



União da Vitória - Paraná

IX EPMEM

Encontro Paranaense de Modelagem na
Educação Matemática

Informações sobre os Autores:

Samuel Francisco Huf

Universidade Estadual do Centro-Oeste
(UNICENTRO)
samuelhuf@gmail.com

Viviane Barbosa de Souza Huf

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(UTFPR)
vivianebs@gmail.com

Nilcéia Aparecida Maciel Pinheiro

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(UTFPR)
nilceia@utfpr.edu.br

Dionísio Burak

Universidade Estadual do Centro-Oeste
(UNICENTRO)
dioburak@yahoo.com.br

Princípios da Aprendizagem Significativa em Práticas de Modelagem Matemática na Educação Básica: um mapeamento do EPMEM

Resumo

O artigo discorre uma análise de publicações do Encontro Paranaense de Modelagem na Educação Matemática (EPMEM) referente às edições de 2010, 2012, 2014, 2016 e 2018. Por meio desta, busca-se verificar quais os princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa de David P. Ausubel são contemplados em práticas de Modelagem Matemática desenvolvidas na Educação Básica. A pesquisa é de natureza bibliográfica com os dados coletados nos anais do EPMEM, e analisados na perspectiva da pesquisa qualitativa interpretativa. Os resultados apontam carência de trabalhos nessa perspectiva e indicam um campo aberto para novas pesquisas.

Palavras-chave: Educação Matemática. Ensino e aprendizagem. Teoria de Aprendizagem.

Abstract

The article analysis publications from the Paraná Meeting of Modeling in Mathematics Education, referring to the 2010, 2012, 2014, 2016 and 2018 editions. For verify which principles of David P. Ausubel's Theory of Meaningful Learning are contemplated in Mathematical Modeling practices developed in Basic Education. The research is bibliographic with data collected in the annals of EPMEM, and analyzed from the perspective of interpretive qualitative research. The results show lack of works in this perspective and indicate an open field for further research.

Keywords: Mathematics Education. Teaching and learning. Learning theory.

Realização:





Introdução

A disciplina de Matemática, para muitos estudantes, é uma das que mais suscita dificuldade, gerando assim, aversão a esta Ciência de elevada importância para o desenvolvimento humano e social do indivíduo. Isso tem relação com a forma como são conduzidas as aulas, que muitas das vezes não consideram os conhecimentos já presentes na estrutura cognitiva dos estudantes, e também, estes não mobilizam o interesse e motivação em aprender, por não verem sentido e significado no que estudam (HUF, 2022).

A fim de superar esses desafios, na Educação Matemática ao longo dos últimos cinquenta anos tem-se mobilizado em debates e discussões que culminaram no desenvolvimento de diversas tendências metodológicas para o ensino e a aprendizagem da Matemática, dentre elas, destaca-se a Modelagem Matemática¹. Esta metodologia vem se consolidando, e já se constitui como importante linha de pesquisa nacionalmente, com eventos inteiramente direcionados em estudá-la, discuti-la e divulgá-la, destaca-se a Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática (CNMEM), o Encontro Paranaense de Modelagem Matemática (EPAMM) e o Encontro Paranaense de Modelagem na Educação Matemática (EPMEM).

No âmbito do EPMEM, considerando as edições de 2010, 2012, 2014, 2016 e 2018, este artigo objetiva verificar quais os princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa de David P. Ausubel são contemplados em práticas de Modelagem Matemática desenvolvidas na Educação Básica. O que motivou a busca foram constatações apresentadas na revisão da literatura na tese de Huf (2022), na qual o autor aponta que poucos trabalhos desenvolvidos em sala de aula fazem relações aos princípios da TAS. Diante disso, buscou-se analisar as práticas com modelagem matemática apresentadas no EPMEM, e trazer a discussão para o próprio evento.

Com vistas no objetivo, esta pesquisa bibliográfica, de natureza qualitativa e interpretativa, está organizada a partir da introdução em: Aspectos da TAS, seção a qual discorre sobre a Teoria e os princípios que a norteiam; Modelagem Matemática e a TAS, nessa, busca-se apresentar pesquisas que as relacionam; a metodologia, a qual descreve o delineamento da pesquisa; as análises e interpretações, sessão que apresenta o encontrado na investigação; e, por fim, a conclusão.

¹ Adota-se a grafia de Modelagem Matemática (em maiúscula) para designar uma concepção no âmbito da Educação Matemática e a grafia modelagem matemática (em minúscula) para abordar uma prática de sala de aula.

