

Problemas abiertos no ensino de física: uma análise em revistas da área

Open problems in physics teaching: an analysis in journals in the field

Henrique da Silva Rosa^{1*}, Idiari da Silva Silveira¹, Wallace Vinicius da Veiga e
Silva¹, Caetano Castro Roso¹, Dioni Paulo Pastorio¹

¹Instituto de Física, Universidade Federal de Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves 9500 - Caixa Postal 15051 – CEP 91501-970 - Porto Alegre, RS. Brasil.

*E-mail: heniquedsrosah@gmail.com

Resumo

Este trabalho relata uma pesquisa bibliográfica, visando identificar, analisar e categorizar os problemas abertos utilizados na literatura em que são citados ou abordados, apresentando suas principais características. Com isso, pretendemos identificar se esses problemas podem realmente serem denominados como abertos, a partir do referencial teórico utilizado. Neste trabalho usamos o referencial Teórico de *Contextualização no ensino de ciência/física* proposto por Pires (Pires 2021) na construção da matriz de análise utilizada para identificar cada característica que constituem e definem o que entendemos por um problema aberto. A partir das análises da bibliografia e de todos os problemas selecionados, identificamos um pequeno número de trabalhos que tratam sobre problemas abertos e os que tratam apresentam pouca contextualização com a realidade dos estudantes. Temos como desdobramentos desse trabalho a reformulação dos problemas e a confecção de um roteiro, para que possam ser utilizados em uma atividade didática.

Palavras chave: Ensino de física; Problemas abertos; Resolução de problemas.

Abstract

This paper reports a bibliographic research, aiming to identify, analyze and categorize the ill-structured problems used in the literature in which they are cited or addressed, presenting their main characteristics. With this, we intend to identify whether these problems can really be called as open, from the theoretical framework used. In this work we used the theoretical framework of Contextualization in science/physics teaching proposed by Pires (Pires 2021) in the construction of the analysis matrix used to identify each characteristic that constitutes and defines what we mean by an open problem. From the analysis of the bibliography and all the selected problems, we identified a small number of works that deal with open problems and those that do have little contextualization with the reality of the students. The outcomes of this work are the reformulation of the problems and the creation of a script, so that they can be used in a didactic activity.

Keywords: Teaching physics; Open problems; Problem solving.

I. INTRODUÇÃO

O ensino de física atualmente apresenta grande enfoque no uso de exercícios e na memorização de fórmulas e equações como principal metodologia de Ensino, o que pode ser identificado como características de um “ensino tradicional” que é conhecido pela utilização maciça do quadro-negro e giz, e ainda pela relação professor/aluno-doador/receptor de conhecimentos. Assim, ao analisarmos a literatura acerca do ensino de física, fica perceptível que este método de ensino não é o mais efetivo para o aprendizado, pois não gera a construção de conhecimento que podem ser utilizados em situações adversas as já vistas nos exercícios (Heineck, Valiati & Rosa, 2007) .

Ao examinarmos os PCNs (parâmetros Curriculares Nacionais) é evidente que as diretrizes estão em consonância com o colocado pela literatura. Dentro das diretrizes evidenciadas no documento, destacam que o Ensino de Física

deveria promover nos alunos o desenvolvimento e aperfeiçoamento das competências necessárias para Identificar e trabalhar com situações-problema que se apresentam no mundo real, identificando quais variáveis e conceitos são relevantes para sua solução e a habilidade de argumentar sobre as situações-problema e a sua solução (MEC,2000). A partir desta perspectiva identificamos que o uso de problemas abertos poderia auxiliar no desenvolvimento de habilidades necessárias, das quais podemos citar algumas que ilustram bem o que está descrito nos PCN: classificar, fazer hipóteses, organizar, testar e argumentar sobre os problemas.

São identificados pela literatura como problemas abertos o gênero de problemas que envolvem situações reais, que não apresentam todas as informações necessárias para sua solução, viabilizam vários caminhos para sua solução, apresentam incertezas nos conceitos, regras ou princípios que são necessários, e como são organizados (Oliveira, V., 2018).

