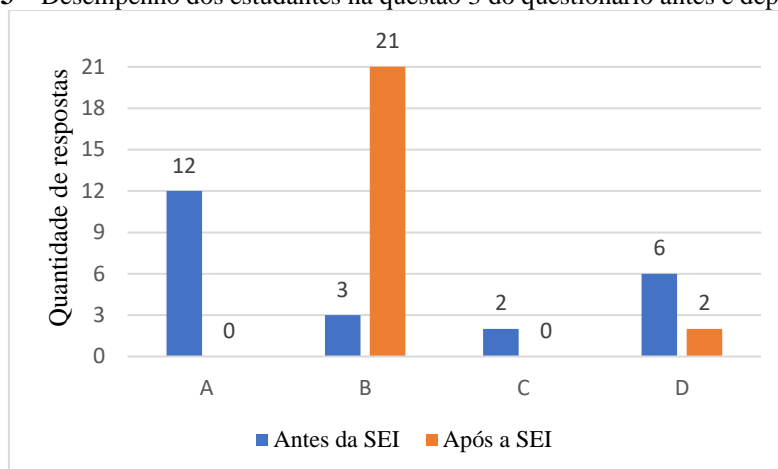
Na última etapa da SEI, os estudantes receberam um questionário com as mesmas questões do questionário inicial para que houvesse, a partir das respostas registradas, uma comparação entre os conhecimentos prévios e os conhecimentos adquiridos no processo.

As questões 1 e 2, inicialmente analisadas, mostraram que 15 dos 23 estudantes relacionaram a altura à diminuição das taxas de oxigênio. Na reaplicação do questionário, 22 estudantes compreenderam acerca da concentração de gases em diferentes altitudes, sendo que três destes enfatizaram que não seria apenas a concentração de oxigênio baixa, mas que o ar se tornava rarefeito conforme os pontos geográficos ficam mais altos.

Os gráficos 3 e 4 apresentam a evolução das respostas às perguntas acerca das características do ar. É possível observar que, assim como nas iniciais, nessas questões, quase todos os estudantes

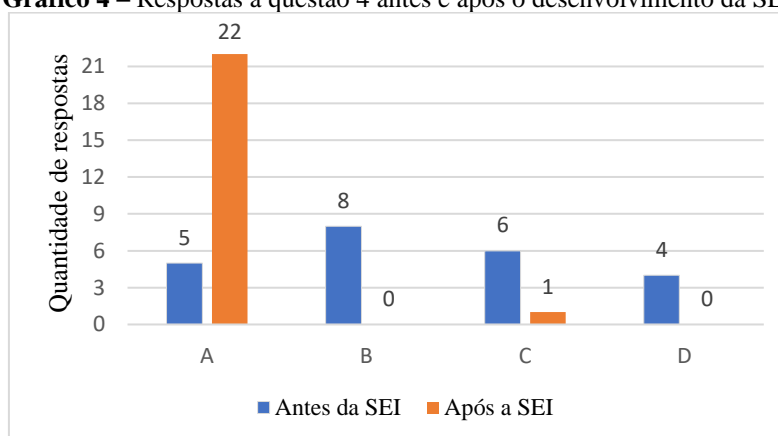
passaram a indicar a alternativa correta, sugerindo a compreensão das características do ar descritas após as atividades.

Gráfico 3 – Desempenho dos estudantes na questão 3 do questionário antes e depois da SEI.



Fonte: Elaboração própria (2021).

Gráfico 4 – Respostas à questão 4 antes e após o desenvolvimento da SEI.



Fonte: Elaboração própria (2021).

A questão 5 do questionário de sondagem já havia apresentado bom rendimento, e os estudantes mantiveram suas respostas. Ao término e avaliação desta etapa, o professor devolveu os dois questionários para que os estudantes pudessem comparar as respostas iniciais com as respostas registradas após a atividade investigativa. Os questionários foram utilizados como instrumento avaliativo e os estudantes puderam escolher a qual deles gostariam que fosse atribuída a nota.