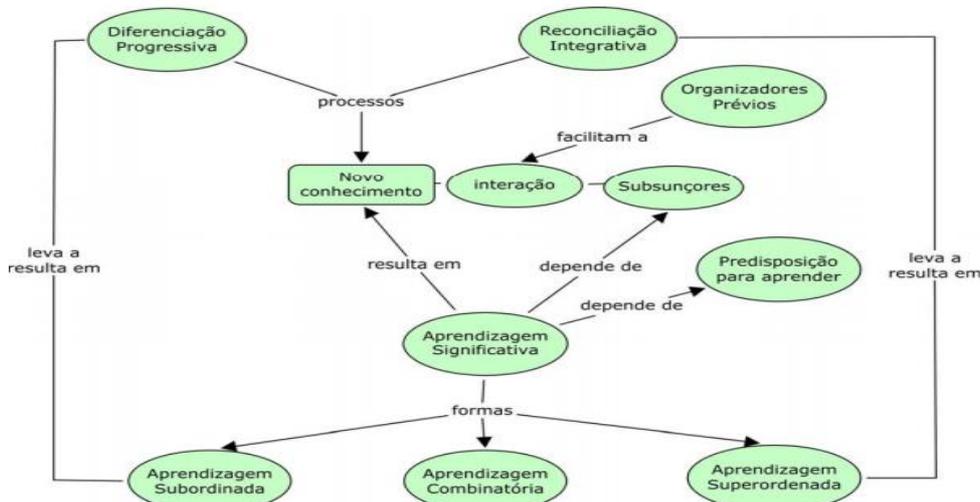
Aspectos da Teoria da Aprendizagem Significativa

Filho de imigrantes judeus, David P. Ausubel foi um médico e psicólogo estadunidense, que por não concordar com o ensino violento e humilhante que teve em sua educação primária, voltou seus estudos para a área da Educação. Se opondo às teorias educacionais behavioristas predominantes na época, Ausubel se interessava pelos processos de interações que ocorriam no cognitivo dos aprendizes, durante a retenção e o armazenamento de novas informações. Sendo assim, em 1963 apresenta a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), que segundo Moreira (2012) além de ser uma teoria cognitiva é também construtivista por ter foco principal na aprendizagem e na mudança de conceitos dos aprendizes.

Para Ausubel (2003) a essência de sua teoria consiste em identificar o que o estudante já sabe (conceitos relevantes) e ensiná-lo a partir disso. Porém, segundo Novak (1981) essa afirmação, que se aparenta primordialmente simples, é sustentada por questões profundas e de grande complexidade, pois a estrutura cognitiva de cada pessoa se difere e é altamente organizada com hierarquias conceituais advindo de suas experiências sensoriais.

Considerando essa complexidade, Ausubel (2003) organiza sua teoria sustentando-a em conceitos específicos, sendo alguns deles: subsunçores, organizadores prévios e material potencialmente significativo. E também, nos processos cognitivos: diferenciação progressiva e a reconciliação integradora, os quais auxiliam na ocorrência da aprendizagem significativa que pode vir a ser subordinada, combinatória ou superordenada. Moreira (2012) organiza esses conceitos específicos em um mapa conceitual conforme Figura 1.

Figura 1: Principais conceitos da TAS



Fonte: Moreira e Buchweitz (1993) em Moreira (2012).



Os subsunçores são ideias âncoras relevantes que o aprendiz possui, ou seja, os conhecimentos prévios específicos armazenados em sua estrutura cognitiva. Esse conhecimento serve como base para a ancoragem de novas informações e facilita o processo de aprendizagem significativa. Já quando o aprendiz não possui subsunçores adequados ele tende a usar o mais próximo possível, porém, ainda há possibilidade dele não ter nenhuma ideia que se aproxima do que será aprendido. Nesse caso, é necessário, antes da apresentação real da tarefa de aprendizagem, introduzir as ideias relevantes, por meio dos organizadores prévios (AUSUBEL, 2003).

Os organizadores prévios são “[...] apoio ideário para a incorporação e retenção estável do material mais detalhado e diferenciado que se segue à passagem de aprendizagem, bem como aumenta a capacidade de discriminação entre este material e as ideias semelhantes” (AUSUBEL, 2003, p. 152). Sendo assim, antes de expor detalhadamente a nova informação ao aprendiz, fazer uso de imagens e figuras, trechos de músicas e filmes, leituras de histórias, jogos, vídeos, entre outras intervenções didáticas, que levantem aspectos iniciais do que será aprendido, são consideradas estratégias do uso de organizadores prévios, já que para Novak (1981), a aprendizagem cognitiva, em sua grande maioria, resulta de insumos visuais e auditivos.

Os organizadores prévios podem ser tanto expositivos, quanto comparativos. Os expositivos, servem para introduzir um dado subsunçor específico, quando o aprendiz não possui subsunçores adequados, e os comparativos para facilitar a interação entre o novo conhecimento e o subsunçor existente, quando o aprendiz já possui algum.