Assim, a partir dessa pesquisa temos o objetivo de analisar a abordagem dos problemas abertos, na literatura sobre o ensino de física, descrevendo e caracterizando-os a partir de uma matriz de análise construída à luz de alguns referenciais teóricos.

II. METODOLOGIA

A pesquisa teve como primeira fase a análise da literatura disponível acerca do tema problemas abertos. Iniciamos a busca do material para análise através da plataforma sucupira da CAPES. Primeiramente foram definidos os critérios de seleção: (i) revistas da área de ensino de física/educação em ciências que tivessem classificação no qualis CAPES entre A1 e B2 no quadriênio (2013-2016), (ii) que publicassem artigos sobre ciências da natureza e matemática e (iii) que fossem publicadas no Brasil. Aplicados os critérios acima, selecionamos dezenove revistas para análise.

Ao selecionar as revistas que correspondem aos critérios, utilizando o “campo pesquisar” de cada uma das revistas selecionadas, pesquisamos as seguintes expressões: problema aberto, problema real, problema complexo, tema aberto, tema complexo e tema real e suas variantes no plural. Identificamos, nos títulos, resumos e palavras-chave, artigos que continham essas expressões. Sendo assim foram encontrados 189 artigos, após essa etapa, foi efetuada a leitura do título, resumo e palavras chaves, a fim de refinar a pesquisa inicial realizada procurando identificar os artigos que realmente citavam problemas abertos e que fossem relacionados às propostas e/ou intervenções didáticas, processo que resultou em 34 trabalhos. Ainda, como última etapa do processo de seleção, identificamos apenas os artigos que apresentavam a proposição de uma sequência didática que trazia o exemplo do problema aberto/real utilizado na pesquisa, a fim de nos debruçarmos em uma análise pormenorizada do mesmo. Dito isto, encontramos sete problemas definidos pelos autores como problemas abertos/reais. Após a seleção foi dado início a análise dos problemas amparado pela matriz de análise construída pelos autores.

III. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Como destacamos na seção anterior, ao finalizarmos a revisão sistemática de literatura foram encontrados sete problemas aqui denominados como abertos pelos autores dos trabalhos citados. Ao efetuarmos a análise dos problemas encontrados, fizemos uso de uma matriz de análise que foi construída junto aos orientadores deste grupo de pesquisa, a qual será discutida nas seções futuras.

A. Problemas selecionados

Iniciamos, nesse espaço, a apresentar os problemas abertos selecionados na revisão de literatura.

Problema 1

Calcule o Tempo em que se dará o encontro entre um automóvel e um carro de polícia que se lança em sua perseguição (Oliveira & Moreira, 2016, pág.38)

Problema 2

Existe diferença na velocidade que a bola adquire quando um jogador de futebol corre em direção a ela para chutá-la e quando ele efetua o chute sem a corrida? (Belmont, Pereira & Lemos, 2020, pág. 126)

Problema 3

Um turista estava olhando para o mar, da beira da praia, e percebeu que um jet ski conseguia passar de uma extremidade da praia para a outra, no intervalo entre as ondas. Qual a velocidade de propagação das ondas? (Clement & Terrazzan, 2012, pág. 105)

Problema 4

Estime a energia cinética dissipada na colisão frontal de dois automóveis populares que se deslocavam em sentidos contrários na máxima velocidade permitida em auto estradas brasileiras. Se toda energia dissipada na colisão pudesse ser utilizada para manter acesa uma lâmpada comum de 100W, por quanto tempo ela permaneceria ligada? (Oliveira, Araújo & Veit, 2017, pág. 11)

Problema 5

Um pequeno texto introdutório contextualiza o problema que trata do lançamento de uma bola de basquete em direção ao ar. Os estudantes veem um vídeo que se popularizou na internet, em que um faxineiro de um ginásio de basquete acerta três arremessos do centro da quadra, após determinar, numericamente, a velocidade com que deveria lançar a bola. A questão a ser respondida pelos alunos é enunciada da seguinte forma:

Suponha que você deseja reproduzir, com perfeição, a situação apresentada no vídeo: um arremesso perfeito, do centro de uma quadra de basquete, após determinar as grandezas físicas relevantes. Quais são essas grandezas físicas e quais as suas intensidades?