Considerando as etapas da SEI, a aquisição de conhecimento por meio delas e a construção do conhecimento mediado pelo professor, é possível inferir que os estudantes, por intermédio de atividades experimentais, desenvolveram aprendizagens indicadas no melhor aproveitamento observado no questionário aplicado ao fim das atividades. Tais mudanças puderam ser percebidas também durante a análise das etapas da SEI, colaborando para que esse indivíduo seja capaz de compreender a ciência como parte do que ele vê em seu dia a dia e do que o cerca, contribuindo para que esse sujeito pense, reflita, critique e pesquise, tornando-o mais autônomo no processo de ensino e aprendizagem.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O termo *física*, quando mencionado em sala, ainda causa certo desconforto aos estudantes. A carga trazida pelo termo é frequentemente associada à disciplina de matemática e seus cálculos e promove certa aversão ao conteúdo que será explanado à grande maioria dos estudantes. Os estudantes já iniciam as atividades propostas com um certo medo das próximas etapas, o que foi observado nos primeiros momentos durante a aplicação da sequência investigativa (FERREIRA; SILVA FILHO, 2021).

Apesar disso, trabalhar com atividades de investigação no ensino da física possibilitou que os estudantes a tratassem de maneira descomplicada e divertida, tornando-a mais acessível e de simples entendimento.

Percebeu-se, neste estudo, que as atividades experimentais auxiliam na compreensão e na promoção de um ambiente escolar que relaciona as atividades do cotidiano dos estudantes aos conhecimentos científicos, estimulando a investigação e viabilizando a alfabetização científica, tornando o processo de aprendizagem potencialmente significativo. Ainda que limitações tenham sido observadas, como na etapa da discussão, em que houve maior participação e envolvimento dos meninos que foram favorecidos pelas questões relacionadas a exemplos trazidos pelo futebol e a confecção de um carrinho, a SEI mobilizou todos os estudantes, motivando-os a participar das atividades propostas.

Embora existam instrumentos e recursos didáticos que dificultem a aplicação das atividades de investigação, como simulados e apostilas, que, por muitas vezes, treinam os estudantes para avaliações internas e externas, além da falta de incentivo financeiro e da precariedade da formação docente, há de se considerar que atividades de investigação podem ser promovidas com simplicidade e eficácia, desde que planejadas para atender os estudantes, respeitando suas particularidades sociais e estágios de desenvolvimento cognitivo.

Aproveitar materiais de baixo custo no processo de ensino aprendizagem, particularmente no ensino público, é importante para que seja possível ampliar a proposição de atividades investigativas, já que esses materiais instigam a criatividade dos estudantes e podem ser facilmente encontrados.

Houve muitas dificuldades impostas pelas chamadas de vídeo no processo de ensino e aprendizagem durante o momento de dúvidas na construção dos carrinhos. Contudo, a atividade possibilitou aos estudantes pensar a física a partir das observações que fazem no dia a dia, promovendo a mudança de pensamento em relação aos conteúdos vistos na disciplina e fazendo com que o termo *física* soe de forma mais agradável e seja progressivamente incluído em seus contextos sociais. Ainda, com relação às dificuldades impostas pela pandemia de covid-19 aliadas a vulnerabilidades socioeconômicas de alguns estudantes, alguns foram impedidos de participar da SEI, permanecendo no sistema apostilado com atividades impressas tradicionais.

Diante do proposto e dos resultados obtidos com a SEI acerca dos princípios físicos do ar, mesmo com as dificuldades impostas pelo período de pandemia, conclui-se que a atividade investigativa atingiu os objetivos, promovendo discussões de cunho científico nos estudantes. Tal cumprimento passou por mobilizar os conceitos prévios dos estudantes na construção de aprendizagem significativa acerca das propriedades do ar e, portanto, se propôs como uma alternativa de ensino investigativo de ciências nos Anos Finais do Ensino Fundamental.

A proposta apresentada nesta investigação, cabe problematizar, teve por objetivo contribuir com as discussões acerca do ensino por investigação e não pode ser considerada conclusiva, uma vez