Dessa forma, identificar quais os subsunçores existentes na estrutura cognitiva do aprendiz e fazer uso dos organizadores prévios facilitam os processos de interações cognitivas que resultam na aprendizagem significativa. Porém, ainda é de grande importância levar em consideração os materiais a serem usados, a fim de que eles tenham estrutura lógica e venham a ser significativos para o aprendiz. Além de ser criativo e estar ligado a pontos de interesses que despertam a necessária pré-disposição do aprendiz em se permitir aprender significativamente.

Advindo da valorização desses conceitos iniciais (subsunçores, organizadores prévios, materiais potencialmente significativos e pré-disposição em aprender), resultam os processos de interações cognitivas, a reconciliação integradora e a diferenciação progressiva. A “[...] diferenciação progressiva é o processo de atribuição de novos significados a um dado subsunçor” (MOREIRA, 2012, p. 6), nesse caso, o aprendiz possui ideias âncoras que serão diferenciadas à



medida que a nova informação for se tornando consistente. Sendo assim, parte de um conceito geral e chega em um específico. Novak (1981) aponta que a diferenciação progressiva pode ocorrer de maneira espontânea, trazendo o exemplo de uma criança pequena, quando chama qualquer animal que tenha calda e quatro patas de cachorro, à medida que seu aprendizado sobre animais avança, ela vai diferenciando as características de cada um até saber ao certo qual é o gato, a vaca, o cavalo, o coelho e assim por diante.

Já a reconciliação integradora “[...] é um processo da dinâmica da estrutura cognitiva, simultâneo ao da diferenciação progressiva, que consiste em eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências, integrar significados e fazer superordenações” (MOREIRA, 2012, p. 6). Dessa forma, a reconciliação integradora não diferencia o subsunçor, mas o complementa e o enriquece, porém, em um processo inverso da diferenciação, pois parte de um conceito específico e chega em um geral mais amplo.

Esses dois processos dinâmicos cognitivos resultam em uma aprendizagem significativa que pode ser subordinada, superordenada ou combinatória. A aprendizagem subordinada é a mais comum de ser encontrada e ocorre quando a nova informação é ancorada no cognitivo e passa a alterar os subsunçores existentes. Para Ausubel (2003) a aprendizagem subordinada facilita a retenção de novas informações posteriores e esclarece ideias não bem entendidas anteriormente.

A aprendizagem superordenada “ocorre quando conceitos previamente aprendidos são percebidos como elementos de um conceito mais amplo, mais inclusivos” (NOVAK, 1981, p. 69), dessa forma, não altera os subsunçores existentes, mas os enriquecem e os complementam. Já a aprendizagem combinatória, não é subordinada e nem subordina outros subsunçores, segundo Moreira é

[...] uma forma de aprendizagem significativa em que a atribuição de significados a um novo conhecimento implica interação com vários outros conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva, mas não é nem mais inclusiva nem mais específica do que os conhecimentos originais. Tem alguns atributos criteriais, alguns significados comuns a eles, mas não os subordina nem superordena (MOREIRA, 2012, p. 16).

Dessa forma, ela oportuniza novas interações entre os subsunçores armazenados que podem se relacionar a um vasto campo de conhecimentos relevantes na estrutura cognitiva do aprendiz.

Sendo assim, a seguir discute-se bases teóricas que aproximam as perspectivas da TAS a Modelagem Matemática.



Modelagem Matemática e a Teoria da Aprendizagem Significativa

No âmbito das tendências metodológicas da Educação Matemática encontra-se a Modelagem Matemática, a qual foi idealizada e impulsionada no final da década de 1970 e início de 1980 a partir dos trabalhos de Aristides C. Barreto, Ubiratan D'Ambrosio e Rodney C. Bassanezi. Os trabalhos desses autores indicam que os primórdios da Modelagem Matemática se desenvolveram no viés da Matemática Aplicada e centraram-se basicamente na Graduação e na Pós-Graduação.

A partir desses pioneiros trabalhos, diferentes concepções de Modelagem Matemática foram idealizadas e propostas, sendo algumas delas: Almeida e Brito (2005), Barbosa (2001), Bassanezi (2004), Burak (1992) e Caldeira (2009). Embora sejam diferentes modos de conceber a Modelagem Matemática, que se diferenciam em sua natureza, todos concebem que essa tendência metodológica, quando utilizada no processo de ensino e aprendizagem, pode oportunizar melhores condições para o aprendizado dos estudantes quando comparada a forma centrada na apresentação de teorias, exemplos e exercícios de fixação.

