

A Teoria das Situações Didáticas e a aprendizagem significativa: análise de trabalhos na área de Ensino de Ciências e Matemática

Anita Lima Pimenta*, Glêsiâne Coelho de Almor Viana**,
Luiz Henrique Ferraz Pereira***, Luiz Marcelo Darroz****

Resumo

O artigo visa apresentar como a Teoria das Situações Didáticas (TSD), identificada em trabalhos da área de Ensino de Ciências e Matemática, tem sido aplicada em situações de ensino em conjunto com pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS). Para tanto, discorre sobre alguns aspectos descritivos do conceito de aprendizagem significativa e, em seguida, explana brevemente sobre a TSD. Na sequência, apresenta a análise de trabalhos acadêmicos nos quais a TSD aparece associada à TAS e vinculada à educação básica. A leitura e a análise dos trabalhos evidenciam que, no caso da TAS, os temas centrais abordados nos estudos vinculam-se à importância da identificação dos conceitos subsunçores e da predisposição do aluno para aprender e que, em termos da TSD, o destaque fica por conta do estabelecimento do

-
- * Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, Especialista em Matemática, Educação de Jovens e Adultos e Gestão Escolar, Graduação em Licenciatura em Matemática. Doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo - PPGEEM (UPF). Docente de Educação Superior da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) E-mail: anita.pimenta@uemg.br. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0221-6118>
 - ** Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, Especialista em Ensino de Física e Ensino de Matemática, Graduação em Licenciatura em Física e Licenciatura em Matemática. Doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo - PPGEEM (UPF). Docente de Educação Superior da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) E-mail: glesiane.viana@uemg.br. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3096-2468>
 - *** Doutor em Educação, Mestre em Educação, Graduação em Licenciatura em Matemática. Docente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo (UPF). E-mail: lh@upf.br. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5542-2265>
 - **** Doutor em Educação em Ciências, Mestre em Ensino de Física, Especialista em Física, Graduação em Licenciatura em Física e Licenciatura em Matemática. Docente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática e do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade de Passo Fundo (UPF). E-mail: ldarroz@upf.br. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0884-9554>.

<https://doi.org/10.5335/rbecm.v6iespecial.14772>

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>

ISSN: 2595-7376



contrato didático nas relações entre o meio, os alunos e o professor. Por fim, fica evidenciada a relevância notória do protagonismo do aluno nesse processo de aprendizagem, permitindo que ele se torne agente ativo na construção do próprio conhecimento.

Palavras-chave: Teoria das Situações Didáticas; Aprendizagem significativa; Ensino de Ciências; Ensino de Matemática.

Introdução

Uma das grandes preocupações de educadores e especialistas em educação está na busca por metodologias que promovam a aprendizagem significativa dos estudantes no contexto escolar. A aprendizagem significativa, segundo Moreira (2012, p. 30), “*é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe*”, enquanto a aprendizagem mecânica ou automática demanda pouca ou nenhuma interação com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Apesar de à primeira vista parecerem antagônicos, Ausubel, Novak e Hanesian (1983) esclarecem que esses dois modos de aprendizagem não apresentam relação dicotômica, uma vez que existem tipos de aprendizado de transição que ambos compartilham e que podem ocorrer simultaneamente a partir de uma mesma tarefa.

No entanto, conforme Santarosa (2016), a experiência em sala de aula tem indicado que a aprendizagem em Matemática e em áreas afins vem ocorrendo prioritariamente de forma mecânica, num cenário em que os alunos assumem papel passivo, sem desenvolver a capacidade de transferir o conhecimento matemático para seus contextos de atuação. Moreira (2018) também alerta para as consequências de um ensino de Física que preconiza, entre seus métodos, a aprendizagem mecânica, como, por exemplo, a memorização de fórmulas a serem aplicadas na resolução de problemas conhecidos. Segundo o autor, como resultado desse tipo de ensino, os alunos não desenvolvem uma predisposição para o aprendizado da disciplina, uma das condições necessárias para uma aprendizagem significativa. A mesma problemática é exposta por Gonzaga et al. (2015) no que se refere ao ensino de Ciências pautado na memorização, com conseqüente incompreensão das suas temáticas.

Para Ausubel (2002), a relação arbitrária e literal de tarefas que ocorre na aprendizagem mecânica tem algumas conseqüências para a aprendizagem. De acordo com o autor, somente tarefas de aprendizagem relativamente breves podem ser



internalizadas nesse tipo de processo, sendo retidas apenas por um curto intervalo de tempo. Além disso, os conceitos aprendidos através de memorização são vulneráveis à interferência de outros similares, previamente aprendidos e encontrados ao mesmo tempo ou anteriormente a eles.

Por outro lado, têm ocorrido constantes mudanças nos sistemas de ensino, a exemplo da reformulação do ensino médio a partir da Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017, cujas alterações abrangem a ampliação da carga horária diária e a inclusão de disciplinas eletivas, unidades curriculares e/ou complementares, previstas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2017). O chamado Novo Ensino Médio, embora já implementado em algumas escolas, tornou-se obrigatório para todas as redes de ensino, públicas e privadas, no ano de 2022 (BRASIL, 2021). Para Alves et al. (2021, p. 109), tais modificações permitem o diálogo no trabalho interdisciplinar entre o Ensino de Ciências da Natureza e Matemática e a BNCC “à medida em que propõe a contextualização do conhecimento promovendo a formação do aluno-pesquisador”.

É ancorada na superação da fragmentação disciplinar do conhecimento, de forma totalmente radical, que se dá a proposta da BNCC. Além disso, o documento coloca como pontos importantes o estímulo à aplicação desse conhecimento na vida real, “a importância do contexto para dar sentido ao que se aprende e o protagonismo do estudante em sua aprendizagem e na construção de seu projeto de vida” (BRASIL, 2018, p. 15). Tais situações são passíveis de serem promovidas se ao estudante forem fornecidas condições para que sua aprendizagem seja significativa.

Ainda de acordo com o documento que designa aquilo que os estudantes devem aprender na educação básica, há o compromisso com a educação integral, que “se refere à construção intencional de processos educativos que promovam aprendizagens sintonizadas com as necessidades, as possibilidades e os interesses dos estudantes e, também, com os desafios da sociedade contemporânea” (BRASIL, 2018, p. 14). É visando esta construção que educadores buscam nas teorias da aprendizagem subsídios para promoção deste tipo de aprendizagem, significativa para o estudante.

O objetivo deste trabalho é, portanto, apresentar como a Teoria das Situações Didáticas (TSD), identificada em trabalhos das áreas de Ensino de Ciências e Matemática, em associação com a Teoria da Aprendizagem Significativa, tem sido empregada em situações de ensino para estudantes da educação básica. Para isso, o artigo está organizado trazendo inicialmente alguns aspectos descritivos do conceito

de aprendizagem significativa, seguidos das características inerentes à Teoria das Situações Didáticas. Na próxima seção, serão apresentados trabalhos em que a aplicação da TSD ocorre associada a conceitos da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), localizadas em produções da área de ensino de Ciências e Matemática. Por fim, são trazidas as considerações finais.