que cabem adaptações de acordo com o contexto em que for aplicada. Alternativamente, propõe-se que a construção dos carrinhos ocorra no início do processo, buscando outro percurso de aprendizagens e observação de seus resultados. Nesse sentido, investigações complementares podem contribuir para entender as subjetividades apresentadas pelos estudantes na maneira que assimilam os conteúdos científicos por meio de atividades de experimentação e como os relacionam às suas atividades cotidianas, às suas práticas e aos ambientes em que vivem e frequentam, fomentando a percepção de que a física é uma interpretação da natureza que os cerca.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 25, p. 176-194, 2003.
- BACHELARD, G. *A Construção do Espírito Científico: contribuições para uma psicanálise do conhecimento*. Rio de Janeiro: Contraponto Editora LIDA, 1996.
- BACHELARD, G. *Ensaio sobre o conhecimento aproximado*. Rio de Janeiro: Contraponto, 2004.
- BERRUTTI, L. M. Aprendiz de professora I: observando aulas de biologia. In: Oliveira, D. L. (Org.). *Ciências nas salas de aula*. Porto Alegre: Mediação, 1997.
- BORGES, A. T. Novos Rumos para o Laboratório Escolar de Ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 19, p. 291-313, 2002.
- BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. *Parâmetros Curriculares Nacionais: introdução*. Brasília: MEC, 1998.
- BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio*. Brasília: MEC, 2000.
- CAJIGAL, J.; ARANEDA, O. F.; ORELLANA, J. N. Effects of acute exposure to high altitude in acclimatized and non-acclimatized professional soccer players. *Arch Med Deporte*, v. 35, p. 86-92, 2018.
- CARVALHO, A. M. P. (Org.). *O Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática*. São Paulo: Cengage Learning, 2004.
- CARVALHO, A. M. P. *Calor e temperatura*. São Paulo: Livraria da Física, 2014.
- CARVALHO, A. M. P.; RICARDO, E. C.; SASSERON, L. H.; ABIB, M. L. V. S.; PIETROCOLA, M. *Ensino de Física*. São Paulo: Scipione, 2010.
- CARVALHO, A. M. P.; VANNUCCHI, A. I.; BARROS, M. A.; GONÇALVES, M. E. R.; REY, R. C. *Ciências no Ensino Fundamental: o conhecimento físico*. São Paulo: Scipione, 1998.
- CAVICCHIA, D. C. *O desenvolvimento da criança nos primeiros anos de vida*. Acervo digital UNESP, 2010. Disponível em: <http://www.acervodigital.unesp.br/handle/12345689/224>. Acesso em: em 29 out. 2021.
- CERRI, Y. L. N. S.; TOMAZELLO, M. C. Crianças aprendem melhor ciências por meio da experimentação? In: PAVÃO, A. C.; FREITAS, D. (Org.). *Quanta Ciência há no Ensino de Ciências*. São Carlos: EdUFSCar. 2011.
- CHASSOT, A. I. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. *Revista Brasileira de Educação*, São Paulo, v. 23, p. 89-100, 2003.
- COLOMBO, I. M.; ANJOS, D. A. S.; ANTUNES, J. R. Pesquisa translacional em ensino: uma aproximação. *Educação Profissional e Tecnológica em Revista*, v. 3, p. 51-70, 2019.