Em âmbito dos diferentes modos de se desenvolver práticas de modelagem matemática em sala de aula, algumas das concepções aproximam-se e foram implementadas segundo os preceitos da TAS. Segundo Burak e Aragão (2012) a realização de práticas de modelagem matemática fundamentadas epistemologicamente nos princípios da TAS contribuem para que essa tendência metodológica seja implementada em sala de aula, com base em “experiências empíricas e de solução de problemas” (p. 50). Esses autores questionam o porquê de ensinar Matemática, e ainda, “o porquê de se ensinar mediado pela Modelagem?”, segundo eles, isso remete a algumas respostas, as quais, entende-se mais facilmente alcançáveis se os estudantes obtiverem uma aprendizagem significativa.

Não pretendemos formar sujeitos sem determinação, sem ideias próprias, sem capacidade de argumentar e dialogar sobre uma situação, não pretendemos formar um sujeito incapaz de decidir por si, sem possibilidade de antever uma situação, sem noção do global. Ao contrário, intencionamos formar um cidadão que desenvolva a autonomia e seja crítico, capaz de trabalhar em grupo, capaz de tomar decisões diante das situações do cotidiano, da sua vida familiar, da sua vida profissional ou de sua condição de cidadão, um sujeito capaz de promover transformações em sua comunidade (BURAK; ARAGÃO, 2012, p. 85).

Na perspectiva da maneira que se almeja formar um estudante por meio da Modelagem Matemática, compreende-se que o processo de ensino e aprendizagem sustenta-se nas teorias da cognição, das quais faz parte a TAS e “que consideram o estudante como agente da construção do próprio conhecimento” (BURAK; ARAGÃO, 2012, p. 88). O estudante responsável por sua própria



aprendizagem torna-se ativo e atuante no processo de aquisição de conhecimento, e nesse processo, as atividades de modelagem matemática oportunizam as condições para a ocorrência da aprendizagem significativa, que se configura no principal objetivo da educação escolar (ALMEIDA; BORSSOI, 2004).

Para avaliar a aquisição de uma aprendizagem significativa em atividades de modelagem matemática, Almeida e Borssoi (2004) elencam alguns aspectos que podem ser considerados, são eles: envolvimento nas atividades, elaboração de estratégias próprias, aprendizagem extraconteúdo, compreensão conceitual, construção e manipulação de representações múltiplas, aplicação do conhecimento a situações novas e retenção do conhecimento por longo tempo. Ao analisar esses aspectos em atividades de modelagem matemática com estudantes de Química na disciplina de Cálculo 2, as autoras evidenciaram que:

[...] a aproximação dessas duas forças, aprendizagem significativa e modelagem matemática, contribui para o estabelecimento de uma educação menos impessoal, valorizando o processo de ensino e aprendizagem no sentido da Educação Matemática, onde a educação do sujeito como um todo tem as contribuições da Matemática (ALMEIDA; BORSSOI, 2004, p. 118).

No âmbito da avaliação da aprendizagem significativa em atividades de modelagem matemática, em Figueiredo (2013) encontra-se uma proposta de três parâmetros que podem ser adotados. Segundo a autora, os parâmetros “têm caráter norteador e objetivo de dar suporte ao professor em sua prática na sala de aula” (p. 97). São eles:

Parâmetro 1: o aluno, ao se deparar com uma situação nova, deve ser capaz de criar relações entre as características do desconhecido (novo) e aquilo que ele já sabe, essas relações podem ser observadas por meio de elementos do pensamento criativo, tais como fluência, originalidade e complexidade.

Parâmetro 2: após a atividade de modelagem matemática o aluno deve ser capaz de discernir o conceito matemático de sua aplicação nesse contexto. Mais ainda, o aluno deve compreender que a utilização desse conteúdo extrapola aquele mobilizado na atividade.

Parâmetro 3: o aluno deve conseguir perceber a atividade de Modelagem Matemática como parte da realidade, relacionar criticamente a matemática envolvida no problema proposto, perceber sua importância para a sociedade e, utilizando o trabalho realizado, repensar sobre a situação nos seus vários aspectos (FIGUEIREDO, 2013, p. 51)

Após práticas desenvolvidas e analisadas, Figueiredo (2013, p. 98) destaca a necessidade de “mais estudos sobre a avaliação da aprendizagem em atividades de Modelagem Matemática”. Tais estudos são necessários para subsidiar os professores em implementar a Modelagem Matemática em suas aulas.



Outros trabalhos foram desenvolvidos considerando TAS e a Modelagem Matemática também na Educação Básica. Marchioro (2018) desenvolveu a pesquisa com estudantes do 1º ano do Ensino Médio, intitulada Modelagem Matemática para aprendizagem significativa de função do primeiro grau. E, como resultados, a autora explicita que por meio de atividades de modelagem matemática “avançou-se, e muito, em propiciar condições para uma aprendizagem significativa, contribuindo significativamente para qualificar o ensino de função de primeiro grau” (MARCHIORO, 2018, p. 122).