A Aprendizagem Significativa

Segundo Moreira (1999), a teoria de Ausubel focaliza primordialmente a aprendizagem cognitiva e, ao explicar o processo de aprendizagem ocorrido em sala de aula, evidencia que aquilo que o aluno já sabe é o fator isolado de maior influência nesse processo. A TAS é organizada a partir do conceito central da aprendizagem significativa, que se refere à relação entre uma nova informação e uma estrutura de conhecimento específica, chamada por Ausubel de *subsunçor*. Dessa forma, a aprendizagem significativa ocorre quando essa nova informação se ancora em conceitos ou proposições relevantes, já existentes na estrutura cognitiva daquele que aprende (MOREIRA, 1999).

Como condição para ocorrência da aprendizagem significativa, Moreira (1999) indica que o material a ser aprendido seja relacionável ou incorporável à estrutura cognitiva do aprendiz, o que o torna potencialmente significativo. Além disso, o aprendiz deve manifestar uma disposição para relacionar o novo material à sua estrutura cognitiva, de maneira substantiva e fundamentada. Segundo Pelizzari et al. (2002), um material potencialmente significativo tem que ser lógica e psicologicamente significativo, estando o significado lógico sujeito à natureza do conteúdo e o psicológico, à experiência de cada indivíduo. Em outras palavras, cada aprendiz filtra conteúdos com significado ou não para si próprio.

As evidências da aprendizagem significativa devem ser buscadas a partir da formulação de questões e problemas de forma nova e não familiar, demandando a máxima transformação do conhecimento adquirido (MOREIRA, 1999). Almeida e Fachín-Terán (2011) indicam como alternativa para verificação da aprendizagem significativa a proposição de tarefas de aprendizagem, sequencialmente dependentes de outras, que exijam o domínio perfeito das precedentes para serem executadas. Quando a nova informação adquire significado por meio da interação com subsunçores, a partir da subordinação do novo material com a estrutura cognitiva já exis-



tente, a aprendizagem é chamada de *subordinada*. Se um conceito ou proposição potencialmente significativo, mais geral e inclusivo do que ideias ou conceitos já estabelecidos na estrutura cognitiva é adquirido a partir desses conceitos mais específicos, a aprendizagem é dita *superordenada*. Por fim, a aprendizagem *combinatória* se dá de uma forma mais geral, quando proposições e, em menor escala, conceitos não têm subordinação ou superordenação com proposições ou conceitos específicos, mas com conteúdo amplo e geral existente na estrutura cognitiva (MOREIRA, 1999).

Como forma de manipular a estrutura cognitiva e facilitar a aprendizagem significativa, Ausubel propõe o uso de organizadores prévios, materiais introdutórios apresentados antes do próprio material a ser aprendido, cuja função é servir de âncora para a nova aprendizagem, além de desenvolver conceitos subsunçores para facilitar as próximas aprendizagens. Segundo Moreira (1982), os organizadores prévios são mais eficientes quando utilizados no início das tarefas de aprendizagem, de forma a salientar suas propriedades integrativas. No entanto, “*para serem úteis [...] precisam ser formulados em termos familiares ao aluno, para que possam ser aprendidos, e devem contar com boa organização do material de aprendizagem para terem valor de ordem pedagógica*” (MOREIRA, 1982, p. 13).

Moreira (1999) esclarece que, para Ausubel a *diferenciação progressiva* de um conceito subsunçor está quase sempre relacionada à aprendizagem significativa subordinada, sendo um processo de interação e ancoragem que precede sua modificação. Já a recombinação de elementos previamente existentes na estrutura cognitiva é chamada de *reconciliação integrativa*, com novas informações sendo adquiridas e com elementos da estrutura cognitiva se reorganizando e adquirindo novos significados, mediante interligação com as aprendizagens superordenada e combinatória.

Pelizzari et al. (2002, p. 39-40) indicam que na teoria de Ausubel a aprendizagem significativa tem pelo menos três vantagens essenciais em relação à aprendizagem memorística:

Em primeiro lugar, o conhecimento que se adquire de maneira significativa é retido e lembrado por mais tempo. Em segundo, aumenta a capacidade de aprender outros conteúdos de uma maneira mais fácil, mesmo se a informação original for esquecida. E, em terceiro, uma vez esquecida, facilita a aprendizagem seguinte – a “reaprendizagem”, para dizer de outra maneira.

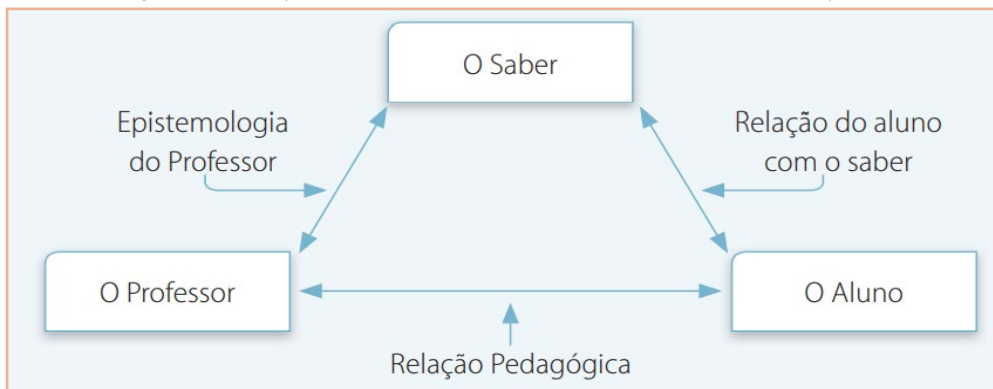
Dessa forma, para aprender significativamente, o sujeito precisar ter uma participação ativa na aquisição de conhecimentos, a partir de uma reelaboração pessoal dos conceitos, de forma que não sejam uma repetição ou cópia das formulações do professor ou do livro texto (PELIZZARI et al., 2002).

A Teoria das Situações Didáticas

A Teoria das Situações Didáticas (TSD) se origina a partir da Didática Matemática francesa, criada pelo educador Guy Brousseau na década de 1970 (GOMES JÚNIOR; BENFICA, 2013). Para Almouloud (2019, p. 149), a Didática Matemática “é o estudo de situações que visam à aquisição de conhecimentos / saberes matemáticos pelos alunos, tanto do ponto de vista das características dessas situações, bem como do tipo de aprendizagem que elas possibilitam”. Porém, antes de falar sobre a teoria, é importante compreender o significado do termo *didática*. Conforme Teixeira e Passos (2013, p.156), a palavra *didática* provém do verbo grego *didasko*, que significa *ensinar, instruir, demonstrar*, o que para os autores se resume na definição da *arte ou ciência do ensino*. Dito isso, percebe-se uma ligação importante entre o ensino e a didática.

Ainda de acordo com os autores, Brousseau conceitua a didática como “[...] uma relação específica entre conteúdos de ensino, a maneira como os alunos adquirem conhecimentos e os métodos” (TEIXEIRA; PASSOS, 2013, p. 156-157). Sendo assim, o educador desenvolveu a teoria que visa compreender as relações que ocorrem entre alunos, professores e o saber em sala de aula. A Figura 1, a seguir, apresenta o diagrama conhecido como *triângulo didático* para exemplificar a relação exposta anteriormente:

Figura 1: Triângulo didático (extraído de DAMASCO NETO; COAN, 2012, p. 46).



