

Metacognição e metodologias ativas de aprendizagem: estratégias para desenvolvimento das aulas de Matemática

*Metacognition and active learning methodologies:
strategies for developing mathematics classes*

GUILHERME SARAMAGO DE OLIVEIRA

Professor associado (UFU)

E-mail: gsoliveira@ufu.br

JOSELY ALVES DOS SANTOS

Doutoranda em Educação (FACED/UFU)

E-mail: joselyalves@ufu.br

ANDERSON ORAMISIO SANTOS

Doutor em Educação (UFU)

E-mail: anderson.oramisio@hotmail.com

MÁRCIA REGINA GONÇALVES CARDOSO

Doutora em Educação (UFU)

E-mail: mcardoso2010@bol.com.br

Resumo: Nossa sociedade está passando por diversas mudanças que exigem a adoção de novas posturas e abordagens metodológicas nas salas de aula. Diante desse contexto, a aprendizagem precisa evoluir de uma abordagem passiva para se tornar mais dinâmica, prática e ativa. É nesse contexto que surgem possibilidades como as metodologias ativas e a metacognição, que visam colocar o aluno como protagonista no processo de aprendizagem. O objetivo deste trabalho é realizar uma revisão bibliográfica e conceituar a metacognição e as metodologias ativas, apresentando seus principais fundamentos. Além disso, serão apresentadas três estratégias que podem favorecer o aprendizado de Matemática, permitindo que os alunos se envolvam de forma mais ativa e participativa no processo de ensino-aprendizagem.

Palavras-chave: metacognição; metodologias ativas; ensino-aprendizagem em Matemática.

Abstract: Our society is undergoing various changes that require the adoption of new attitudes and methodological approaches in the classroom. In this context, learning needs to evolve from a passive approach to become more dynamic, practical, and active. It is within this context that possibilities such as active methodologies and metacognition emerge, aiming to place the student as the protagonist in the learning process. The objective of this study is to conduct a literature review and conceptualize metacognition and active methodologies, presenting their main foundations. Additionally, three strategies that can enhance Mathematics learning will be presented, allowing students to engage more actively and participatively in the teaching-learning process.

Keywords: metacognition; active methodologies; Mathematics teaching and learning.

1 INTRODUÇÃO

As mudanças ocorridas nos mais diversos setores da sociedade nas últimas décadas têm suscitado também renovações no processo de ensinar e aprender nas escolas.

Entretanto, autores como Skovsmose (2008), Cordeiro, Oliveira e Malusá (2016) e Nacarato, Mengali e Passos (2017) apontam para a prevalência de práticas pedagógicas centradas na autoridade do professor, na exposição verbal de conteúdos em que o aluno é um mero receptor e precisa copiar, treinar e repetir conceitos, técnicas e fórmulas para absorver o conhecimento.

Tal modelo baseado na cópia, treino e repetição em que o professor transmite o conhecimento e o aluno o recebe passivamente, ainda encontra-se presente principalmente no que tange às aulas de Matemática. À vista disso, prevalece ainda uma concepção de que o aluno precisa conhecer e aplicar regras, modelos e fórmulas para obter sucesso e aprender os conteúdos. Nesse contexto, como ilustra Skovsmose (2008), as aulas são baseadas na exposição de conceitos matemáticos, em listas de exercícios provenientes dos livros didáticos e na avaliação mecânica do aprendizado.

Esse padrão verificado em muitas aulas de Matemática teve forte influência, dentre outros fatores, do Movimento Matemática Moderna (MMM) ocorrido em meados dos anos 1960 e 1970 em que o ensino dos conceitos matemáticos era baseado fundamentalmente nos livros didáticos, com foco em formalismos e valorização da teoria em detrimento da prática.

Todavia, bem como alerta Behrens (2014, p. 75), os avanços da economia globalizada, da expansão dos meios de comunicação e do aperfeiçoamento dos recursos tecnológicos não são compatíveis com um ensino “que se caracterize por uma prática pedagógica conservadora, repetitiva e acrítica”.

Soares (2021) pondera que é preciso considerar as especificidades do período histórico que vivenciamos, a forma como as relações humanas se estabelecem, as características dos alunos da atualidade e para que eles estão sendo preparados.