Em contexto do mesmo conteúdo matemático, Luz (2010, p. 11) investigou “a) o ambiente da Modelagem Matemática favorece a Aprendizagem Significativa de Função do 1º Grau[...]? b) como os Mapas Conceituais podem ser utilizados paralelamente à Modelagem Matemática para verificação de indícios da ocorrência da Aprendizagem Significativa [...]?”. Como resultados apontou que “o ambiente da Modelagem Matemática favoreceu a Aprendizagem Significativa de Função do 1º Grau no sentido de proporcionar as condições necessárias e adequadas à sua ocorrência” (LUZ, 2010, p. 114).

Em relação à segunda questão, o autor explicitou que é “possível destacar o papel dos mapas conceituais como ferramenta capaz de demonstrar a evolução do significado à medida que os mapas, aplicados em momentos diferentes da investigação, evoluíram nos princípios norteadores avaliados.” (LUZ, 2010, p. 116). Segundo o autor os mapas conceituais constituem-se como uma forma possível para a avaliação da aprendizagem significativa, não sendo a única, uma vez que a verificação da aprendizagem significativa “não é uma tarefa fácil e muito menos pode ser avaliada por meio de um único mecanismo” (*ibid*).

No âmbito de como avaliar a ocorrência de aprendizagem significativa, Vargas (2020) desenvolveu uma investigação junto a estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental de uma Escola do Campo. Na pesquisa, a autora buscou “analisar a contribuição da Modelagem Matemática para uma aprendizagem significativa de conteúdos matemáticos [...]” (p. 16). Como resultados apontou que “tendo como base a participação dos alunos, o rendimento das atividades, os conceitos discutidos, os momentos reflexivos, as revisitas a conceitos já trabalhados, a exploração do raciocínio, do pensar, do discutir e do falar e, principalmente, da exploração de temáticas delimitadas pelos sujeitos [...]” (p. 120), foi verificado indícios de aprendizagem significativa.

Com base no exposto, entende-se que práticas de modelagem matemática desenvolvidas em diferentes contextos e de diferentes modos, são promissoras em promover aprendizagem



significativa. Dessa forma, busca-se verificar quais os princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa de David P. Ausubel são contemplados em práticas de Modelagem Matemática desenvolvidas na Educação Básica e apresentadas nos anais do EPMEM nas edições de 2010, 2012, 2014, 2016 e 2018, nas modalidades de comunicação científica, relatos de experiências e práticas de sala de aula.

Metodologia

Os encaminhamentos metodológicos são direcionados pela pesquisa bibliográfica, por meio da qual foram analisados os artigos científicos, nas modalidades de comunicação científica, relatos de experiências e práticas de sala de aula, apresentados no EPMEM, nas edições que disponibilizam anais em meio eletrônico, sendo elas: 2010, 2012, 2014, 2016 e 2018. O delineamento da pesquisa se constitui em uma pesquisa qualitativa interpretativa, a qual se estabelece em “um processo de trabalho em espiral que começa com um problema ou uma pergunta e termina com um produto provisório capaz de dar origem a novas interrogações” (MINAYO, 2001, p. 26).

Sendo assim, a indagação que norteou a pesquisa é: Como se mostra nos anais do EPMEM a Teoria da Aprendizagem Significativa de David P. Ausubel em práticas de Modelagem Matemática desenvolvidas na Educação Básica? Diante da indagação, os dados foram coletados, analisados e interpretados pelos pesquisadores conforme delineamento a seguir.

Inicialmente elencou-se todos os trabalhos constantes nos anais mencionados, na sequência foram separados por modalidades, em comunicação científica (CC), relatos de experiências (RE) e práticas de sala de aula (PS). Referente a indicação de 2010, os artigos foram renomeados em CC 01, CC02, ...; RE 01, RE02, ... seguindo a ordem disposta nos anais. A edição 2012 e 2014 já se encontravam organizadas com a codificação escolhida. Com relação a edição de 2016, por vezes que os anais se constituem em um arquivo único em PDF, foi necessário nomeá-los seguindo a ordem presente no sumário. Do mesmo modo, foram nomeados os artigos da edição de 2018, a qual é apresentada em um site.

Após essa organização, com vistas à questão da investigação, foram selecionados os trabalhos que contemplam o termo “aprendizagem significativa”. Esse levantamento se deu com auxílio do comando de busca do leitor de PDF considerando todo o corpo dos artigos. As análises e os resultados encontrados são discutidos a seguir.



Análises e Resultados

Por meio do levantamento inicial verifica-se um crescimento em apresentações de trabalhos no EPMEM, principalmente a partir de 2014, conforme apresenta a Tabela 1. Entende-se que a cada ano mais professores e pesquisadores vêm demonstrando interesse em realizar e divulgar seus trabalhos, o que dá indícios de que práticas com a Modelagem Matemática estão sendo implementadas em sala de aula nos diferentes níveis de ensino.