O objetivo da TSD consiste em “[...] caracterizar um processo de aprendizagem por meio de uma série de situações reprodutíveis e que têm potencial para provocar modificações em um conjunto de comportamentos dos alunos” (ALMOULOU, 2016, p. 113). Para o autor, tais modificações demonstram a ocorrência de uma aprendizagem significativa, com características da aquisição de um determinado conjunto de conhecimentos/saberes. Essas situações reprodutíveis são as chamadas situações didáticas que, segundo Teixeira e Passos (2013, p. 158), “[...] estabelecem os fatores determinantes para a evolução do comportamento dos alunos”. Os autores destacam que, dessa forma, é a situação didática que se torna o objeto central de estudo na TSD, com a identificação das interações entre professor, aluno e saber, na qual o erro ganha novo significado: “*Algum erro cometido pelo aluno, nessa teoria, quando identificado, constitui-se como valiosa fonte de informação para a elaboração de boas questões ou para novas situações problemas que possam atender, mais claramente, os objetivos desejáveis*”.

Nas palavras de Damasceno Neto e Coan (2012, p. 45):

A teoria das situações didáticas, formulada por Brousseau, prima por uma educação mais significativa, de modo que o conhecimento esteja vinculado com a realidade do aluno. Para tanto, é fundamental que o professor leve em consideração a forma de apresentação do conhecimento ao aluno de modo que o contexto da expressão educativa propicie um verdadeiro sentido.

Para os autores, Brousseau sempre se empenhou em compreender como seus alunos aprendem Matemática, e é nesse sentido que se observa sua rica contribuição com o desenvolvimento da teoria. Os estudantes passam a ter um papel ativo na busca pelo saber, e o erro é considerado um fragmento significativo no processo de aprendizagem (DAMASCO NETO; COAN, 2012). Nesse sentido, Brousseau (2008, p. 51, tradução nossa) afirma que “*a consciência que o aprendiz pode ter de sua capacidade de controlar determinada situação ou ambiente é identificada como ‘seu conhecimento’*”. Com isso, o autor mostra a importância de tomar consciência do próprio conhecimento, para produzir a aculturação do aluno pela sociedade. Teixeira e Passos (2013, p. 157) reforçam que:

Para Brousseau (1986), a Didática da Matemática estuda atividades didáticas que têm como objetivo o ensino da parte específica dos saberes matemáticos, propiciando explicações, conceitos e teorias, assim como meios de previsão e análise; incorporando resultados relativos aos comportamentos cognitivos dos alunos, além dos tipos de situações utilizadas e os fenômenos de comunicação do saber.

Diante disso, os autores compreendem que a Didática Matemática gera condições capazes de determinar a aprendizagem do saber matemático por parte do aprendiz. É importante salientar que a teoria apresentada utiliza um dos principais objetivos da Didática Matemática, que se resume em caracterizar o processo de aprendizagem por meio das denominadas *situações didáticas* (TEIXEIRA; PASSOS, 2013).

Nessas situações, o professor não tem como função levar o aluno a compreender, mas é quando se estabelece o que Brousseau chama de *contrato didático*, definido como “*uma série de acordos bilaterais entre professor e aluno, alguns explícitos e outros não, com os quais estão pautadas as relações que vigoram na relação didática entre eles*” (TEIXEIRA; PASSOS, 2013, p. 163). Gomes Júnior e Benfica (2013) entendem que o contrato didático exerce um papel regulador para que haja de forma satisfatória a promoção da aprendizagem.

Brousseau propôs situações que foram experimentadas e analisadas cientificamente. O que se vê de mais comum em situações de ensino é apenas a interação professor-aluno; já nas situações didáticas o docente cria um meio autônomo de atuação para o discente. De acordo com Almouloud (2019), cada situação coloca presente a) um saber; b) sujeitos; c) meios (*milieu*). Sobre o *milieu*, Pommer (2008, p. 5-6) assim discorre:

O termo “milieu” indica o meio a-didático, um sistema antagonista, sem intenção didática explícita e exterior ao aluno, que pode abranger, dentre outros, situações-problema, jogos, os conhecimentos dos colegas e professor. Brousseau (1996a) aponta que o ‘milieu’ deve possibilitar a interação autônoma do aluno em relação às situações que interage e em relação ao professor. Ainda, o “milieu” deve ser organizado para a aprendizagem numa interação feita de desequilíbrios, assimilações e acomodações (conforme Piaget), permitindo ao aluno a reflexão sobre suas ações e retroações, impondo restrições através de regras que devem ser respeitadas.

Brousseau (2008, p. 53, tradução nossa) diz que “*as interações de um sujeito – seja professor ou aluno – nos diferentes níveis de um meio são distintas: eles tomam decisões (de acordo com regras, estratégias, conhecimentos), agem de acordo com as informações que recebem e interpretam*”. As situações didáticas são representadas pelo esforço independente do aluno em diferentes momentos de aprendizagem (TEIXEIRA; PASSOS, 2013).

Ainda segundo Brousseau (2008), a modelagem das situações didáticas é organizada nas fases devolução, ação, formulação, validação e institucionalização. A *devolução* é o momento em que o professor cede ao aluno parte da responsabilidade pela aprendizagem. A *ação* configura a hora de tomar decisões para resolver



problemas propostos, enquanto a *formulação* é a troca de informação entre aluno e *milieu*, não havendo necessidade do uso da linguagem matemática formal. Na fase da *validação*, as estratégias apresentadas precisam ser provadas com utilização de linguagem matemática apropriada. Por fim, a *institucionalização* constitui o momento em que o saber é identificado, é quando o papel do professor é manifestado. As primeiras quatro fases caracterizam situações adidáticas, nas quais o professor permite ao aluno realizar descobertas, não revelando sua intenção didática. Já na última fase, o professor retoma parte da responsabilidade cedida ao aluno, definindo os objetivos do estudo (POMMER, 2008).

No *corpus* da TSD encontra-se também a *Engenharia Didática*, “criada para atender a duas questões: a) das relações entre pesquisa e ação no sistema de ensino; b) do lugar reservado para as realizações didáticas entre as metodologias de pesquisa” (CARNEIRO, 2005, p. 90). Conforme expõe Almouloud (2007, p. 171), ao ser vista como metodologia de pesquisa, a Engenharia Didática “é caracterizada, em primeiro lugar, por um esquema experimental com base em ‘relações didáticas’ em sala de aula, isto é, na construção, realização, observação e análise de sessões de ensino”. Para Artigue (1996 apud CARNEIRO 2005), a Engenharia Didática foi distribuída em quatro etapas: Análises prévias; Concepção e análise *a priori*; Implementação da experiência; e Análise *a posteriori* e validação da experiência.