- COSTA, J. A. *O papel da escola na sociedade actual: implicações no ensino das ciências*. São Paulo: Millenium, 1999.
- DELIZOICOV, D. Problemas e problematizações. In: PIETROCOLA, M. (Org.). *Ensino de física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora*. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001.
- DIAS SOBRINHO, J. Quase-mercado, Quase-educação, Quase-qualidade: tendências e tensões na educação superior. *Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior*, v. 7, p. 9-33, 2002.
- DIAS, A. R. M.; CASTILHO, K. C.; SILVEIRA, V. S. Uso e interpretação de imagens e filmagens em pesquisa qualitativa. *Ensaio Pedagógico*, v. 2, p. 81-88, 2018.
- FERREIRA, M.; SILVA FILHO, O. L. Ensino de física: fundamentos, pesquisas e novas tendências. *Plurais Revista Multidisciplinar*, v. 6, p. 9-19, 2021.
- FERREIRA, M.; COUTO, R. V. L.; SILVA FILHO, O. L.; PAULUCCI, L.; MONTEIRO, F. F. Ensino de astronomia: uma abordagem didática a partir da Teoria da Relatividade Geral. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 43, p. 1-13, 2021.
- FERREIRA, M.; SILVA FILHO, O. L.; MOREIRA, M. A.; FRANZ, G. B.; PORTUGAL, K. O.; NOGUEIRA, D. X. P. Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre óptica geométrica apoiada por vídeos, aplicativos e jogos para smartphones. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 42, p. 1-13, 2020.
- GASPAR, A. *Experiências de Ciências para o Ensino Fundamental*. São Paulo: Ática, 2009.
- GIBIN, G. B. F.; SOUZA, M. P. *Atividades experimentais investigativas em física e Química: uma abordagem para o ensino médio*. São Paulo: Livraria da Física, 2016.
- HODSON, D. In search of a meaningful relationship: an exploration of some issues relating to integration in science and science education. *International Journal of Science Education*, v. 14, p. 542-562, 1992.
- KRASILCHIK, M.; MARANDINO, M. *Ensino de Ciências e cidadania*. São Paulo: Moderna, 2007.
- LEFRANÇOIS, G. P. *Teoria da Aprendizagem*. Cengage Learning, 2015.
- LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. *Ensaio-Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 3, p. 37-50, 2001.
- MARTINS, O. B.; MOSER, A. Conceito de mediação em Vygotsky, Leontiev e Wertsch. *Revista Intersaberes*, v. 7, p. 8-28, 2012.
- MOREIRA, M. A. *Teorias de Aprendizagem*. São Paulo: E.P.U, 2011.
- MOREIRA, M. A. *O Que É Afinal Aprendizagem Significativa?* Cuiabá: Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, 2012.
- MOREIRA, M. A. *Subsídios Teóricos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências – Comportamentalismo, Construtivismo e Humanismo*. Porto Alegre: UFRGS, 2009.
- MOREIRA, M. A. Uma análise crítica do ensino de Física. *Estudos Avançados*, v. 32 p. 73- 80, 2018.
- MOREIRA, M. A. Investigação Básica em educação em Ciências: uma visão pessoal. *Revista Chilena de Educación Científica*, v.3, p. 10-17, 2004.
- MUNFORD, D.; Lima, M. E. C. C. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? *Ensaio: Pesquisa em educação em ciências*, v. 9, p. 89-111, 2007.
- OLIVEIRA, J. R. S. *Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente*, v. 12, p. 139-156, 2010.

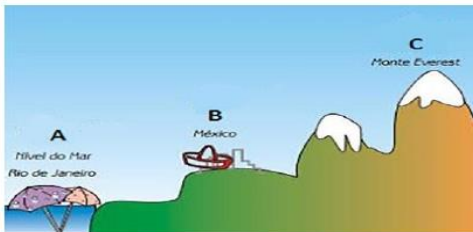
- OLIVEIRA, M. K. *Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento, um processo sócio-histórico*. São Paulo: Scipione, 2002.
- OLIVEIRA, M. M. *SEI interativa no processo de formação de professores*. Petrópolis, RJ: Vozes, 2013.
- OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. *A física na formação de professores do Ensino Fundamental*. Porto Alegre: UFRGS, 1999.
- PIAGET, J. *O Juízo Moral na Criança*. São Paulo: Summus, 1994.
- PIAGET, J. *Seis Estudos de Psicologia*. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1999.
- SÁ, E. F.; MAUÉS, E. R.; MUNFORD, D. As Características das Atividades Investigativas Segundo Tutores e Coordenadores de um Curso de Especialização Em Ensino De Ciências. *Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Florianópolis, SC, Brasil, 2007.
- SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 14, p. 191-218, 2009.
- SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no Ensino Fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 13, p. 333-352, 2008.
- SEDANO, L.; OLIVEIRA, C. M. A.; SASSERON, L. H. Análise de sequências didáticas de ciências: enfocando o desenvolvimento dos argumentos orais, da escrita e da leitura de conceitos físicos entre alunos do ensino fundamental. *XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*, Águas de Lindóia, SP, Brasil, 2010.
- SILVA FILHO, O. L.; FERREIRA, M. Teorias da aprendizagem e da educação como referenciais em práticas de ensino: Ausubel e Lipman. *Revista do Professor de Física*, Brasília, v. 2, p. 104-125, 2018.
- SILVA FILHO, O. L.; FERREIRA, M.; POLITO, A. M. M.; COELHO, A. L. M. B. Normatividade e descritividade em referenciais teóricos na área de ensino de Física. *Pesquisa e Debate em Educação*, v. 11, p. 1-33, 2021.
- SILVA FILHO, O. L.; FERREIRA, M. Modelo teórico para levantamento e organização de subsunçores no âmbito da Aprendizagem Significativa. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 44, p. 1-13, 2022.
- TORRE, J. C. Apresentação: a motivação para a aprendizagem. In: TAPIA, J.A.; FITA, E. C. (Orgs.). *A motivação em sala de aula: o que é, como se faz*. São Paulo: Edições Loyola, 2006.
- VYGOTSKY, L. S. *A formação social da mente*. São Paulo: Martins Fontes, 1988.