A fim de dar alguma orientação ao aluno, assim como autonomia para que trace o modo em que procederá, seguem algumas questões auxiliares:

- Vocês compreenderam completamente o problema? Quais as grandezas físicas envolvidas?
- Quais os conhecimentos que ainda precisam ser obtidos?
- Qual o tipo de movimento descrito pela bola?
- Buscando simplificar o evento, quais elementos da realidade vocês irão abordar, e quais idealizações serão assumidas?

Por exemplo:

- A massa da bola e o material de que ela é feita devem ser levados em consideração?
- E a altura do jogador interfere na velocidade e inclinação necessárias para o lançamento perfeito?
- O arremesso ocorreu em um ginásio fechado ou em uma quadra esportiva a céu aberto? Faz diferença?
- e). Para auxiliar na interpretação do problema, vocês podem elaborar uma representação esquemática do evento (um gráfico, um desenho), inserindo todas as informações relevantes ao problema que tem à disposição. (Oliveira, 2018, pág. 184)

Problema 6

ilha de Saint Martin, no Caribe, é o destino dos sonhos de muitos turistas que desejam férias em uma praia paradisíaca. A praia de Maho Beach representa um dos pontos turísticos da ilha, em função dos pousos e decolagens do aeroporto Princesa Juliana, cuja pista tem início bem próximo à areia da praia. A atração torna-se ainda maior quando as turbinas das aeronaves são acionadas em potência máxima, para iniciar a decolagem, lançando fortes ventos na praia. Alguns turistas, por diversão, arriscam-se posicionando-se atrás da aeronave para sentir as intensas rajadas de vento. Impressionado com as fortes rajadas de vento que as turbinas de um avião comercial são capazes de lançar, um estudante de Física questiona-se sobre o valor da aceleração média de uma aeronave comercial durante um procedimento de decolagem, e decide obter uma estimativa desse valor. Avalie a aceleração média que você supõe que ele possa ter obtido. (Oliveira, Araújo & Veit, 2020, pág. 4)

Problema 7

- Qual a máxima quantidade de movimento que você consegue transferir a uma bola durante um pênalti?
- Consequentemente, qual é a velocidade adquirida pela bola logo após o chute?
- Toda quantidade de movimento do pé é transferida à bola? Explique.
- Discuta como a matemática auxilia no entendimento e na resolução das situações descritas nos problemas anteriores. (Bellucco & Carvalho, 2013, pág. 46)

B. Matriz de análise

A matriz foi construída a partir do trabalho de (Pires,2021), onde foi apresentado uma problematização inicial, sobre educação bancária e ensino descontextualizado; na sequência foi identificado elementos contextuais que possam contribuir para a prática educativa: a partir da metodologia da Análise Textual Discursiva foram definidas as categorias:

Interdisciplinaridade, Relação com a realidade, Aspecto Temporal, Relação tema de estudo com conteúdo, Formação cidadã e Fuga do Tradicional. Neste trabalho utilizamos as categorias que foram consideradas relevantes para a análise de problemas abertos. Além disso, a fim de refinar os aportes teóricos da construção da matriz de análise, buscamos o trabalho de Oliveira, onde são elencadas diversas características presentes na construção de problemas abertos e suas potencialidades para o aprendizado de Física (Oliveira, 2018).