Almouloud (2007) destaca que, para a construção das Engenharias Didáticas, é necessário compreender a noção de obstáculos. Segundo o autor, essa noção é utilizada nas diversas pesquisas de Didática da Matemática para análise dos erros, tidos por Brousseau como “a expressão ou a manifestação explícita de um conjunto de concepções espontâneas, ou reconstruídas que, integradas em uma rede coerente de representações cognitivas, tornam-se obstáculo à aquisição e ao domínio de novos conceitos” (ALMOULOU, 2007, p. 131-132). Segundo Brousseau (1983 apud ALMOULOU, 2007, p. 135):

[...] os obstáculos se manifestam pela incapacidade de compreender certos problemas, de resolvê-los com eficácia, ou pelos erros que, para serem superados, deveriam conduzir à instalação de um novo conhecimento. Por consequência, o erro é considerado necessário para:

- desencadear o processo de aprendizagem do aluno;
- o professor situar as concepções do aluno e, eventualmente, compreender os obstáculos subjacentes;
- o professor adaptar a situação didática.

Brousseau caracteriza os obstáculos presentes na Didática da Matemática de acordo com as diferentes maneiras como são tratados no plano didático. Os obstáculos epistemológicos desempenham um papel importante no desenvolvimento histórico dos conhecimentos, podendo ser identificados nas dificuldades que os estudiosos encontraram, ao longo da História da Matemática, para compreender e utilizar determinados conceitos. Os obstáculos didáticos, originados do processo de transposição didática, podem estar relacionados à escolha de estratégias de ensino ou de projetos de sistemas educativos. Quando as representações profundas dos sujeitos são contraditórias à aprendizagem, ou quando o sujeito sofre uma desestabilização inaceitável, o obstáculo é chamado de psicológico. As limitações do sujeito em certo momento do seu desenvolvimento, do tipo neurofisiológicas ou outras, originam obstáculos ontogênicos. Há, também, os obstáculos culturais, relacionados a certas maneiras de pensar, e os obstáculos técnicos, surgidos quando uma tarefa possui maior complexidade e extrapola a capacidade de atenção do aluno (ALMOULOU, 2007). Almouloud (2006 apud MIRANDA, 2016, p.159) indica, ainda, a existência de obstáculos linguísticos, *“que se referem às barreiras de linguagem que impedem a compreensão do conteúdo em função da não habilidade no uso da língua materna, por parte de aprendizes, e até de professores que utilizam os mesmos significantes com significados diferentes”*.

Diante do exposto, acredita-se que a TSD é capaz de promover uma importante contribuição para o processo de ensino e aprendizagem, colocando o aluno como protagonista na construção de seu conhecimento, fator de destaque para alcançar uma aprendizagem significativa. Além disso, a ressignificação a respeito do erro transforma-o em subsídio para a aprendizagem e para a ação do professor.

Delimitação do corpus de análise

A pesquisa desenvolvida, de natureza qualitativa, envolveu um estudo bibliográfico do tipo *estado do conhecimento*. Segundo Morosini e Fernandes (2014, p. 155), estado do conhecimento *“[...] é identificação, registro, categorização que levem à reflexão e síntese sobre a produção científica de uma determinada área, em um determinado espaço de tempo, congregando periódicos, teses, dissertações e livros sobre uma temática específica”*.

Para delinear o *corpus* – conjunto de trabalhos a serem analisados –, foi utilizado o buscador Google Acadêmico para localização de pesquisas que abordassem a TSD

e a TAS envolvendo o ensino de Ciências e Matemática. Como descritores, foram utilizados *Teoria das Situações Didáticas*, *Aprendizagem Significativa*, *Ausubel*, *Matemática e/ou Ciências*, que deveriam aparecer em um mesmo trabalho, no período temporal compreendido entre 2012 e 2021. A primeira busca gerou 100 resultados, sendo 27 artigos de periódicos, sete trabalhos publicados em anais de eventos, seis capítulos de livros, 42 dissertações de mestrado, um livro, um produto educacional, oito teses de doutorado, seis trabalhos de conclusão de curso de graduação e dois trabalhos de conclusão de curso de pós-graduação *lato sensu*.

Numa primeira seleção, foram considerados apenas trabalhos que continham essas expressões em seus títulos, resumos e/ou palavras-chave, ou que se referiam ao processo de ensino e aprendizagem de Matemática e/ou Ciências, usando como aporte teórico a TAS e a TSD, sendo selecionados 24 trabalhos. Destes, em um segundo processo de filtragem, foram excluídos os duplicados e aqueles que traziam, em sua análise, situações de ensino para estudantes da educação básica, em que foram aplicados produtos ou atividades embasadas nestas teorias, descartando-se aqueles dedicados a revisões de literatura ou discussões teóricas. Tais recortes resultaram em um conjunto de nove trabalhos, a saber: dois artigos de periódicos, seis dissertações e um produto educacional. No entanto, como o produto educacional encontrado faz parte de uma das dissertações localizadas, os dois foram considerados em conjunto, resultando na análise de oito trabalhos que se tornaram corpus de análise do presente estudo.

Esses trabalhos foram lidos e analisados a partir do nosso objetivo, que está associado a verificar o modo como as duas perspectivas teóricas são trazidas em estudos que nelas se apoiam. Para isso, procedeu-se ao relato de cada um dos oito estudos e, a partir de então, teceram-se as análises buscando elementos que pudessem contemplar o objetivo anunciado. Inicia-se pelo relato das oito pesquisas, e na próxima seção procede-se às análises.

Relato dos estudos

No primeiro artigo, intitulado “Construções em Geometria Euclidiana Plana: as perspectivas abertas por estratégias didáticas com tecnologias”, de Oliveira e Gonçalves (2018), os autores utilizaram atividades problematizadas a partir de construções geométricas e do software Logo (SuperLogo), de Seymour Papert e

Wally Feurzeig. A TSD foi usada para construir problemas adequados ao trabalho investigativo dos alunos e analisar seus avanços cognitivos ao longo das dialéticas de ação, formulação e validação, enquanto a TAS foi empregada para compreender o papel dos conhecimentos prévios envolvidos no processo, indicando a importância da elaboração de forma criteriosa pelo professor de atividades capazes de mobilizar conceitos subsunçores dos estudantes. O emprego da TSD ocorreu na estruturação do último encontro da pesquisa de campo, na organização das atividades de modo a percorrer as dialéticas de ação, formulação e validação em torno de um *milieu* antagonista. Os autores destacam que a socialização ao final deste encontro levou à institucionalização do conhecimento matemático, fixando seu estatuto formal, e ressaltam que a ocorrência das dialéticas no movimento característico das resoluções de atividades se deu em diversos momentos, e até simultaneamente em alguns casos.