Nesse sentido, Andrade e Marihama (2021), refletem que a educação se vincula ao contexto social e, por esse motivo, as tendências pedagógicas e abordagens metodológicas são pensadas para atender determinadas demandas que são também sociais. Na concepção dos autores (2021, p. 11), no cenário atual, há a necessidade de inculcar na educação “uma conduta cada vez mais proativa no processo de ensino-aprendizagem, capaz de mobilizar situações complexas para resolver problemas da vida cotidiana, adotando uma postura aberta ao diálogo, híbrida, flexível, plural, digital e ativa”.

Assim, para atender a esse propósito há que se levar em consideração a fluidez do momento histórico que vivemos e ter em conta que a educação deve promover a emancipação do aluno, de forma a levá-lo a desenvolver aspectos como espírito colaborativo, autonomia, criticidade e criatividade.

Diante disso, parte-se do pressuposto de que a educação deve se basear em um modelo mais dinâmico, prático e ativo que esteja centrado no aluno e na sua capacidade para buscar o conhecimento.

Autores como Lovato, Michelotti e Loreto (2018), Rocha e Farias (2020), Lima, Cabral e Silvano (2021), Andrade e Marihama (2021) e Soares (2021) ressaltam, todavia, que essa busca por alternativas mais proativas no processo educativo não é algo recente. Isso porque as contribuições de estudiosos como Jean Jacques Rousseau (1712-1778), John Dewey (1859-1952), Célestin Freinet (1896-1966), entre outros, já evidenciavam que a aprendizagem ocorre pela ação, sendo o estudante o foco do processo formativo.

Estudos desenvolvidos por teóricos como David Ausubel (1918-2008), Carl Rogers (1902-1987), Paulo Freire (1921-1997), dentre outros nomes, culminaram nas teorias cognitivas, humanistas e socioculturais de aprendizagem e geraram também implicações no desenvolvimento da prática educativa escolar, fomentando uma educação voltada para o aprendiz e sua capacidade cognitiva de aprender por meio da ação e da interação.

De acordo com Moreira (2004), a teoria de Ausubel indicava a necessidade de relacionar o ensino com o contexto do aluno. Assim, para promover uma aprendizagem significativa, a prática pedagógica deve considerar os conhecimentos prévios dos alunos (subsunçores) de modo a possibilitar que esses conhecimentos fiquem mais elaborados e capazes de ancorar novas informações. Para tanto, o material e os conceitos a serem aprendidos devem ser potencialmente significativos para o aprendiz e este deve manifestar uma disposição para relacioná-los de maneira substantiva e não arbitrária à sua estrutura cognitiva.

Com uma abordagem humanista, Rogers defendia que grande parte da aprendizagem significativa é adquirida por meio da ação onde esta é facilitada quando o aluno participa responsabilmente do processo de aprendizagem. Bem como evidencia Frank (1978, p. 176-178), a perspectiva rogeriana implica que o ensino deve estar centrado no aluno e em sua potencialidade para aprender. Desse modo, nas palavras do autor, “o único homem educado é o homem que aprendeu a aprender; o homem que aprendeu a adaptar-se e mudar, que percebe que nenhum conhecimento é seguro e que só o processo de buscar conhecimento dá alguma base para segurança”. Assim, o processo educativo deve criar condições favoráveis para o crescimento e autorrealização do sujeito e deixá-lo livre para aprender.

Freire (1987), por sua vez, se contrapôs à concepção de educação bancária, em que o professor é o único detentor do saber e os educandos, seres passivos e doutrináveis, depósitos desse conhecimento. Assim, para romper com essa prática, o autor propõe uma educação crítica, problematizadora, a partir da realidade do aprendiz, que possibilite a construção do pensamento, propicie a autonomia e lhe permita pensar e atuar de maneira autêntica. Essa educação deve ser baseada num processo de troca, de diálogo e da superação das relações hierárquicas entre educador e educando para que ambos possam participar da produção do conhecimento.

Nesse breve resgate de algumas teorias educativas, é possível depreender que elas evoluem no sentido de conceber o sujeito como um ser que aprende continuamente e que esse processo deve considerar seus aspectos cognitivos, psicológicos, sociais e afetivos.

