

ESTRATÉGIAS DE PROMOÇÃO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA SOBRE FUNÇÕES MATEMÁTICAS

Kaliane Alves Santana Lopes¹

Kalyne Teresa Machado²

José Adeilson Pereira Melquíades³

Divanizia do Nascimento Souza⁴

Resumo: A teoria da aprendizagem significativa, proposta por Ausubel nos idos de 1960, considera que os conhecimentos prévios que um indivíduo possui são determinantes para o aprendizado dele sobre um novo conteúdo. Essa teoria, fundamentada no construtivismo cognitivo, tem embasado diversas propostas didáticas na busca pela promoção da aprendizagem significativa, que permite ao indivíduo ser capaz de reproduzir e adaptar o conhecimento fixado na memória em situações e contextos variados. Na primeira parte deste texto são apresentados brevemente os fundamentos da teoria da aprendizagem significativa, os fatores considerados essenciais dessa teoria, as três fases distintas que podem ser evidenciadas durante a aprendizagem significativa e alguns pressupostos, exemplos, descritos na literatura, de estratégias e ferramentas possíveis de serem empregados na promoção da aprendizagem significativa sobre o conteúdo matemático Funções. Nas discussões é observado que um amplo leque de abordagens do conteúdo matemático Funções amplia as chances de que a aprendizagem significativa seja alcançada no estudo de tal conteúdo.

Palavras-chave: Teoria da aprendizagem significativa, Funções matemáticas, Relatos de experiências

STRATEGIES TO PROMOTE MEANINGFUL LEARNING ON MATHEMATICAL FUNCTIONS

Abstract: The theory of meaningful learning, proposed by Ausubel in the 1960s, considers that the previous knowledge that a person has are determinant for his own learning on a new subject. This theory, based on cognitive constructivism, has been based on several didactic proposals in the search for the promotion of meaningful learning, which allows a person to be able to

¹Licenciada em Matemática pelo Instituto Federal de Sergipe. Pós-Graduação *Lato Sensu* em Psicopedagogia e Educação Inclusiva pela Universidade Tiradentes – UNIT. E-mail: kallysantana@hotmail.com

²Licenciada em Matemática e em Física pela Universidade do Extremo Sul Catarinense. Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Sergipe. E-mail: kalynemachado@hotmail.com

³Licenciado em Matemática pela Universidade Federal de Sergipe. E-mail: adeilsonn_pereira@msn.com

⁴Doutora em Tecnologia Nuclear. Professora do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática e do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal de Sergipe. E-mail: divanizi@ufs.br

reproduce and adapt the knowledge fixed in memory in different situations and contexts. In the first part of this text, the foundations of the theory of meaningful learning are briefly presented, the factors considered essential of this theory, the three distinct phases that can be evidenced during meaningful learning and some assumptions, examples described in the literature of possible strategies and tools to be employed in promoting meaningful learning on mathematical Functions. In the discussions, it is observed that a wide range of approaches to the mathematical Functions increases the chances that meaningful learning will be achieved in the study of such content.

Keyword: Theory of meaningful learning, Mathematical functions, Experience reports

INTRODUÇÃO

A teoria da aprendizagem significativa

As teorias de aprendizagem cognitivistas, particularmente aquelas que se fundamentam no construtivismo cognitivo e que dão suporte às experiências atuais de aprendizagem e ensino em salas de aula, enfatizam o papel do conhecimento prévio nos processos de aprendizagem (BINGOLBALI e BINGOLBALI, 2015). Como é bem sabido, a figura chave da teoria da aprendizagem cognitiva foi Jean Piaget, com seus estudos sobre o tema, iniciados nos anos 1920. Outros teóricos têm aportado relevantes contribuições nesse campo; um deles, David Ausubel, a partir da década de 1960, desenvolveu estudos com foco na aprendizagem de disciplinas escolares, com maior interesse no que o aluno já compreende ao ser apresentado a um novo conteúdo no ambiente escolar. Ausubel entendia os conhecimentos prévios como sendo determinantes para o aprendizado sobre um novo conteúdo. Os estudos de Ausubel culminaram no estabelecimento da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), que preceitua que a aprendizagem significativa ocorre quando um novo conteúdo (ideias ou informações) relaciona-se com conceitos relevantes que estão disponíveis na estrutura cognitiva, sendo assimilado por essa estrutura. Os conceitos disponíveis são os pontos de ancoragem para a aprendizagem. Devido à “formação de novas relações entre o conhecimento existente e o novo conhecimento, a estrutura cognitiva torna-se mais coerente e abrangente” (CARVALHO et al., 2010), e os novos conhecimentos adquirem significados para o sujeito.