O segundo artigo, de autoria de Batista e Siqueira (2019), evidencia aspectos didáticos que uma atividade lúdica sobre a “Instabilidade Nuclear”, parte integrante de uma sequência didática sobre a Radioatividade, fornece para o ensino-aprendizagem de conceitos de Física Moderna e Contemporânea (FMC) no ensino médio. O processo de pesquisa foi orientado pelos pressupostos teóricos da Teoria da Transposição Didática, de Yves Chevallard; da Design Based Research (Pesquisa Baseada em Projeto) –Teaching Learning Sequence (Sequência de Ensino-Aprendizagem), a DBR – TLS, que ajudaria a compreender, na prática, o sucesso ou fracasso de inovações educacionais; e da TAS. Do mesmo modo que no trabalho de Oliveira e Gonçalves (2018), a TAS foi empregada para análise e compreensão das concepções dos estudantes, usando-as como ponto de partida para a realização das atividades em sala de aula, garantindo a avaliação da potencialidade da sequência de ensino-aprendizagem como promotora da aprendizagem significativa. Com o objetivo de mostrar tal potencialidade, desenvolver conhecimentos didáticos e, ainda, fornecer saberes necessários ao progresso didático para inserção de FMC, os autores usaram a TSD para análise, baseados especificamente no conceito de contrato didático e seus elementos fundamentais constituintes: a divisão das responsabilidades, a tomada em conta do implícito e a relação com o saber.

Iniciando a análise das dissertações, tem-se o trabalho de Santos (2012), intitulado “Esboço de gráficos nos ambientes papel e lápis e GeoGebra: funções afins e funções quadráticas”, que foi fundamentado teoricamente na TSD e a Teoria de Registros de Representação Semiótica de Raymond Duval, destacando as represen-



tações algébricas, tabulares e gráficas das funções. O contrato didático também é destacado pela autora como uma das noções principais da TSD, sendo a devolução um de seus componentes essenciais, mesmo apontamento feito por Siqueira e Batista (2019). Santos (2012) apresenta os vários tipos de contratos a partir da TSD, divididos nas categorias sem intenção didática, pouco didáticos e os que se ocupam fortemente de um saber novo. É neste último tipo que a autora traz, a partir da subcategoria de contrato de revisão de saberes antigos, a relação com a TAS. Ela pontua que o tipo de contrato mais utilizado na área de ensino de Matemática é o pouco didático, mas ressalta que Brousseau dá ênfase àqueles que se ocupam fortemente de um novo saber, em especial este de revisão, o que para ela é semelhante à proposição de Ausubel sobre os conceitos subsunçores, necessários para a obtenção de um novo conhecimento e promoção da aprendizagem significativa.

Os procedimentos adotados para a intervenção são descritos pela autora como uma situação adidática, de forma a privilegiar os momentos característicos de ação, formulação, validação e institucionalização, mas de acordo com a pesquisadora prevaleceu a teoria do contrato didático, com quebras em diversos momentos da experimentação. Segundo Santos (2012), sete dos dez alunos participantes da pesquisa avançaram no desenvolvimento do traçado gráfico das funções consideradas e na compreensão dessas propriedades. No entanto, ela não volta a mencionar a TAS, tampouco a relaciona com o resultado final de seu trabalho.

Ribeiro (2013), na dissertação intitulada “As frações que o ladrilhamento revela”, buscou, a partir de uma intervenção com alunos do 9º ano do ensino fundamental, melhorar o contato dos estudantes com questões envolvendo conhecimentos sobre frações ordinárias. Para isso, a autora acompanhou o estudo de frações a partir do ladrilhamento de um quadrado, usando moldes variados. A Engenharia Didática foi empregada como metodologia, com a aplicação de uma sequência didática composta por uma atividade lúdica e integradora – o jogo Pentaminós – e o Ladrilhamento. Ribeiro (2013) coloca que a opção metodológica pela Engenharia Didática envolve tanto a teoria dos jogos quanto a TSD, além de noções de quadros epistemológicos e estudos de obstáculos cognitivos. A TAS aparece no seu trabalho como uma das bases teóricas para escolha das questões de controle, juntamente com os campos conceituais e situações didáticas. A autora utilizou o jogo como organizador prévio de uma aula inicial para motivar os alunos para as próximas atividades. O organizador prévio é usado quando os subsunçores dos alunos são inadequados, incapazes de realizar a

atribuição de significados aos novos conhecimentos. Da TSD, a pesquisadora traz o conceito de obstáculo epistemológico, um dos obstáculos definidos por Brousseau (2008) na Didática da Matemática, além de abordar a definição de situações didáticas e adidáticas e de contrato didático. Ribeiro (2013, p 115) considera que, embora os alunos não tenham alcançado o mesmo nível de compreensão e aprendizado, *“cada um, a seu modo, experimentou situações de sucesso e crescimento, o que pode representar para estes estudantes melhores condições para prosseguir sua trajetória”*, o que a leva a considerar como cumprido o objetivo do trabalho.

Do mesmo programa de pós-graduação de Ribeiro (2013), a dissertação de Leite (2015), intitulada “Material complementar para o professor da rede SESI-SP de ensino: semelhança e software GeoGebra”, propõe atividades sobre semelhança de triângulos para auxiliar professores utilizando o software Geogebra, principalmente os docentes da rede SESI-SP, buscando uma aula mais significativa e dinâmica. De acordo com a pesquisadora, a construção de uma aprendizagem significativa é um dos objetivos dessa rede de ensino, o que contribui para fundamentar sua proposta curricular. A partir da TAS, Leite (2015) explora as condições necessárias ao estabelecimento de uma aprendizagem significativa, colocando a pesquisa como princípio pedagógico para a formação de um sujeito crítico e criativo. A pesquisa é citada pela autora também quando fala da TSD, igualmente presente no Referencial Curricular do Sistema SESI-SP, sendo posta, junto com a formulação de hipóteses, a construção de modelos e conceitos e a resolução de problemas, como o caminho a ser percorrido para chegar à aprendizagem. Dentro da TSD, Leite (2015) traz a conceituação de situações didáticas e adidáticas. Na elaboração do material e na análise dos resultados da sequência didática, a autora não retoma a TSD ou a TAS, ficando a sua citação limitada ao momento em que analisa os pressupostos teóricos do Referencial Curricular do Sistema SESI-SP. No entanto, ela menciona que o material desenvolvido foi enviado a analistas educacionais da rede, recebendo como devolutiva um parecer onde consta a integração das atividades ao material didático e à proposta curricular, que, por sua vez, se encontra embasada nos preceitos da TAS e da TSD.

Guimarães (2015) apresenta os resultados de seu produto educacional intitulado “Uma sequência didática para aprendizagem ativa de cinemática: conceitos introdutórios, modelos e gráficos com uso de sensor de movimento e plataforma Arduino” e de sua dissertação de mestrado, cujo título é “Construção e avaliação



de uma sequência de ensino de cinemática introdutória com apoio de um sistema de aquisição automática de dados baseada em princípios da Engenharia Didática”. Considerando a relação entre as duas produções, ambas foram contabilizadas e analisadas como uma só. Como metodologia de pesquisa, Guimarães (2015) optou pela Engenharia Didática, que tem embasamento na TSD. A TAS, a partir da Teoria da Assimilação e da Retenção Significativas, foi empregada na organização dos objetos de ensino nas situações didáticas, na perspectiva da aprendizagem por superordenação. Guimarães (2015) expõe que uma das razões para o grande número de reprovações na área de Ciências Naturais, em especial em Física, é a falta de conteúdos escolares que permitam a aprendizagem, os subsunçores. No estudo, a sequência didática foi organizada com conceitos de modo sequencial, de acordo com o processo de aprendizagem superordenada, sendo constituída por duas situações didáticas. Guimarães (2015) combinou análises qualitativa e quantitativa, a partir dos pressupostos da Engenharia Didática, incluindo a validação da experiência, que foi realizada de forma interna. Os resultados estatísticos indicaram uma melhoria significativa no desempenho dos participantes que experimentaram as situações didáticas, mas o mesmo não foi observado sobre a motivação para aprender desses estudantes, e a análise qualitativa forneceu indícios de alcance dos objetivos de aprendizagem.