Tabela 1 – Trabalhos apresentados nas edições do EPMEM

QUANTIDADE DE TRABALHOS APRESENTADOS POR MODALIDADE						
TRABALHOS APRESENTADOS	EPMEM 2010	EPMEM 2012	EPMEM 2014	EPMEM 2016	EPMEM 2018	TOTAL
COMUNICAÇÃO CIENTÍFICA	16	13	23	30	37	119
RELATO DE EXPERIÊNCIA	19	14	21	35	46	135
PRÁTICA EM SALA DE AULA	-	-	-	-	15	15

Fonte: Autores (2022).

Conforme mostra a Tabela 1, nas últimas cinco edições do evento foram apresentados um total de 269 trabalhos nas três modalidades em análise, desses trabalhos foram selecionados todos os que abordam em algum momento o termo “aprendizagem significativa”. Com isso foi elencado um total de 54 trabalhos, os quais passaram a ser o foco das análises. A classificação por edição do evento é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 – Trabalhos apresentados que abordam o termo “Aprendizagem significativa”

QUANTIDADE DE TRABALHOS EM QUE APARECEM O TERMO "APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA"						
TRABALHOS APRESENTADOS	EPMEM 2010	EPMEM 2012	EPMEM 2014	EPMEM 2016	EPMEM 2018	TOTAL ANALISADO
COMUNICAÇÃO CIENTÍFICA	4	5	7	6	6	28
RELATO DE EXPERIÊNCIA	3	1	4	9	6	23
PRÁTICA EM SALA DE AULA	-	-	-	-	3	3

Fonte: Autores (2022).

Selecionados esses 54 trabalhos, as análises centraram-se em levantar quais deles adotavam o termo “aprendizagem significativa” com embasamento na TAS em práticas desenvolvidas em sala



de aula no âmbito da Educação Básica. Diante disso, constatou-se que apenas três cumpriram esse requisito, sendo eles: CC01 e RE10 do EPMEM 2010; CC12 do EPMEM 2012.

Dos demais 51 trabalhos que mencionam “aprendizagem significativa”, dois deles CC17 (EPMEM 2014) e CC29 (EPMEM 2018) são trabalhos teóricos e não discutem práticas de sala de aula. O primeiro aborda um levantamento sobre a Modelagem Matemática e a TAS em artigos, dissertações e teses no período de 2004 a 2013. E, o segundo discorre sobre os trabalhos apresentados na Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática (CNMEM) e que abordaram a aprendizagem significativa do conceito de função afim. Um deles, CC35 (EPMEM 2018), analisa o “vê epistemológico de Gowin” como um instrumento de avaliação da aprendizagem significativa em práticas de modelagem matemática, no entanto, a prática analisada se desenvolveu em aulas de Cálculo Diferencial e Integral 1 no Ensino Superior. Em alguns o termo “aprendizagem significativa” só se faz presente nas referências, e em outros, adota-se a expressão sem referir-se a TAS.

Essa última constatação, vem ao encontro do que explícita Leão et al. (2018, p. 132) “está sendo utilizado de forma banalizada, sem fazer-se referência aos reais significados do conceito, sem sequer ser feito um estudo teórico tomando como suporte os autores e colaboradores que desenvolveram e aprofundaram a Teoria da Aprendizagem Significativa”. Diante disso, os autores orientam ao cuidado que se deve ter ao chamar uma aprendizagem bem sucedida de “aprendizagem significativa”, por vezes que o termo é parte integrante de uma teoria de aprendizagem e carece de reflexão teórica para ser empregado.

A partir disso, uma vez que o interesse da pesquisa reside em verificar quais os princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa de David P. Ausubel são contemplados em práticas de Modelagem Matemática desenvolvidas na Educação Básica, analisa-se cada um dos três artigos que satisfazem a condição.

Em CC01 (EPMEM, 2010), trabalho esse desenvolvido por Venâncio e Kato (2010), é investigado a aprendizagem significativa por meio da Modelagem Matemática para o conteúdo de funções do 1º grau em uma turma do 1º ano do Ensino Médio. A concepção de Modelagem Matemática adotada é a de Barbosa (2007), nessa, a atividade de modelagem se constitui “como um ambiente de aprendizagem em que os alunos são convidados a investigar, por meio da matemática, situações com referência na realidade” (BARBOSA, 2007. p. 161). A verificação da aprendizagem foi realizada em quatro momentos por meio da elaboração de mapas conceituais. O



primeiro teve como foco aferir o conhecimento prévio dos estudantes quanto ao conteúdo, destaca-se que os estudantes já haviam estudado esse conteúdo e como se elabora mapas conceituais.