Ausubel, em sua teoria, considerou que a noção de crescimento cognitivo está intimamente relacionada ao acúmulo contínuo de conteúdo organizado em uma variedade de áreas. Para contribuir com o desenvolvimento cognitivo, no entanto, o conteúdo deve estar significativamente relacionado a hierarquias de conceitos previamente estabelecidas dentro de um determinado domínio.

Para aplicar aqui a analogia usada na descrição do modelo de Piaget, pode-se falar de um sistema de acesso aberto ao invés de um com um coordenador central. De acordo com Lawton, Saunders e Muhs (1980), considerando a estrutura cognitiva como um sistema hierarquicamente organizado de fatos, conceitos e generalizações em qualquer área de conhecimento, não faz sentido distinguir conteúdo de organização. O conteúdo só é significativo como parte de uma organização. Então, os conceitos previamente estabelecidos na estrutura cognitiva do sujeito representam o núcleo da aprendizagem significativa, que se dá na interação cognitiva entre novos conhecimentos e conhecimentos prévios. Ausubel denominou esses conceitos previamente estabelecidos de conceitos subsunçores ou, simplesmente, subsunçores. Os subsunçores, que podem ser ideias, modelos, proposições ou representações, servem para aportar novos conhecimentos, que chegam ao aprendiz também na forma de conceitos, ideias, modelos mentais, proposições ou como imagem, sendo internalizados significativamente por ele (MOREIRA, 2008)

A aprendizagem escolar acontece em situações formais de ensino, de forma sistemática intencional e planejada. Mesmo considerando que, conforme Ausubel (1962), a maioria dos novos materiais ideacionais que os estudantes encontram no ambiente escolar relacionam-se com um histórico de ideias e informações significativas para ele, a aprendizagem pode ser classificada, segundo o grau de significado da informação para o aprendiz em suas dimensões, como aprendizagem memorística (mecânica ou repetitiva) e aprendizagem significativa.

Na aprendizagem memorística a assimilação literal e não substantiva do novo material demanda um esforço menor do aprendiz, porque não exige dele uma capacidade de articulação entre os tópicos do conteúdo estudado e os subsunçores. Um exemplo disso é vivenciado quando os alunos se preparam para exames escolares que exigem respostas literais às perguntas. Com isso, a aprendizagem memorística é volátil, o que deriva em resultados insuficientes na aprendizagem de médio e longo prazo (TAVARES, 2010). Dessa forma, os estudos de Ausubel podem ser interpretados como uma reação radical à visão de aprendizado dos behavioristas, por considerar que nesse tipo de aprendizagem a interação com o conteúdo estudado é apenas arbitrária (MOREIRA; MASINI, 2006; BINGOLBALI; BINGOLBALI, 2015). Mesmo assim, entende-se que a aprendizagem memorística pode contribuir para a aquisição de conhecimentos, principalmente nas fases iniciais da aprendizagem de um determinado assunto.

Três fatores considerados essenciais na TAS auxiliam o estudante a aprender de forma significativa (NUNES; SILVEIRA, 2009): é relevante que o conteúdo a ser aprendido apresente uma lógica que lhe aporte significado, para que seja organizado e estruturado; que haja uma

significativa relação entre o conteúdo e os conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva do aluno; e o aluno estar conscientemente motivado para aprender de forma significativa. Pode-se incluir outro fator relevante, que é a linguagem. A TAS considera também que a linguagem seja um facilitador importante para a ocorrência da aprendizagem significativa. Quando a apresentação de conceitos se dá por meio de uma linguagem que faça sentido ao aprendiz, há mais chances de ocorrência de aprendizagem significativa desses conceitos (NOGUEIRA et al., 2000).