A dissertação de Nunes (2017), direcionada à elaboração de uma sequência didática destinada à compreensão das noções de Mínimo Múltiplo Comum (MMC) e Máximo Divisor Comum (MDC), teve sua aplicação em uma turma de 7º ano do ensino fundamental. Inspirada no Crivo de Eratóstenes, a atividade foi baseada no modelo de sequência didática de Rickenmann e recorreu aos conhecimentos prévios dos alunos, os chamados subsunçores presentes na TAS. No caso desse trabalho, a TSD foi assumida como suporte teórico, a partir do uso de aspectos da Engenharia Didática como metodologia de pesquisa. Assim como Siqueira e Batista (2019), Nunes (2017) também usa o conceito de contrato didático da TSD, considerando como elemento essencial para a sequência didática a fase da devolução, para a qual destaca a predisposição do aluno para a aprendizagem, característica necessária para a consolidação de uma aprendizagem significativa. As fases da ação, formulação, validação e institucionalização foram utilizadas por Nunes (2017) para análise de variadas fontes, no sentido de vislumbrar aspectos epistemológicos do MMC e do MDC presentes nas obras. A partir desse estudo, foi elaborada a sequência didática,

de forma a modelar uma situação de interação entre aprendiz, saber e meio, com a mobilização de competências prévias para a aquisição de novos conhecimentos. Também na análise *a posteriori* da sequência didática, o autor identificou a presença das mesmas fases, com a observação da falta de subsunçores adequados e o surgimento de obstáculos linguísticos e psicológicos percebidos nas falas dos alunos durante a aplicação da atividade.

Buscando responder como ocorre a aprendizagem de conceitos matemáticos em atividades de modelagem associadas a outras atividades de ensino, Horn (2018), em seu trabalho intitulado “A aprendizagem de matemática em atividades de modelagem”, propôs uma situação-problema a partir de uma sequência didática associada a outras que usam diferentes metodologias de ensino. O autor trabalhou com alunos do 8º ano do ensino fundamental e aponta que ainda é comum ver professores de Matemática utilizando o método em que se repete a rotina conceito-exercício-prova, sem inovação ou discussão, o que, além de não trazer significado para o aprendiz, acaba gerando repúdio à disciplina. Conforme visto anteriormente, essa falta de promoção das expectativas do estudante interfere em sua relação com o conhecimento, impedindo que a aprendizagem seja significativa. O conceito de aprendizagem significativa, que tem origem na TAS, aparece no trabalho quando Horn (2018) menciona que, para a promoção desse tipo de aprendizagem, a modelagem matemática deve estar associada a outras atividades, de forma a suprimir as dificuldades em relação ao seu ensino. Para o autor, essa associação caracteriza “*uma espécie de Engenharia Didática, composta por diferentes Situações Didáticas, pensadas e elaboradas com objetivos específicos do que se quer ensinar*” (HORN, 2018, p. 20). Nesse contexto, ele traz a TSD, desenvolvida a partir da proposta de Brousseau dentro da área de Didática em Matemática e trabalha com uma sequência didática enquanto conjunto de situações didáticas concebidas e organizadas em etapas interligadas entre si, com objetivos específicos de ensinar determinado conteúdo.

Discussões dos trabalhos

A análise dos trabalhos mostra uma diversidade de possibilidades na utilização da TSD em associação com a TAS. Além disso, verifica-se a associação das duas teorias com outras abordagens teóricas, como nos trabalhos de Santos (2012) – Teoria de Registros de Representação Semiótica –, de Ribeiro (2013) – Teoria dos Campos



Conceituais – e de Batista e Siqueira (2019) – Teoria da Transposição Didática e DBR-TLS.

É relevante destacar a importância do protagonismo do aluno nesse processo de aprendizagem, sendo evidente que a participação ativa dos estudantes nas situações didáticas propostas os leva a se tornarem agentes ativos na construção do próprio conhecimento. No trabalho de Nunes (2017), há o destaque sobre a necessidade de envolvimento do aprendiz no processo, devendo ele estar propenso à aprendizagem para que esta seja realmente significativa. A motivação em aprender figura, ainda, no trabalho de Guimarães (2015), porém com maior ênfase, uma vez que o autor se dedica a medir esse parâmetro a partir de um teste padrão, analisado com preceitos da Estatística Descritiva. Apesar das melhorias significativas observadas no desempenho escolar, a pesquisa reflete a estabilidade do nível motivacional dos estudantes.

Em seis dos oito trabalhos localizados, as teorias foram empregadas no embasamento/análise de situações de ensino e aprendizagem em Matemática (SANTOS, 2012; RIBEIRO, 2013; LEITE, 2015; NUNES, 2017; OLIVEIRA; GONÇALVES, 2018). Nas outras duas ocorrências, a associação foi usada em temáticas relativas a conteúdos de Física, com a ressalva de que, no trabalho de Guimarães (2015), o aspecto matemático de conceitos físicos relacionados à Cinemática está bem evidente na sequência didática aplicada.

Os conhecimentos prévios, chamados de conceitos subsunçores, foram utilizados ora na elaboração da sequência didática/atividade a ser aplicada (RIBEIRO, 2013; NUNES, 2017; BATISTA; SIQUEIRA, 2019) ora como forma de apontar indícios de uma aprendizagem significativa (OLIVEIRA; GONÇALVES, 2018). Santos (2012) também menciona os conceitos subsunçores, mas avalia sua importância a partir dos tipos de contratos didáticos elencados por Brousseau, estando esses conceitos relacionados aos contratos que se ocupam fortemente de um saber novo, enquanto Guimarães (2015) indica as problemáticas associadas à ausência desses conceitos, relacionando-a com o grande índice de reprovação na área das Ciências Naturais e da Matemática. A carência de subsunçores adequados também foi identificada durante a aplicação do trabalho de Nunes (2017). No caso do trabalho de Ribeiro (2013), a autora empregou o jogo Pentaminós como organizador prévio em sua atividade, seguindo a indicação de utilizar esse recurso quando os subsunçores não existem ou são inadequados para a assimilação de novos conteúdos.

Em três dos trabalhos analisados (HORN, 2018; SANTOS, 2012; LEITE, 2015), a TAS aparece apenas no referencial teórico, sem implicações na análise dos resultados das atividades/sequências didáticas aplicadas. No caso do trabalho de Leite (2015), a menção às duas teorias ocorre somente na caracterização do referencial curricular adotado na instituição da pesquisadora, cuja integração da atividade proposta se deu por meio de um parecer de analistas educacionais da rede de ensino.