Constata-se, diante desse cenário, tal como reflete Behrens (2014, p. 79) que o foco da ação docente deve passar do ato de ensinar para dar ênfase ao aprender. Desse modo, cabe ao professor refletir sobre sua prática pedagógica e realinhá-la para

proporcionar meios de instigar a aprendizagem do aluno. Para a autora, “torna-se essencial que professores e alunos estejam num permanente processo de aprender a aprender”. Consequentemente, professores e alunos se tornam parceiros na busca pelo conhecimento propiciada por uma aprendizagem colaborativa.

Perante essa necessidade de priorizar o ato de aprender no processo de construção do conhecimento e aquisição de habilidades, estratégias baseadas na metacognição e nas metodologias ativas podem subsidiar a ação pedagógica e tornar a aprendizagem mais efetiva.

2 METACOGNIÇÃO E METODOLOGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM: CONCEITO E FUNDAMENTAÇÃO

Ao longo do tempo, diversos estudiosos se esforçaram para compreender os mecanismos presentes no processo de aprendizagem. As teorias propostas para entender como os indivíduos aprendem foram permeadas por concepções behavioristas (aprendizagem por condicionamento), cognitivas (processos mentais envolvidos no ato de conhecer), humanistas (foco no sujeito e suas experiências) e socioculturais (aprendizagem como resultado da ação e da interação dos sujeitos).

Com base no desenvolvimento desses estudos e nas premissas manifestadas por essas teorias da aprendizagem, entende-se que o ato de aprender envolve processos cognitivos que modificam saberes e comportamentos. Tal como declaram Beber, Silva e Bonfiglio (2014, p. 145):

Aprender nada mais é do que mobilizar sistemas cognitivos que proporcionam mudanças dos conhecimentos independente dos fatores e/ou do contexto. Quando o sujeito produz aprendizagem efetiva, esta se torna duradoura e, por conseguinte, modifica o comportamento. Quando essa mudança ocorre, demanda alta dose de motivação, isto é, para aprender precisa-se de um “motivo”. Aprender não pode ser confundido com o compreender, pois a aprendizagem é definida a partir do comportamento do aprendente e de suas estruturas de pensamento.

Assim sendo, a motivação para a aprendizagem está nos frutos advindos desses processos cognitivos que envolvem o direcionamento de habilidades e a superação de obstáculos de modo a proporcionar crescimento intelectual e emocional.

Nesse curso, constata-se que a aquisição de conhecimentos não deve ocorrer de forma mecânica. Pelo contrário, é necessário pensar em estratégias para proporcionar experiências de aprendizagem mais significativas. Para tanto, um primeiro passo é compreender como ocorre o processamento de informações que leva ao desenvolvimento cognitivo, o que é conhecido como metacognição.

A metacognição, conforme descrito por Jou e Sperb (2006), relaciona-se à capacidade do sujeito monitorar e autorregular seus processos cognitivos, ou seja, ele tem consciência de seus atos e pensamentos. Para Pupo e Pineda (2011), a metacognição

se refere à investigação sobre como os seres humanos pensam e controlam seus processos mentais, e está relacionada a conceitos como conhecimento (a metacognição é um produto da atividade mental), processos e produtos (a atividade mental é composta por processos que podem ser básicos ou superiores e por seus respectivos produtos) e cognição (atividade pela qual se constrói conhecimento sobre o mundo físico, social e psicológico).

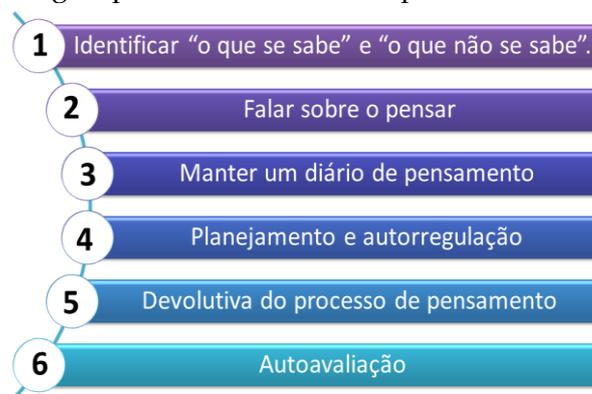
A metacognição como processo de aprendizagem, nas palavras de Beber, Silva e Bonfiglio (2014, p. 146), “é o conhecimento dos próprios produtos cognitivos, isto é, o conhecimento que o sujeito tem sobre seu conhecimento. O aprendiz, na busca de regular os processos cognitivos, se depara com atividades que o desafiam, levando-o à aprendizagem”.