Moreira (2011) apresenta mais detalhes sobre esses fatores, considerando que um material de aprendizagem potencialmente significativo possibilita uma relação não arbitrária e não literal com uma estrutura cognitiva apropriada e relevante. Ainda, sobre a motivação, o autor observa que o aluno deve se sentir motivado a procurar compreender o material de instrução, a fazer perguntas sobre o que não compreende e a participar ativamente na execução das atividades que contribuam para a aprendizagem. Dessa forma, na perspectiva ausubeliana, idealmente a aprendizagem deve ocorrer sem a utilização de critérios de memorização. Na memorização, a aprendizagem ocorre quando novas informações são aprendidas sem uma interação com os subsunçores existentes na estrutura cognitiva do indivíduo (MOREIRA; MASINI, 2006; SANTOS; RIBEIRO; SOUZA, 2018).

Conforme a abordagem ausubeliana, três fases distintas podem ser evidenciadas durante a aprendizagem significativa, em que se tenha a retenção do conhecimento pelo aprendiz. Na primeira fase, as informações potencialmente significativas são relacionadas aos sistemas ideacionais relevantes na estrutura cognitiva, aportando os significados fenomenológicos. Na segunda fase ocorre a retenção dos significados adquiridos. Na terceira e última fase o indivíduo é capaz de reproduzir o conhecimento fixado na memória, o que possibilita que ele empregue o novo conhecimento em outras situações e contextos (JESUS, 2005).

Na busca pela efetivação da aprendizagem significativa a partir do ambiente escolar, diversas propostas didáticas têm sido apresentadas. Muitas das propostas empregam unidades de ensino potencialmente significativas (UEPS). Uma UEPS representa uma sequência de ensino fundamentada na TAS, envolvendo, portanto, atividades elaboradas pelo professor, com tópicos específicos de conhecimentos a serem desenvolvidos (RIBEIRO, 2015). O objetivo de uma UEPS é auxiliar na promoção da aprendizagem significativa por meio de atividades que possibilitem a explicitação de conhecimentos dos alunos para posterior análise e discussão (KLEIN; DEL PINO, 2017).

Moreira (2005) criou as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), como uma proposta didática para alterar, pelo menos dentro do possível, o modelo de

narrativa que costumamos ter em sala de aula e que já sabemos que não está produzindo aprendizagens (KLEIN; DEL PINO, 2017, p. 64).

Na escola, o que se deseja é a participação ativa do sujeito na construção do conhecimento. Essa participação deve conduzir à aquisição de novos saberes, a partir de processos de reelaboração pessoal, e não à repetição dos saberes formulados pelo professor ou encontrados nos livros-texto (MENEGHETTI; REDLING, 2012).

Moreira (2014), como um importante pesquisador da aprendizagem significativa, defende que, enquanto dinâmica cognitiva em que diferenciação progressiva e a reconciliação progressiva são processos básicos, essa aprendizagem se relaciona com a modelagem, porque aprender e modelar estão intrinsecamente relacionados. Quando modela, o sujeito aprende, e vice-versa.

Na diferenciação progressiva ocorre o processo de atribuição de novos significados a um dado subsunçor a partir da sucessiva utilização desse subsunçor na significação de novos conhecimentos. A reconciliação progressiva cria um processo dinâmico, simultâneo a diferenciação progressiva, que possibilita resolver inconsistências e relacionar significados (MOREIRA, 2011).

Uma ferramenta, que pode ser empregada largamente na promoção da aprendizagem significativa são os mapas conceituais. No uso de mapas conceituais é assumido que o conhecimento está contido dentro dessas estruturas conceituais, e que por meio da organização dos conceitos centrais, pode-se integrar relações de aprendizagem do conteúdo. Esses mapas oportunizam representar e organizar o conhecimento, de forma que o próprio aprendiz constrói seu conhecimento e significados do que aprende a partir da sua predisposição para aprender. Assim sendo, um mapa conceitual é uma representação concisa das estruturas conceituais que estão sendo ensinadas, podendo ser um facilitador da compreensão dessas estruturas (MOREIRA, 2006; RIBEIRO; CAMPOS, 2019). Esses mapas, como ferramentas gráficas para a organização e representação do conhecimento, foram desenvolvidos por Joseph D. Novak, na década de 1970, com na base na TAS.