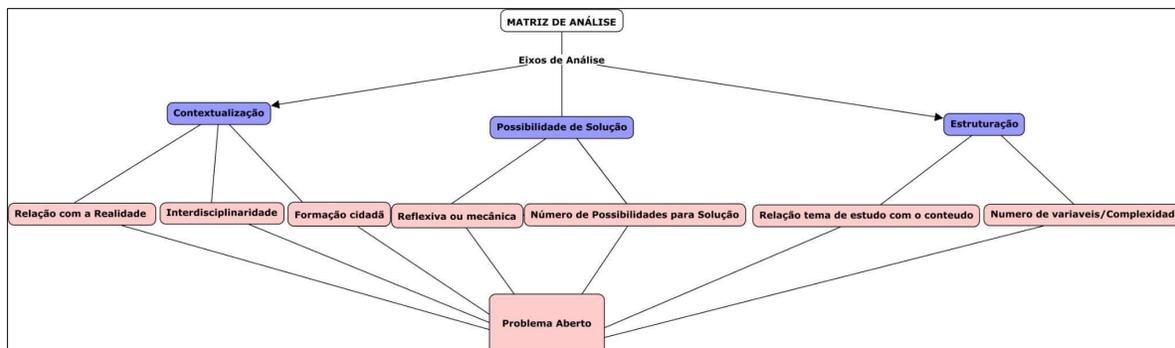


FIGURA 1. Matriz de análise. Fonte: Dissertação Pires, C.

A matriz é composta por três eixos de análise: Contextualização, estruturação e possibilidade de solução.

O eixo contextualização possui três tópicos de análise que seriam: Relação com a realidade, Interdisciplinaridade e Formação Cidadã. Explicando cada um deles, a relação com a realidade significa o quanto o problema se aproxima do cotidiano do discente, nesse sentido para uma educação contemporânea, se torna fundamental que a prática docente tenha partida no cotidiano do estudante gerando uma aprendizagem significativa (Ausubel, 1980). O estudante de educação básica necessita de uma motivação, de um resgate de interesse, precisa se sentir parte do processo educativo, dessa forma pensar no contexto que o estudante está inserido e partir de suas vivências para assim associar esse contexto com o ensino de ciências (Pires, 2021). A interdisciplinaridade trata sobre o relacionamento entre os campos de conhecimento que o problema apresenta. O ensino não deve estar alheio às questões sócio-políticas, econômicas e éticas e para isso uma única área de conhecimento não é suficiente, o uso da interdisciplinaridade promove uma contextualização evitando que a aprendizagem se torne fragmentada (Sá, Cedran e Piai, 2012). Já a formação cidadã identifica se o problema apresenta temas sociais, em todos os aspectos, social, científico, econômico, político, tecnológico, ou seja, se o problema apresenta temas que colaborem para uma sociedade democrática compreendendo a ciência como um processo social. Entender a realidade dos discentes e conhecer suas necessidades e dificuldades, para assim poder planejar e executar uma aula de cunho científico e social, propicia o interesse dos estudantes pelas ciências e o pensamento crítico, a fim de proporcionar a consciência cidadã e conhecimentos científicos (Backes & Prochnow, 2018).

O eixo Possibilidade de Solução possui dois tópicos de análise sendo ele “Reflexiva ou Mecânica” e Número de possibilidade para solução. Consideramos que: um problema possui uma solução mecânica quando para alcançar a sua solução necessita de uma aplicação excessiva de fórmulas que acabam por reforçar a visão de que a física é um acumulado de equações para solução de problemas, sem aprofundamento no sentido do problema e não propiciando uma reflexão por parte do estudante (Oliveira, 2018). Por outro lado, os problemas com soluções reflexivas fomentam o aprofundamento nos conceitos necessários na resolução, levando o aluno a efetuar um planejamento quanto ao caminho que tomará para a solução, gerando discussões e levando o aluno a tomar decisões (Perez, Terregrosa, Ramires, Carrée, Gofard & Carvalho 1992). O número de possibilidades para solução leva em consideração que um problema aberto tende a ter diversos caminhos para sua resolução advindos de sua proximidade com problemas presentes na realidade e por isso apresentam um grande grau de variedade em suas soluções (Shin, Jonassen & McGee, 2003).