Logo, a metacognição busca identificar o perfil cognitivo do indivíduo para viabilizar não só a assimilação do conhecimento, mas também o desenvolvimento de habilidades e a capacidade de reconhecer pontos fortes e aspectos a serem reforçados. A esse respeito, Blakey e Spence (1990) propõem três estratégias metacognitivas básicas: conectar novas informações ao conhecimento prévio, selecionar estratégias de pensamento de forma intencional e planejar, monitorar e avaliar os processos de pensamento. Para as autoras, à medida que os alunos aplicam eficientemente essas estratégias metacognitivas, eles também se tornam aprendizes eficientes. Por conseguinte, a aplicação dessas estratégias conduz os alunos a aprender a aprender e a desenvolver um repertório de processos de pensamento que podem ser utilizados para resolver problemas.

No âmbito educacional, Jou e Sperb (2006) realizaram estudos sobre a metacognição em domínios específicos, como leitura e matemática, por exemplo. Esses estudos evidenciam que a capacidade de avaliar, monitorar e autorregular a própria cognição é um fator decisivo na aprendizagem formal.

Para viabilizar o desenvolvimento de comportamentos metacognitivos, Blakey e Spence (1990) apresentam um conjunto de seis estratégias que podem ser ensinadas aos estudantes, como pode ser observado na figura a seguir:

Figura 1: Estratégias para desenvolver comportamentos metacognitivos



Fonte: elaborado pelos autores com fundamento em Blakey e Spence (1990).

As autoras explicam que essas estratégias propiciam um ambiente que estimula a metacognição e encoraja a consciência do pensamento. Dessa forma, a primeira

estratégia incentiva os alunos a identificar o que sabem e o que não sabem. Portanto, ao desenvolver uma tarefa, é importante que o aluno tenha consciência dos conhecimentos que já possui e dos tópicos que ele precisa aprimorar.

A segunda estratégia está relacionada ao falar sobre pensar. É importante que os alunos tenham um vocabulário relacionado ao pensamento. Assim, os professores podem falar sobre seus processos de pensamento, e um aluno pode apresentar um problema e descrever seu raciocínio para seus colegas.

Para desenvolver comportamentos metacognitivos, é relevante manter um diário de pensamento. Esta estratégia consiste em registrar o aprendizado. Neste diário, o aluno reflete sobre seu pensamento, anota as ambiguidades e inconsistências encontradas durante o processo de aprendizagem e manifesta sobre como lidou com as dificuldades.

Outra estratégia importante é estar atento ao planejamento e à autorregulação. Os alunos precisam assumir cada vez mais responsabilidade pelo planejamento e regulação de sua aprendizagem. Para isso, podem fazer planos para atividades, estimando o tempo, os materiais e os procedimentos necessários para uma tarefa, e monitorar o progresso para ajustar o plano, se necessário.

É preciso, também, haver um momento para discussão entre os alunos sobre os processos de pensamento, a fim de desenvolver a consciência de que determinadas estratégias podem ser aplicadas em outras situações. Nessa reflexão sobre o processo de pensamento, o professor pode orientar os alunos a revisar a atividade para reunir dados sobre os processos de pensamento. Em seguida, o grupo pode classificar esses dados e identificar os processos utilizados. Por fim, os alunos avaliam seu sucesso, verificando estratégias inadequadas e enfatizando aquelas que serão úteis no futuro.

Além disso, é importante estimular a autoavaliação guiada por meio de listas de verificação ou conferências individuais com foco nos processos cognitivos. Essas experiências de autoavaliação ajudam os alunos a reconhecer que as atividades de aprendizagem em diferentes disciplinas são semelhantes, o que os leva a utilizar essas estratégias para novas situações.