APÊNDICE A

ESCOLA MUNICIPAL GERALDA DE AQUINO			
NOME:		Nº:	SÉRIE:
PROFESSOR:			
Atividade – Propriedades do ar		Bom trabalho!	

1. Pedro é um rapaz que adora aventuras e, sabendo disso, seu amigo Joaquim o chamou para uma escalada. Depois de um bom lance eles partiram e, ao se aproximarem do pico da montanha, depois de horas escalando, Joaquim começou a passar mal, sentiu enjoo, tontura e falta de ar. Pedro disse que a montanha era muito alta e pediu para que seu amigo ficasse calmo. O que pode ter ocorrido com Joaquim?

2. Observe a figura abaixo:



<https://escolaeducacao.com.br/exercicios-de-ciencias-6-ano-propriedades-do-ar-com-gabarito/>

Em qual dos pontos (A, B e C) existe maior concentração de gases? Como você justifica isso?

3. Analise as características citadas abaixo.

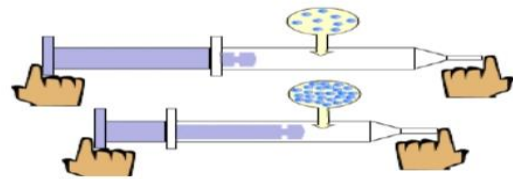
- Capacidade de reduzir o seu volume, deixando suas moléculas mais próximas.
- Capacidade de se estender para ocupar todo o espaço disponível.
- Capacidade de voltar ao seu volume inicial.

A alternativa que apresenta a relação correta dos conceitos está em:

- A.() I – Pressão, II – Elasticidade, III – Compressibilidade
- B.() I – Compressibilidade, II – Expansibilidade, III – Elasticidade
- C.() I – Expansibilidade, II – Compressibilidade, III – Elasticidade
- D.() I – Compressibilidade, II – Pressão, III – Expansibilidade

4. Em um trabalho prático de ciências Júlia, aluna do 7º ano provou para seus colegas que o ar ocupa um lugar no espaço. Para isso, Júlia levou uma seringa para a escola, virou-se para seus colegas, pediu que prestassem atenção e puxou o êmbolo.

A amiga de Júlia disse que isso não provava nada, pois ela não estava conseguindo ver o ar. Então Júlia utilizou seus conhecimentos sobre as propriedades do ar e colocou o dedo na ponta da seringa, apertando o êmbolo, como na imagem a seguir.

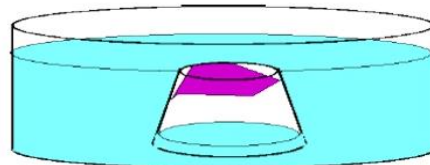


Disponível em: <https://conteudodasprovas.wordpress.com/o-ar/>

Júlia explicou para seus colegas que as moléculas de ar ficaram mais próximas quando ela empurrou o êmbolo, passando a ocupar menos espaço e que existia ar dentro da seringa pois ela não conseguia empurrar completamente o êmbolo. Qual propriedade do ar pode ser demonstrada com esse experimento?

- A.() Compressibilidade.
- B.() Divisibilidade.
- C.() Elasticidade.
- D.() Expansibilidade.

5. A figura a seguir mostra o experimento realizado por Daniela.



<http://turmadatiasimone1.blogspot.com/2014/04/experiencia-do-copo.html>

Daniela encheu uma bacia com água, pegou um copo com uma folha de papel amassada no fundo e colocou o copo de cabeça para baixo na água.

Durante o experimento a aluna percebeu que a folha permanecia seca. que impediu que a bolinha de papel amassada ficasse encharcada por água? Por que ela não molhou?

Caso Daniela vire o copo, o que acontecerá? E, nessa nova situação, o que aconteceria com o papel?