Por fim, o eixo estruturação possui dois tópicos de análise: Relação tema de estudo com o conteúdo e “Número de variáveis/Complexidade”. O tópico relação tema de estudo com o conteúdo é definido pela profundidade da ligação do tema de estudo com o conteúdo abordado na aula, ou seja, o quanto o tema de estudo contextualiza o assunto. Procurar temas atuais que tenham sentido para o discente, relacionando com o conteúdo a ser aprendido, é fundamental na busca por um ensino eficaz, sendo importante destacar que qualquer que seja o tema abordado, ele precisa partir de conhecimento prévio dos alunos, sempre buscando relacionar ao contexto social do aluno e associar fenômenos naturais com fenômenos cotidianos (Pires, 2021).

O tópico de número de variáveis/Complexidade apresenta os elementos necessários para resolver um problema denominado aberto e os elementos abordados nos mesmos, onde os elementos são as variáveis. É importante destacar os aspectos de complexidade, sem deixar de apontar as diferentes faces de abordagens para sua compreensão, em diferentes campos do saber. A complexidade pode ser compreendida como uma forma de abordar um grande número de variáveis, sendo a dificuldade de descrever sistemas, onde as informações do sistema não permitem um entendimento integral, o nível de complicação condiz com a quantidade de etapas para a resolução (Watanabe & Kawamura, 2020).

C. Resultados

Ao finalizarmos a análise dos problemas foi possível perceber características comuns entre os problemas dentre as quais destacamos: no tópico de contextualização vários dos problemas apresentavam pouca relação com a realidade dos estudantes, não apresentavam nenhuma/quase nenhuma formação cidadã; quanto a interdisciplinaridade apenas dois textos traziam alguma proposição interdisciplinar como mostra a tabela abaixo.

TABELA I. Resultados de análise. Fonte: elaborada pelos autores

Variável	Apresenta	Não apresenta
Relação com a realidade	4	3
Relação com tema de estudo	7	0
Interdisciplinar	2	5
Formação cidadã/ CTS	0	7

No tópico de estruturação identificamos que boa parte dos problemas apresenta um número pequeno de variáveis que podem ser levadas em consideração para sua solução e algumas destas variáveis são fixas ou com poucas opções para diferentes escolhas por parte dos alunos, sendo isso um dos fatores para estes problemas não apresentarem uma complexidade elevada. Ainda, neste tópico, todos os problemas apresentam alguma forma de relação com o conteúdo estudado, entretanto alguns destes problemas tratam os temas de estudo separadamente, não propiciando a interligação entre temas possíveis.

Nosso último tópico de análise é a possibilidade de solução no qual verificamos se os problemas facilitam ou restringem a variedade de soluções possíveis. Neste espectro de análise é possível verificar que parte dos problemas apresentam possibilidades de solução com pequena variedade nos resultados, pois não apresentam a possibilidade de escolha quanto às variáveis que serão utilizadas deixando a cargo dos alunos somente a escolha dos valores das variáveis que o problema dispõe, outra parte tem soluções mais diversificadas pois além da variedade dos valores que os alunos podem atribuir às variáveis, também necessitam que os alunos criem hipóteses sobre quais variáveis devem ou não ser usadas, é importante destacar que as variáveis escolhidas pelos estudantes pode ou não ser arbitrária, o que define se isso é possível é a estrutura do problema proposto. Estes dois grupos de problemas acabam por ser em maioria os mesmos que apresentam resoluções mais mecânicas, onde a resolução é desenvolvida somente com as variáveis apresentadas no problema, no caso do primeiro grupo e mais reflexivas no caso do segundo grupo.

Organizamos abaixo alguns comentários sobre os problemas analisados onde elencamos as características apresentadas:

Problema 1: Ao analisar o problema é notável que sua estruturação é simples, não propiciando a criação de hipóteses por parte dos alunos; não apresenta grande complexidade quanto aos conceitos necessários para sua resolução. O problema faz somente o uso de conceitos de cinemática e deixa pouco espaço para uso de outros conteúdos ou para a variedade de métodos de resolução. Quanto a sua solução o problema não apresenta muitas possibilidades de resoluções diferenciadas.

Problema 2: O problema apresenta uma estruturação simples que possibilita poucos caminhos para alcançar a sua solução; necessita do uso de conceitos de conservação do momento e cinemática. A resolução do problema pode ser alcançada com o uso de hipóteses por parte dos alunos e a aplicação de conceitos da mecânica. O problema também apresenta interdisciplinaridade com a “disciplina de educação física” onde seria feito a comparação dos resultados encontrados com a realidade.