Não é pretensão deste trabalho abordar todas as estratégias e ferramentas possíveis de serem empregadas na promoção da aprendizagem significativa, pois essas são muitas. Mas estão apresentados a seguir alguns exemplos com a finalidade de ilustrar propostas de abordagem em disciplinas de matemática na escola básica e na formação de professores de matemática. Buscou-se exemplos relacionados ao conteúdo Funções. Como as funções estabelecem sempre uma ideia de interdependência entre duas grandezas, a compreensão do conceito de conceito de funções é, por vezes, uma tarefa complexa. Essa complexidade tem

motivado o desenvolvimento de propostas didáticas no ensino de matemática com vista a contribuir para de aprendizagem significativa sobre esse conteúdo.

ABORDAGEM DO CONTEÚDO FUNÇÕES COM VISTAS À APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A evolução da matemática ao longo da trajetória da humanidade teve como ideal a interpretação, operacionalização e resolução de problemas do cotidiano. Embora, nem sempre essa contextualização, mesmo que implícita, seja considerada no ensino escolar (KLEIN; DEL PINO, 2017).

A questão de pesquisa que se busca responder neste trabalho é: “Como a teoria da aprendizagem significativa pode ser aplicada no contexto da aprendizagem do conteúdo matemático Função?” A resposta a essa questão visa contribuir para a compreensão sobre como ações pedagógicas envolvendo princípios dessa teoria auxiliam na aprendizagem desse conteúdo matemático.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais, “o Ensino Médio precisa desenvolver o saber matemático, científico e tecnológico como condição de cidadania, e não como prerrogativa de especialistas” (BRASIL, 1999, p. 210). Isso também está previsto na Base Nacional Comum Curricular, que, ao considerar as competências e habilidades específicas esperadas de um estudante ao final do Ensino Médio, enfatiza que essas sejam representadas pela ampla capacidade de interpretação crítica e a construção de modelos representativos de situações econômicas, sociais e de fatos relativos às Ciências da Natureza que envolvam a variação de grandezas, por meio da análise de gráficos de funções (BRASIL, 2018).

Uma proposta de ensino sobre Função Afim baseada nos pressupostos teóricos da aprendizagem significativa foi elaborada por Postal et al. (2011), visando o uso de metodologia da modelagem matemática, com o emprego de computador como ferramenta de ensino. O tema escolhido para a proposta foi “O uso da telefonia celular” As atividades propostas foram desenvolvidas junto a uma turma de primeiro ano do Ensino Médio em uma escola pública do Rio Grande do Sul. Os autores partiram do princípio de que “a utilização da tecnologia em sala de aula trouxe a esperança de ajudar a resolver a questão de reter o interesse dos estudantes”.

Conforme apresentado por Rosso (2016), “a Modelagem Matemática se coloca como alternativa metodológica que traz para a sala de aula os problemas da vida real e da cultura dos alunos para dialogarem com conhecimento universal, lógico e válido em todos os tempos e lugares da Matemática”.

Postal et al. (2011) partiram do princípio que as atividades envolvendo Modelagem Matemática devem ocorrer durante a aprendizagem de conceitos e técnicas do conteúdo que está sendo estudado na disciplina. Com isso, o objeto de estudo além de contribuir como agente motivador da aprendizagem, pode dar suporte para a sua ocorrência.

No desenvolvimento das atividades, os autores seguiram as etapas descritas por Biembengut (2002):

- Identificação do problema real.
- Formulação do problema matemático.
- Obtenção da solução matemática do modelo.
- Interpretação da solução. – Comparação com a realidade.
- Escrita do relatório e apresentação dos resultados.

Após a escolha do tema pelos estudantes, buscou-se, com ajuda da professora de matemática, compreender como se dava o uso da telefonia celular pelos integrantes da turma. Isso possibilitou dados para identificação de conceitos subsunçores existentes na estrutura cognitiva dos estudantes e a elaboração de materiais e exercícios e referentes ao assunto de funções. Após esse entendimento, o problema a ser estudado pela turma foi definido: *é possível utilizar o telefone celular de maneira mais econômica, pensando na sustentabilidade do planeta?*

Na segunda etapa da preparação da proposta, os autores construíram os modelos matemáticos, na intenção de que as atividades apresentassem potencial de serem significativas para que os estudantes pudessem aprender conceitos relevantes de funções afins. Além disso, considerou-se que os estudantes já sabiam definir variáveis, compreendiam a ideia de relação de dependência, representação gráfica, equações e operações fundamentais.