Em relação à TSD, em quatro dos trabalhos a teoria surge como embasamento da Engenharia Didática, enquanto metodologia de pesquisa empregada na análise (RIBEIRO, 2013; GUIMARÃES, 2015; NUNES, 2017; HORN, 2018). As etapas de modelagem das situações didáticas (devolução, ação, formulação, validação e institucionalização) são usadas de forma integral ou parcial por Santos (2012), Nunes (2017) e Oliveira e Gonçalves (2018). No trabalho de Nunes (2017), o autor adota o modelo estrutural de sequência didática proposto por Rickenmann. O contrato didático, elemento central da TSD, é abordado no artigo de Batista e Siqueira (2019), a partir de seus elementos constituintes. Na dissertação de Santos (2012), enfatizam-se os tipos de contrato, e no trabalho de Nunes (2017), considera-se a devolução como fase mais importante para avaliação desse contrato. No caso do trabalho de Ribeiro (2013), a TAS figura em conjunto com a TSD e com a teoria de campos conceituais de Vergnaud.

Em dois trabalhos é mencionada a identificação de obstáculos de aprendizagem. No trabalho de Ribeiro (2013), a autora discute sobre tais obstáculos a partir do olhar de outros autores, incluindo Brousseau, e destaca a resignificação do erro associado a essa concepção. Já Nunes (2017) relata a identificação de obstáculos linguísticos e psicológicos partindo da análise das falas dos alunos durante a aplicação da sequência didática, o que levou à necessidade de intervenção dos pesquisadores.

Considerações finais

A busca por condições que permitam ao aluno alcançar uma aprendizagem significativa tem sido um dos focos dos professores e estudiosos da área de Ensino de Ciências e Matemática, o que se reflete nas produções científicas mapeadas através deste estudo, no período entre 2012 e 2021. Um dos apontamentos verificados nesses trabalhos é a necessidade da superação de uma aprendizagem puramente mecânica, baseada na repetição e memorização e que comumente permeia o ensino de Mate-



mática, Física e Ciências e que pode levar o aluno a desenvolver certa indisposição para o aprendizado de conceitos inerentes a essas disciplinas. Ressalta-se que não se trata de descartar por completo a contribuição desse tipo de aprendizagem para a construção do conhecimento, mas sim de buscar caminhos que permitam alcançar uma aprendizagem mais sólida e duradoura para a formação de sujeitos críticos e reflexivos.

Para a promoção dessas condições, é necessário compreender como se dá o processo de aprender, podendo os subsídios para essa compreensão ser encontrados nos pressupostos das teorias de aprendizagem, a exemplo da TAS. Tais teorias possuem variados aspectos, que produzem múltiplas abordagens do processo de ensino, podendo ser adotadas de forma parcial ou com maior profundidade. No entanto, a preocupação com esse embasamento teórico parece estar limitada às pesquisas que ocorrem no âmbito dos programas de pós-graduação. Dos oito trabalhos analisados, seis são dissertações de mestrado, enquanto um dos artigos foi desenvolvido no âmbito de um grupo de pesquisa de um programa de pós-graduação e o outro relata a aplicação de uma atividade proposta anteriormente, também em uma dissertação de mestrado.

Além de entender como o aluno aprende, para lhe fornecer condições de aprender significativamente, é importante adotar metodologias coerentes, que preconizem o seu papel como protagonista do processo. Nesse sentido, destaca-se a Teoria das Situações Didáticas, que visa compreender as relações entre professor, aluno e saber, a partir de situações com potencial para levar o estudante à aprendizagem significativa. Surgida no campo da Educação Matemática, a TSD tem sido empregada com êxito em diferentes áreas de estudo, tendo como ponto central, não o sujeito cognitivo, mas a situação didática que pode levar à aprendizagem. A Engenharia Didática, metodologia de pesquisa originada da TSD, vem sendo adotada nas pesquisas qualitativas da área da Matemática, além de fornecer parâmetros para elaborar e analisar situações didáticas para a aprendizagem significativa dos conteúdos dessa e de outras áreas.

Ser protagonista de sua própria aprendizagem é um dos fatores que conferem significado a esse processo. Assim, destaca-se na TAS como maior influência na aprendizagem aquilo que o aluno conhece previamente, o que é chamado por Ausubel de conceito subsunçor e que, ao interagir com novas informações, determina conteúdos mais ou menos significativos para cada indivíduo. Percebe-se que para

cada aprendiz essa construção ocorre de forma subjetiva, a partir da reelaboração pessoal de conceitos. Essa subjetividade é reconhecida e valorizada na proposta do Novo Ensino Médio presente nas diretrizes da BNCC para esse nível de ensino. Em todos os trabalhos aqui analisados, os conceitos subsunçores foram importantes em alguma etapa do processo de investigação, seja como premissa para o desenvolvimento de sequências didáticas, seja na identificação de indícios de aprendizagem significativa. A ausência ou inadequação desses conceitos é indicada como um agente dificultador para a continuidade do processo de aprendizagem, e uma das alternativas para diminuir tal limitação é a adoção de organizadores prévios.

Por fim, acredita-se que este trabalho possa ser uma mola propulsora para incentivar olhares voltados às teorias da aprendizagem que tornem a ação docente uma prática pedagógica cada vez mais atenta ao ensino das Ciências e da Matemática, levando em conta sempre o aluno como sujeito principal do processo de ensino-aprendizagem.

The Theory of Didactical Situations and meaningful learning: analysis of studies in the field of Science and Mathematics Teaching

Abstract

This article describes how the theory of didactical situations (TDS), identified in studies in the field of Science and Mathematics teaching, has been applied to teaching situations combined with the premises of the theory of meaningful learning (TML). Hence, it discusses descriptive aspects of the meaningful learning concept and briefly explains TDS. Next, it exposes the investigation of academic studies that associate TDS with TML, relating it to primary education. The reading and analysis of the studies show that the central topics addressed in TML relate to the relevance of identifying subsumed concepts and the predisposition of students to learn. Also, TDS focuses on establishing direct contact in the relationships between the environment, students, and the teacher. Lastly, this learning process evidences the relevance of student protagonism, allowing them to become active agents in their knowledge construction.

Keywords: Theory of didactical situations; Meaningful learning; Science teaching; Mathematics teaching.