Problema 3: O problema apresenta uma estruturação simples, necessitando o conhecimento dos conceitos de ondulatória e mecânica. Quanto à solução destaca-se que o caminho para encontrá-la necessita do uso de diversos conceitos e elaboração de hipóteses por parte dos alunos.

Problema 4: O Problema exibe uma estrutura simples e perguntas objetivas deixando pouco espaço para variedade de soluções; é necessário o uso dos conceitos de mecânica e de energia. A resolução do problema apresenta um único caminho, sendo que a única variação seria quais valores seriam alocados a variável da massa dos carros.

Problema 5: Problema apresenta estrutura mais completa, pois possibilita diversos caminhos de solução; ficando a critério do aluno considerar ou desconsiderar variáveis que utilizará e possibilidades. Será utilizado principalmente os conceitos de cinemática e dinâmica. Quanto à solução do problema, não há uma solução única a ser encontrada.

Problema 6: Problema contém uma estrutura mais completa pois possibilita várias soluções; ficando a critério do aluno considerar ou desconsiderar variáveis e possibilidades. Os conceitos que podem ser abordados são conservação de momento, a cinemática e dinâmica. Devido a sua construção, este problema pode ter uma grande variação na sua complexidade, dependendo de como o aluno escolher resolvê-lo.

Problema 7: O problema apresenta uma estruturação simples tendo um pequeno número de variáveis que ficam sob controle do estudante; uso de conceitos de conservação de momento são necessários. Quanto às suas possibilidades de solução, ele apresenta pouca variação, a principal deriva dos números que serão escolhidos e as variáveis necessárias para sua solução.

Por fim, a partir da matriz de análise, buscamos identificar as características que tornam estes problemas mais ou menos abertos. Os problemas analisados que apresentam estruturas mais simples tendem a ser menos abertos dos que apresentam uma estruturação mais complexa; os problemas que tem seu caminho de resolução lógico tendem a ser mais abertos dos que têm resoluções mais mecânicas; os problemas que têm uma maior proximidade com a realidade dos alunos e apresentam um grau maior de interdisciplinaridade também tendem a ser mais abertos. A partir destas características buscamos identificar os problemas quanto ao seu grau de proximidade com a idealização feita em nossa matriz de análise.

Os problemas 3, 5 e 6 são os que foram classificados como mais abertos, pois exigem dos alunos um aprofundamento conceitual e apresentam um maior número de variáveis a ser considerada; ambos os problemas se destacam por não apresentar uma possibilidade de solução pré estabelecida e trazem uma possibilidade maior de relação com a realidade dos alunos, sendo exemplos cotidianos, como esportes, fenômenos marítimos, entre outros. Por outro lado, nenhum dos problemas analisados apresenta temas com formação cidadã e/ou relação Ciência, tecnologia e sociedade (CTS). Outra característica identificada ao efetuarmos a leitura e análise da literatura selecionada e disponível dos últimos dez anos, é o perceptível número pequeno de artigos que trabalham sobre problemas abertos e tenham em si, propostas de atividades didáticas. A partir disso, visamos futuramente a construção de propostas didáticas com o uso de problemas abertos.

IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho tínhamos o objetivo de desenvolver uma revisão sistemática de literatura, analisando que forma os trabalhos encontrados nos periódicos nacionais, avaliados no QUALIS capes no último quadriênio disponível, apresentam e discutem problemas abertos como ferramentas didáticas, buscando assim, mapear os problemas abertos utilizados. Através da análise foi constatado que dos problemas abertos presentes na literatura poucos apresentavam contextualização com a realidade dos estudantes.

Com isso selecionamos os problemas que encontramos nos textos e avaliamos perante uma matriz de análise construída a partir de referencial teórico colocado na seção [III.B]. Os resultados mostram que, além do número insuficiente de publicações relacionados ao tema em questão, os problemas 1 e 7 destoam do marco teórico utilizado (o qual define um problema aberto) e portanto podem trazer uma visão desconexa daquela realmente necessária quando se pensa em uma atividade com essa ferramenta em potencial.