Por fim, os estudantes foram incentivados a conduzir um processo de modelagem de um problema escolhido por eles, sob a supervisão da professora. Os estudantes tiveram acesso a computadores e empregaram o software Graphmatica para facilitar a construção dos gráficos e auxiliar na interpretação das questões propostas. As atividades foram desenvolvidas ao longo de 20 aulas, com três aulas semanais.

Nas atividades de modelagem matemática que auxiliaram a construção de conceitos de Função Afim foi dada ênfase à compreensão conceitual e à aplicação dos conceitos a situações novas, para favorecer a ocorrência da interação entre a nova informação e a estrutura conceitual. A aplicação dos conceitos aprendidos a situações novas possibilitaria a evidência da ocorrência da aprendizagem significativa.

Embora, por falta de tempo hábil, a análise da experiência de Postal et al. (2011) não tenha sido aprofundada de forma a demonstrar que a prática descrita por eles resultou em uma aprendizagem significativa, na concepção de Ausubel, do conceito de Funções Afins, entende-se que práticas como essa são sempre exitosas, pois partem de uma preocupação com a efetiva aprendizagem dos estudantes, que é traduzida em aprendizagem significativa.

Meneguetti e Redling (2012) também elaboraram tarefas seguindo a abordagem descrita anteriormente em uma classe da terceira série do Ensino Médio, de uma escola pública do interior do Estado de São Paulo. Junto à classe, foi aplicada uma avaliação diagnóstica inicial (para um levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos a respeito de funções) e foram vivenciadas tarefas elaboradas envolvendo situações que abordavam o assunto funções. As autoras buscaram desenvolver as atividades de forma que os alunos necessitassem de níveis de conhecimento cada vez mais elaborados para desenvolvê-las, buscando por um equilíbrio entre os aspectos intuitivo e lógico do conhecimento. As atividades envolviam abordagem do tipo investigativa e/ou resolução de problemas.

Nas respostas da avaliação diagnóstica foi identificado que os alunos tinham poucas recordações pouco sobre o conteúdo Função ensinado para eles no primeiro ano do Ensino Médio. Segundo eles, o assunto havia sido tratado superficialmente. Considerando que, em apenas dois anos, os alunos haviam esquecido muito do conteúdo estudado, provavelmente, a aprendizagem do conteúdo foi do tipo mecânica, principalmente. Na avaliação diagnóstica foi solicitado que eles definissem função, verificassem se uma relação representava ou não uma função; identificassem domínio, contradomínio e imagem de uma função e construíssem gráficos de funções. As situações problemas apresentadas na segunda fase envolviam funções do 1º grau, do 2º grau e exponencial.

A partir da descrição de Meneguetti e Redling (2012), entende-se que a abordagem de situações-problemas envolvendo conceitos de funções e suas aplicações, fundamentadas em aspectos da aprendizagem significativa de conteúdos matemáticos na escola básica, embora seja possível, ainda não é fácil. Mesmo assim, os autores observaram que apesar dos alunos terem apresentado dificuldades iniciais com a metodologia da proposta, foram participativos e o grau de motivação deles foi aumentando à medida que se familiarizavam com a tarefa. Os autores salientem que na aprendizagem significativa a motivação é um fator imprescindível, mesmo que os alunos já possuam os conceitos subsunçores aspirados para aprender.

Uma reflexão foi apresentada por Lopes (2019) sobre como o ensino da disciplina Cálculo pode ser aprimorado por meio de atividades que auxiliam o entendimento sobre os

significados e os porquês dos conceitos ensinados e aprendidos sobre o conteúdo de funções hiperbólicas. O autor desenvolveu uma sequência didática envolvendo História da Matemática, com o objetivo de atingir a aprendizagem significativa dos conceitos estudados sobre esse conteúdo, que normalmente é apresentado de uma forma sintética nos atuais livros de cálculo e pelos professores.