Após a elaboração do primeiro mapa, foram desenvolvidas atividades em laboratório com os estudantes explorando a relação entre massa e volume, da qual resultou a confecção do segundo mapa conceitual. A próxima atividade explorada, abordou como é constituído o salário de vendedores comissionados, em seguida, foi elaborado o terceiro mapa conceitual. E, por último, após dois meses da confecção do mapa anterior, foi solicitado que os estudantes elaborassem um mapa conceitual sobre funções de 1º grau.

Nos mapas, quanto a TAS, foi explorado nas análises os princípios norteadores da TAS: organização hierárquica, diferenciação progressiva e reconciliação integradora, por meio desses, as autoras destacam evolução e aprimoramento dos significados pelos estudantes. Como resultado os autores explicitam “que as condições necessárias para a ocorrência da aprendizagem significativa foram satisfeitas devido às características do ambiente da modelagem matemática que permitiu aos alunos questionar, levantar dados e chegar aos modelos matemáticos que descreviam a situação” (VENÂNCIO; KATO, 2010, p. 17).

No RE10 (EPMEM, 2010) as autoras desenvolveram uma atividade de modelagem matemática seguindo a perspectiva de “estratégia de ensino que visa estimular o senso investigativo dos alunos, por meio da matemática, para os problemas não matemáticos” (FIGUEIREDO; KATO, 2010, p. 7). A atividade versou sobre a “padronização da numeração dos calçados” (p. 9) e foi desenvolvida com estudantes do 1º ano do Ensino Médio, convidados para participar no contra turno escolar. Com relação a TAS, as autoras mencionam que as busca dos estudantes, “diante das dificuldades, alternativas, como gráficos, diagramas, figuras, que pudessem conduzi-los a resposta” (p. 13) deram indícios de aprendizagem significativa a partir de mudanças de conceitos. Nesse trabalho o foco, das autoras, não foi em elencar os princípios da TAS (Figura 1) nas análises das atividades.

Em CC12 (EPMEM, 2012) as autoras Figueiredo e Kato (2012) apresentam uma proposta de avaliação de aprendizagem significativa em atividades de modelagem matemática. A proposta de avaliação consiste em relacionar os critérios de Borba, Meneghetti e Hermeni (1999) com a TAS, sintetizando-os em três parâmetros, os quais já foram apresentados anteriormente no embasamento teórico sobre a Modelagem Matemática e a TAS.



A proposta foi implementada com estudantes do 3º ano do Ensino Médio, seguindo a perspectiva de Modelagem Matemática de Barbosa (2003). O conteúdo matemático de Matrizes foi selecionado pela professora da turma, em consonância com o planejamento. A atividade de modelagem matemática abordou o tema “Normas para a produção de leite” e foi apresentado aos estudantes a partir de uma reportagem. Por fim, as autoras consideram como viável o instrumento proposto por direcionar a avaliação e ser adaptável para cada situação em que o professor se depara em sala de aula.

Conclusão

O objetivo do presente artigo se deu em verificar quais os princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa de David P. Ausubel são contemplados em práticas de Modelagem Matemática desenvolvidas na Educação Básica. Diante disso, as análises nas últimas cinco edições do EPMEM, possibilitam considerar que a TAS em prática de modelagem matemática, desenvolvidas em âmbito da Educação Básica, tem sido empregada de forma esporádica. Os três trabalhos que satisfizeram as condições da pesquisa foram implementados no Ensino Médio, sendo que dois deles, CC01 (EPMEM, 2010) e RE10 (EPMEM, 2010) exploraram conceitos de funções do 1º grau, com estudantes do 1º ano. E, o outro, CC12 (EPMEM, 2012) investigou conceitos de Matrizes, com estudantes do 3º ano. Com relação aos princípios da TAS, verifica-se que o foco dos artigos não foi em explorá-los de forma detalhada.

Sendo assim, diante da importância da TAS para a aprendizagem dos estudantes, infere-se a necessidade de que práticas de modelagem matemática sejam desenvolvidas no viés dessa teoria, na Educação Básica. Isso aponta para um campo de pesquisa ainda em aberto, que se explorado poderá trazer ganhos para os estudantes, uma vez que passaram a ter seus conhecimentos subsunçores valorizados. E, a partir desses, a adoção de materiais potencialmente significativo, em contextos de temas do interesse dos estudantes, poderá desencadear neles a predisposição em aprender, que podem levar à uma diferenciação progressiva e/ou uma reconciliação integradora de conceitos matemáticos necessários ao desenvolvimento individual de cada estudante, conduzindo a uma aprendizagem significativa.



Referências

ALMEIDA, L. M. W. de; BRITO, D. dos S. Atividades de modelagem matemática: que sentido os alunos podem lhe atribuir?. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 11, n. 3, p. 483-497, 2005.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. Lisboa: Plátano, 2003.

BARBOSA, J. C. Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico. **Reunião anual da ANPED**, v. 24, n. 7, p. 1-15, 2001.