Cabe destacar que alguns desdobramentos desse trabalho incluem a reformulação dos problemas que julgamos incoerentes com a matriz de análise desenvolvida e também na construção de atividades didáticas que trarão os problemas abertos como principal ferramenta no processo das atividades de ensino e aprendizagem, contribuindo também, no sentido de aumentar o número de publicações e trabalhos que correspondem a essa temática.

REFERÊNCIAS

- Ausubel, D. P., Novak, J. D., Hanesian, H. (1980) *Psicologia educacional*. Tradução Eva Nick. Rio de Janeiro: (Int).
- Backes, N. F. e Prochnow, T. R. (Setembro 2018) Reflexões no processo de formação de professores para o ensino de ciência, na região do vale do Rio Pardo/Rs apresentado em *XVIII Fórum de pesquisa científica e tecnológica*. Canoas, Brasil.
- Brasil, Parâmetros Curriculares Nacionais. (2000) *Ciências da Natureza e Matemática e suas tecnologias*. Brasília: MEC.

Bellucco, A. e Carvalho, A. M. P. (2014) Uma proposta de sequência de ensino investigativa sobre quantidade de movimento, sua conservação e as leis de Newton. *Cad. Bras. Ens. Fís.*, 31(1), 30-59.

Belmont, R. S., Pereira, M. M. e Lemos, E. S. (2016) Integrando física e educação física em uma atividade investigativa na perspectiva da teoria da aprendizagem significativa. *Experiências em Ensino de Ciências*, 11(2).

Clement, L. e Terrazzan, E. A. (2012) Resolução de problemas de lápis e papel numa abordagem investigativa, *Experiências em Ensino de Ciências*, 7(2) https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID185/v7_n2_a2012.pdf

Heineck, R., Valiati, E. R. A. e Rosa, C. T. W. (2007) Software educativo no ensino de Física: análise quantitativa e qualitativa. *Revista Iberoamericana de Educación*, 42(6). <https://rieoei.org/RIE/article/view/2376>

Watanabe, G. e Kawamura, M. R. D. (2020). Contribuições das produções sobre a complexidade: aportes para a educação científica escolar. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 37(2).

Oliveira, Â. M. M. e Moreira, M. A. (2016) Um estudo exploratório para avaliar a dificuldade de problemas em ensino de física utilizando a teoria da carga cognitiva com o auxílio de uma hiperímia. *R. bras. Ens. Ci. Tecnol.*, 9(1), 26-61.

Oliveira, V., Araujo, I. S. e Veit, E. A. (2017) Resolução de problemas abertos no ensino de física: uma revisão da literatura. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 39(3), e3402.

Oliveira, V. (2018) Resolução de problemas abertos para Aprendizagem de Física no Ensino Médio na perspectiva da modelagem didático-científica, Tese (Doutorado em Ensino de Física) -Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Oliveira, V., Araujo, I. S. e Veit, E. A. (2020) Resolução de problemas abertos como um processo de modelagem didático-científica no Ensino de Física, *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 42. doi:10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0043

Pérez, D. G., Terregrosa, J. M., Ramírez, L., Carrée, A. D., Gofard, M., Carvalho, A. M. P. (1992) Questionando a didática de resolução de problemas: elaboração de um modelo alternativo. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 9(1), 7-19.

Pires, C. D. M. F. (2021) Contextualização no ensino de ciências/física: energia x reciclagem do papel e suas relações com a termodinâmica. Tese (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Shin, N., Jonassen, D., McGee, S. (2003) Predictors of well-structured and ill-structured problem solving in an astronomy simulation. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(1).

Sá, M. B. Z. e Cedran, J. C. e Piai, D. (2012) Modelo de integração em sala de aula: drogas como mote da interdisciplinaridade, Departamento de Química, Universidade Estadual de Maringá (UEM), *Ciência & Educação*, 18(3), 613-621.