Na sequência didática proposta por Lopes (2019), o estudo das funções hiperbólicas por é iniciado com a apresentação de conceitos que contribuíram para sua formalização ao longo da história. É sugerido que os conceitos que servem como âncoras ou subsunçores sejam revisados e ensinados, como a função exponencial e a hipérbole. Em seguida, a formalização das funções hiperbólicas e suas propriedades são demonstradas. O autor destaca que, ao comparar o modo usual em que se apresenta ao aluno os conceitos relativos às funções hiperbólicas, os atuais livros textos de Cálculo não seguem o desenvolvimento histórico. No entanto, como os livros antigos abordam essas funções de uma maneira histórica satisfatória, os alunos podem ser beneficiados pela abordagem feita com o uso de livros mais antigos de Cálculo.

Como último exemplo, tem-se a proposta desenvolvida por Groenwald e Ruiz (2006), com a finalidade de auxiliar a promoção de competências docentes para um ensino comprometido com a qualidade. A proposta dos autores seguiu princípios da concepção construtivista colaborativa de ensino com apoio da TAS. Considerando essa concepção, tem-se que o trabalho em grupo promove no sujeito mais criatividade para enfrentar obstáculos do que o trabalho individual, além de reforçar as competências individuais.

O desenvolvimento da proposta contou com o uso da plataforma Moodle em uma disciplina de prática de ensino, com alunos do terceiro semestre do curso de Licenciatura em Matemática de uma universidade do Rio Grande do Sul. A metodologia empregada constou de 4 fases: apresentação; experimentação; exposição e demonstração; avaliação. Os conteúdos matemáticos abordados foram Trigonometria, Funções, Progressão Aritmética e Geométrica e Geometria Analítica. Após a fase de apresentação da proposta, os estudantes vivenciaram atividades colaborativas, junto com o professor, utilizando a plataforma Moodle. Na terceira fase as atividades envolveram exposições em sala de aula e debates on-line. A avaliação foi realizada por meio do acompanhamento das atividades realizadas pelos estudantes e prova escrita.

As atividades buscaram promover competências nos estudantes para: “atuar com novas tecnologias, conhecer metodologias de ensino, saber expressar-se com clareza e objetividade,

analisar livros didáticos, avaliar seus colegas e ser avaliado, conhecer os conteúdos de Matemática do Ensino Médio” (GROENWALD; RUIZ, 2006, p. 20).

Na descrição das atividades, Groenwald e Ruiz apresentaram também um sistema informático que pode ser uma opção aos professores para avaliações, com apoio de mapas conceituais, dos conhecimentos de seus alunos sobre certo conteúdo. Os professores poderão interagir com os mapas, acrescentando informações em hipertextos, que servirão para recuperar os conteúdos nos quais cada aluno apresenta dificuldades.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos exemplos apresentados aqui, pode-se inferir que a teoria da aprendizagem significativa é atual e que as possibilidades de abordagens dessa teoria no contexto escolar podem contribuir de forma efetiva para o aprendizado de conteúdos disciplinares. Essa efetividade permite aos alunos o uso do conhecimento fixado na estrutura cognitiva em situações e contextos diversos. A vivência da teoria ausubeliana faz com que as possibilidades no ensino e aprendizagem de conteúdos matemáticos, como o de Funções, por exemplo, sejam ampliadas. O uso de ferramentas e estratégias, como as unidades de ensino potencialmente significativas e os mapas conceituais, permite um amplo leque de abordagens do conteúdo matemático Funções e ampliam as chances de que a aprendizagem significativa. A oportunidade da vivência de estratégias didáticas de abordagem da TAS em cursos de formação docente, certamente, contribui para a ampliação do uso dos princípios dessa teoria na escola básica.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. A Subsumption Theory of Meaningful Verbal Learning and Retention. *The Journal of General Psychology*, 66(2), p. 213–224, 1996.

BIEMBENGUT, M. S. Modelagem matemática no ensino. São Paulo. Contexto. 2002.

BINGOLBALI, E.; BINGOLBALI, F. Principles of student centred teaching and implications for mathematics teaching. CERME 9 - Ninth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education; ERME, , Prague, p.2600-2606. 2015.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. Base Nacional Comum Curricular. Brasília-DF; MEC; CONSED; UNDIME, 2017.