Face ao exposto, concebe-se a metacognição como uma possibilidade para desenvolver nos alunos a consciência do aprender. Essa estratégia vai de encontro com as metodologias ativas de aprendizagem que possuem como foco tornar o aprendiz o protagonista no processo educativo.

As metodologias ativas para Berbel (2011, p. 29) são

formas de desenvolver o processo de aprender, utilizando experiências reais ou simuladas, visando às condições de solucionar, com sucesso, desafios advindos das atividades essenciais da prática social, em diferentes contextos.

Nessa mesma perspectiva, Bacich e Moran (2018) afirmam que as metodologias ativas de aprendizagem se caracterizam por serem estratégias flexíveis, interligadas e híbridas que priorizam a participação efetiva dos estudantes na construção do conhecimento. Diesel, Baldez e Martins (2017) destacam que a aplicação de metodologias ativas não é algo novo, uma vez que se trata de uma abordagem de trabalho com

fundamento em teorias consagradas. Eles também indicam os princípios indispensáveis que constituem essas metodologias ativas, conforme pode ser observado na Figura 2:

Figura 2: Princípios das metodologias ativas



Fonte: elaborado pelos autores com fundamentação em Diesel, Baldez e Martins (2017).

Com base nesses princípios, a aplicação de metodologias ativas desafia o aprendiz a participar ativamente da aula e a desenvolver sua capacidade criativa, crítica, de trabalho em equipe e de autoavaliação. Bem como afirmam Lovato, Michelotti e Loreto (2018), os estudantes passam a ser os protagonistas na produção do conhecimento, enquanto os professores se tornam mediadores ou facilitadores desse processo.

Nesse sentido, Bacich e Moran (2018) refletem que o papel do professor mediador é estimular a criatividade de cada aluno e demonstrar que eles têm a capacidade de evoluir como pesquisadores, assumir riscos, aprender de forma colaborativa e descobrir seus potenciais.

Soares (2021) destaca esse novo olhar sobre a função docente, que deve estar direcionada para a mediação. Assim, o professor deve gerar inquietação, questionamentos e mobilizar aprendizagens. Além disso, deve estimular o diálogo e a pesquisa a partir de problemas baseados na realidade para incitar a busca pela aquisição de novos conhecimentos.

Para Berbel (2011, p. 37), na perspectiva das metodologias ativas, o papel do professor é relevante no sentido de motivar a aprendizagem autônoma dos alunos. Segundo a autora, essa “empatia com o professor facilita a identificação pessoal com aquilo que ele apresenta em sala de aula, possibilitando a valorização das atividades e conteúdos propostos e a internalização das exigências ou demandas externas”.

À vista disso, a atividade docente ganha amplitude e afasta o estigma de mero transmissor de informações de uma área específica. Isso porque o professor passa a oferecer estratégias didáticas de aprendizagem que tenham sentido e valor para os estudantes. Nesse processo, tal como reiteram Zanenco e Marihama (2021, p. 39),

o professor assume o papel de designer de experiências significativas de aprendizagem, que podem ser digitais ou não, proporcionando diferentes rotas de aprendizagem, de modo a atender aos valores que motivam os comportamentos (motivação emocional), aos estilos de aprendizagem (ativo, reflexivo, teórico e pragmático) e às dificuldades existentes no grupo de alunos.

Isto posto, sintetizando as características das metodologias ativas de aprendizagem, temos: a mudança de postura do professor; a adoção de uma atitude proativa pelo aluno; a disposição para tentar outras configurações de aula; a mobilização de recursos presentes na escola ou busca por alternativas caso não estejam disponíveis; a necessidade de contextualização do ensino; e a valorização dos conhecimentos prévios dos alunos.

Importa ressaltar que, para a aplicação de metodologias ativas, o professor deve conhecer seus fundamentos e ter clareza sobre suas intenções. Tal como afirmam Diesel, Baldez e Martins (2017, p. 285), “para produzir os resultados pretendidos, se faz necessário, ao docente, compreender a metodologia utilizada de tal forma que sua escolha traduza uma concepção clara daquilo que intenciona obter como resultado”.