BARBOSA, J. C. Modelagem Matemática na sala de aula. **Perspectiva**, v. 27, n. 98, p. 65-74, 2003.

BARBOSA, J. C. A prática dos alunos no ambiente da Modelagem Matemática o esboço de um framework. In: BARBOSA, J. C.; CALDEIRA, A. D; ARAÚJO, J. de L. (Org.) **Modelagem Matemática na educação matemática: pesquisas e práticas educacionais**. Recife: SBEM, p. 161-173, 2007.

BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática**. 2ª ed. São Paulo: Contexto, 2004.

BORBA, M. C.; MENEGHETTI, R. C.G; HERMINI, H. A. Estabelecendo critérios para avaliação do uso de Modelagem em sala de aula: estudo de um caso em um curso de ciências biológicas. **BORBA, MC Calculadoras gráficas e educação matemática**. Rio de Janeiro: USU, Ed. Bureau, p. 95-113, 1999.

BORSSOI, A. H.; ALMEIDA, L. M. W. Modelagem matemática e aprendizagem significativa: uma proposta para o estudo de equações diferenciais ordinárias. **Educação Matemática Pesquisa: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática**, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 91-121, 2004.

BURAK, D. **Modelagem Matemática: ações e interações no processo de ensino-aprendizagem**. 1992. 460 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992.

BURAK, D.; ARAGÃO, R. M. R. **A Modelagem Matemática e relações com a Aprendizagem Significativa**. Curitiba: CRV, 2012.

CALDEIRA, A. D. Modelagem Matemática: um outro olhar. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 2, n. 2, p. 33-54, 2009.

FIGUEIREDO, D. F. **Uma proposta de avaliação de aprendizagem significativa em atividades de modelagem matemática na sala de aula**. 2013. 123 f. Dissertação (Ensino de Ciências e Matemática). Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2013.



FIGUEIREDO, D. F.; KATO, L. A. Contribuições da modelagem matemática para a aprendizagem significativa do conceito de função no Ensino Médio. In: ENCONTRO PARANAENSE DE MODELAGEM NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2010, Maringá. **Anais...** Maringá: SBEM-PR, 2010. p. 1-13.

FIGUEIREDO, D. F.; KATO, L. A. Uma proposta de avaliação de aprendizagem significativa em atividades de modelagem matemática na sala de aula. In: ENCONTRO PARANAENSE DE MODELAGEM NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2012, Toledo. **Anais...** Toledo: SBEM-PR, 2012. p. 1-20.

HUF, S. F. **Potencialidades da aprendizagem significativa por meio das tendências metodológicas em Educação Matemática:** possíveis caminhos para o ensino e aprendizagem de matemática no 6º ano do Ensino Fundamental. 2022. 262 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciência e Tecnologia). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2022.

LEÃO, A. S. G. *et al.* A aprendizagem significativa em um contexto matemático: estudos sobre o conceito de área. **Vivências: Revista Eletrônica de Extensão da URI.** v. 14, n. 27, p. 129-139, 2018.

MARCHIORO, F. **Modelagem Matemática para aprendizagem significativa de função do primeiro grau.** 2018. 169 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática). Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2018.

MINAYO, M. C. de S. Ciência, técnica e arte: o desafio da pesquisa social. In: MINAYO, M. C. de S. (org.). **Pesquisa Social. Teoria, método e criatividade.** 18 ed. Petrópolis: Vozes, p. 9 – 31, 2001.

MOREIRA, M.A. Mapas conceituais e aprendizagem significativa (concept maps and meaningful learning). Aprendizagem significativa, organizadores prévios, mapas conceituais, digramas. V e Unidades de ensino potencialmente significativas, p. 41, 2012. Disponível em: http://lief.if.ufrgs.br/pub/cref/pe_Goulart/Material_de_Apoio/Referencial%20Teorico%20-%20Artigos/Mapas%20Conceituais%20e%20Aprendizagem%20Significativa.pdf. Acesso em: 11 jun. 2022.

NOVAK, J.D. **Uma teoria de Educação.** 1981. Título em inglês: "A Theory of Education". Tradução de Marco Antônio Moreira. São Paulo: Pioneira, 1981.

VARGAS, A. F. **Do campo à Matemática:** os princípios da modelagem matemática para uma aprendizagem significativa. 2020. 142f. Dissertação (Mestrado em ensino de Ciências e Matemática). Universidade Franciscana, Santa Maria, 2020.

VENÂNCIO, S.; KATO, L. A. O ambiente da modelagem matemática no favorecimento da aprendizagem significativa do conceito de função do 1º grau: uma investigação por meio de mapas conceituais. In: ENCONTRO PARANAENSE DE MODELAGEM NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2010, Maringá. **Anais...** Maringá: SBEM-PR, 2010. p. 1-20.