CARVALHO, J. L.; RAMOS, J. L.; CASAS, L.; LUENGO, L. Estrutura cognitiva dos alunos e aprendizagem conceptual da Matemática: contributos para o seu conhecimento através da

técnica de Redes Associativas Pathfinder. Educação, Formação & Tecnologias, Portugal, v. 3, n. 1, p. 15-30, 2010.

JESUS, M. A. S. **As atitudes e o desempenho em operações aritméticas do ponto de vista da aprendizagem significativa**. Tese (Doutorado em Educação), Universidade Estadual de Campinas, 2005.

KLEIN; M. E. Z. DEL PINO, J. C. O ensino e a aprendizagem de matrizes tendo como fundamentação teórica a teoria da aprendizagem significativa. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review**. v. 7(3), p. 60-81, 2017.

LAWTON, J. T., SAUNDERS, R. A., MUHS, P. Theories of Piaget, Bruner, and Ausubel: Explications and Implications. **The Journal of Genetic Psychology**, 136(1), 121–136. 1980.

LOPES, A. P. C. As transformações do conceito de funções hiperbólicas à luz da teoria da aprendizagem significativa. **HISTEMAT – Revista de História da Educação Matemática**. v. 5, p. 190-214, 2019.

MENEGHETTI, R. C. G.; REDLING, J. P. Tarefas alternativas para o ensino e a aprendizagem de funções: análise de uma intervenção no Ensino Médio. **Bolema**, Rio Claro, v. 26, p. 193-230, 2012.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. 2. ed. São Paulo: Centauro, 2006.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Editora Livraria de Física, 2011.

_____. Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas – UEPS. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review** – v.1, p. 43-63, 2011. (tradução de Moreira).

_____. **A Teoria da Aprendizagem Significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Universidade de Brasília, 2006.

_____. Negociação de significados e aprendizagem significativa. **Revista Eletrônica do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Saúde e do Ambiente**. v.1, p 2-13, 2008.

_____. Modelos científicos, modelos mentais, modelagem computacional e modelagem matemática: aspectos epistemológicos e implicações para o ensino, **Revista Brasileira de Ensino de C&T**. v. 7, p. 1-20, 2014.

NUNES, A. I. B. L.; SILVEIRA, P. N. **Psicologia da aprendizagem: processos, teorias e contexto**. Brasília: Liber Livro, 2009.

ROSSO, A. J. **Modelagem Matemática: perspectivas, experiências, reflexões e teorizações** / orgs. por Brandt, C. F.; Burak, D.; Klüber, T. E. 2 ed. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2016. 226 p.

POSTAL, R. F.; HAETINGER, C.; DULLIUS, M. M.; SCHOSSLER, D. C. Atividades de modelagem matemática visando-se a uma aprendizagem significativa de funções afins, fazendo uso do computador como ferramenta de ensino. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.4, n.1, p.153-173, 2011.

NOGUEIRA, J. S.; RINALDI, C.; FERREIRA, J. M.; PAULO, S. R. Utilização do computador como instrumento de ensino: uma perspectiva de aprendizagem significativa. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 22, p. 517-522, 2000.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. **Práxis Educativa**, v.5, p. 9-29, 2010.

RIBEIRO, T. N. **O ensino de razões trigonométricas no triângulo retângulo a partir de situações aplicadas à física: um estudo baseado nas unidades de ensino potencialmente significativas (UEPS)**. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Universidade Bandeirante de São Paulo, 2015.

RIBEIRO, T. N.; CAMPOS, L. Mapas conceituais como instrumentos efetivos de ensino e avaliação da aprendizagem. Souza, D. N. (org.). **Ensino de Física: do olhar à prática**. São Cristóvão: Editora UFS, 128-141, 2019.

SANTOS, G. G.; RIBEIRO, T. N.; SOUZA, D. N. Aprendizagem significativa sobre polímeros a partir de experimentação e problematização. **Amazônia (UFPA)**, v. 14, p. 141-158, 2018.

TAVARES, R. **Aprendizagem significativa, codificação dual e objetos de aprendizagem**. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 18, p. 4-16, 2010.