Referências

- ALMEIDA, D. P.; FACHÍN-TERÁN, A. Aprendizagem significativa e seu uso em espaços não formais. In: Simpósio de Educação em Ciências na Amazônia, 1., 2011. **Anais...** Disponível em: <https://www.espacosnaoformais.com.br/_files/200001344-b9090ba036/5%20APRENDIZAGEM%20SIGNIFICATIVA%20E%20SEU%20USO%20EM%20ESPA%20C3%87OS%20NAO%20FORMAIS%20PARTE%20I-79-84.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2022.
- ALMOULOUD, S. A. **Fundamentos da didática da matemática**. Curitiba: Ed. UFPR, 2007.
- ALMOULOUD, S. A. Modelo de ensino/aprendizagem baseado em situações-problema: aspectos teóricos e metodológicos. **Revista Eletrônica de Educação Matemática**, v. 11, n. 2, p. 109-141, 2016.
- ALMOULOUD, S. A. Diálogos da didática da matemática com outras tendências da educação matemática. **Caminhos da Educação Matemática em Revista**, v. 9, n. 1, p. 145-178, 2019.
- ALVES, S. C. et al. O Ensino de Ciências e Matemática, o Programa MAIS PAIC e a Teoria das Situações Didáticas de Guy Brousseau. In: SILVA, m. E. G. (Org.). **Educação e Saúde para a igualdade em relatos de experiências e pesquisa na pandemia**. 6. ed. Fortaleza: Impreco, 2021. v. 5. p. 108-120.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. Traducción de Mario Sandoval Pineda. **Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo**. México: Editorial Trillas, 1983.
- AUSUBEL, D. P. **Adquisición y retención del conocimiento**. Tradução de G. S. Barberán. Barcelona: Ed. Paidós, 2002.
- BATISTA, C. A.; SIQUEIRA, M. Análisis didáctico de una actividad lúdica sobre la "inestabilidad nuclear". **Gondola: Enseñanza Aprendizaje de las Ciencias**, v. 14, n. 1, 2019.
- BRASIL. Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017. Altera as Leis nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e 11.494, de 20 de junho 2007, que regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação, a Consolidação das Leis do Trabalho - CLT, aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, e o Decreto-Lei nº 236, de 28 de fevereiro de 1967; revoga a Lei nº 11.161, de 5 de agosto de 2005; e institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral. **Diário Oficial da União**, Seção 1, 17/2/2017, p. 1. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/Lei/L13415.htm>. Acesso em: 26 jan. 2022.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>>. Acesso em: 7 jan. 2023.
- BRASIL. Ministério da Educação. Portaria nº 521, de 13 de julho de 2021. Institui o Cronograma Nacional de Implementação do Novo Ensino Médio. **Diário Oficial da União**, Seção 1, 14/7/2021, p. 47. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-521-de-13-de-julho-de-2021-331876769>>. Acesso em: 26 jan. 2022.
- BROUSSEAU, G. **Introdução ao estudo da teoria das situações didáticas: conteúdos e método de ensino**. Tradução de Camila Bogéa. São Paulo: Ática, 2008.
- CARNEIRO, V. C. G. Engenharia didática: um referencial para ação investigativa e para formação de professores de Matemática. **Revista Zetetikè – Cempem**, v. 13, n. 23, 2005.

- DAMASCO NETO, J. R.; COAN, L. G. W. **Fundamentos da didática das Ciências e Matemática**. Florianópolis: Publicações do IF- SC, 2012.
- GONZAGA, A. T. et al. Estratégias de Ensino e Aprendizagem: o jogo no desenvolvimento de conceitos em Ciências. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – ENPEC, 10., Águas de Lindóia, SP, 24 a 27 de novembro de 2015. **Anais...** Disponível em: <<http://www.abrapecnet.org.br/enpec/x-enpec/anais2015/resumos/R0888-1.PDF>>. Acesso em: 25 jan. 2022.
- GUIMARÃES, R. S. **Construção e avaliação de uma sequência de ensino de cinemática introdutória com apoio de um sistema de aquisição automática de dados baseada em princípios da engenharia didática**. 2015. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Universidade Federal do Pampa, Campus Bagé, Bagé, 2015.
- GOMES JÚNIOR, E. L.; BENFICA, W. A iniciação ao pensamento probabilístico por intermédio da Teoria das Situações Didáticas de Guy Brousseau. In: Encontro de Educação, 1., 2013. **Anais...** Disponível em: <<https://docplayer.com.br/106175627-A-iniciacao-ao-pensamento-probabilistico-por-intermedio-da-teoria-das-situacoes-didaticas-de-guy-brousseau.html>>. Acesso em: 29 jan. 2022.
- HORN, C. A. **A aprendizagem de matemática em atividades de modelagem**. 2018. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional - PROFMAT) – Universidade Federal da Fronteira do Sul, Chapecó, 2018.
- LEITE, A. O. **Material complementar para o professor da rede SESI-SP de ensino: semelhança e software GeoGebra**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas) – Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2015.
- MIRANDA, W. Erros e obstáculos: os conteúdos matemáticos do ensino fundamental no processo de avaliação. **Margens**, v. 7, n. 8, p. 155-171, 2016. Disponível em: <http://repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/2011/12779/1/Artigo_ErrosObstaculosConteudos.pdf>. Acesso em: 29 dez. 2022.
- MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.
- MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: E.D.U., 1999.
- MOREIRA, M. A. ¿Al afinal, qué es aprendizaje significativo? **Qurrriculum: Revista de Teoría, Investigación y Práctica Educativa**, La Laguna, Espanha, n. 25, p. 29-56, mar. 2012. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/96956/000900432.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 25 jan. 2022.
- MOREIRA, M. A. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos Avançados [online]**, v. 32, n. 94, p. 73-80, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0006>>. Acesso em: 26 jan. 2022.
- MOROSINI, M. C.; FERNANDES, C. M. B. Estado do Conhecimento: conceitos, finalidades e interlocuções. **Educação por escrito**, v. 5, n. 2, p. 154-164, 2014. Disponível em: <<https://revistaseletronicas.pucrs.br/index.php/poescrito/article/view/18875>>. Acesso em: 27 dez. 2022.
- NUNES, R. S. **Números primos e a constituição do MMC e MDC**. 2017. Dissertação (Mestrado em Docência em Educação em Ciências e Matemáticas) – Instituto de Educação Matemática e Científica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2017.
- OLIVEIRA, G. P. de; GONÇALVES, M. D. Construções em Geometria Euclidiana Plana: as perspectivas abertas por estratégias didáticas com tecnologias. **Bolema: Boletim de Educação Matemática [online]**, v. 32, n. 60, p. 92-116, 2018.



PELIZZARI, A. et al. Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. **Revista PEC**, v. 2, n. 1, p. 37-42, 2002. Disponível em: <<http://files.gpecea-usp.webnode.com.br/200000393-74e-fd75e9b/MEQII-2013-%20TEXTOS%20COMPLEMENTARES-%20AULA%205.pdf>>. Acesso em: 11 jan. 2021.

POMMER, W. M. Brousseau e a ideia de Situação Didática. In: SEMA: Seminários de Ensino de Matemática, 2008, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2008. Disponível em: <<https://www.nilsonjo-semachado.net/sema20080902.pdf>>. Acesso em: 08 fev. 2022.

RIBEIRO, A. B. G. **As frações que o ladrilhamento revela**. 2013. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2013.

SANTAROSA, M. C. P. Ensaio sobre a aprendizagem significativa no ensino de Matemática. **Aprendizagem Significativa em Revista/ Meaningful Learning Review**, v. 6, n. 3, p. 57-69, 2016. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID92/v6_n3_a2016.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2022.

SANTOS, V. D. G. dos. **Esboço de gráficos nos ambientes papel e lápis e GeoGebra: funções afins e funções quadráticas**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Centro de Educação, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2012.

TEIXEIRA, P. J. M.; PASSOS, C. C. M. Um pouco da teoria das situações didáticas (TSD) de Guy Brousseau. **Zetetiké**, Campinas, v. 21, n. 39, p. 155-168, 2013.