Por conseguinte, ao fazer uso das metodologias ativas de aprendizagem, o professor deve prestar especial atenção aos seguintes pontos: compreensão da técnica a ser aplicada, planejamento da ação, definição de objetivos claros e exequíveis, elaboração de estratégias com a previsão das ações a serem desenvolvidas e critérios de avaliação.

São diversas as possibilidades de metodologias ativas que podem ajudar os estudantes a desenvolver a autonomia na compreensão do processo de aprendizagem e, conseqüentemente, na busca pelo conhecimento.

Com o propósito de aplicação nas aulas de Matemática, a seguir serão apresentadas três estratégias de metodologias ativas com potencial para tornar o aprendizado mais dinâmico e eficiente.

3 ESTRATÉGIAS PARA USO DE METODOLOGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM NAS AULAS DE MATEMÁTICA

Consoante ao mencionado anteriormente, as transformações pelas quais a sociedade está passando demandam mudanças também no processo educacional. Especificamente no que tange às aulas de Matemática, é preciso repensar as práticas pedagógicas a fim de romper com a aprendizagem mecânica e torná-la mais envolvente e significativa, permitindo que o aluno participe ativamente do processo.

Nesse contexto, as metodologias ativas apresentam-se como uma alternativa interessante para tornar as aulas mais motivadoras, dinâmicas e desafiadoras, com o objetivo de desenvolver a consciência sobre a importância do ato de aprender e superar dificuldades. Dentre as diversas metodologias ativas possíveis de serem aplicadas no ensino de Matemática, este trabalho destaca três delas, quais sejam: Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL), Modelagem Matemática e Sala de Aula Invertida.

3.1 APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (PBL)

A Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL), do inglês *Problem Based Learning*, mostra-se como uma alternativa para o professor orientar o ensino em direção ao desenvolvimento de processos e modos de pensar, raciocínio lógico, criatividade e autonomia dos alunos na solução de desafios.

Lovato, Michelotti e Loreto (2018), esclarecem que essa estratégia utiliza problemas contextualizados no universo real dos estudantes, os quais são propostos pelo professor e resolvidos em grupo de forma colaborativa. Esse processo é caracterizado como autogerido, autorreflexivo e mediado pelo docente, que tem o papel de motivar e acompanhar o grupo na busca de soluções para o problema.

Segundo Paiva (2016, p. 20), na PBL, o aluno é o elemento central da metodologia. Para sua execução, são formados grupos de 8 a 10 estudantes, sendo um deles escolhido para coordenar e outro para secretariar as atividades. O papel do coordenador “é conduzir a discussão de forma a controlar o tempo e encorajar a discussão de todos, enquanto a do secretário é a de registrar os pontos relevantes levantados pelo grupo, assim como as fontes de pesquisa utilizadas”.

A Aprendizagem Baseada em Problemas, de acordo com Souza e Dourado (2015), possui uma estrutura básica que segue princípios gerais para sua adequação ao nível escolar, à disciplina e ao conteúdo, atendendo às suas especificidades. Desse modo, o desenvolvimento da PBL segue um conjunto de procedimentos ou etapas, como demonstrado na figura a seguir:

Figura 3: Etapas da aprendizagem baseada em problemas



Fonte: elaborado pelos autores com fundamento em Souza e Dourado (2015).

A primeira etapa da Aprendizagem Baseada em Problemas é a definição do cenário. Em conformidade com o exposto por Souza e Dourado (2015), essa fase é de extrema importância, pois a escolha do contexto da situação-problema determina o desenvolvimento da investigação. Diante disso, o cenário deve estar em consonância com a realidade dos alunos para que eles se sintam motivados a resolvê-lo. É significativo ressaltar que o cenário deve ser escolhido levando em consideração a capacidade de atrair o interesse dos estudantes, a correspondência entre o conteúdo e os objetivos da aprendizagem, a funcionalidade das informações e o nível de complexidade das mesmas.

Uma vez definido o cenário, o próximo passo é a problematização, em que o grupo planeja o trabalho de investigação. Nessa etapa, os estudantes recrutam seus conhecimentos prévios para discutir as informações pertinentes ao problema, organizar as ideias, esclarecer dúvidas e planejar as estratégias para conduzir o trabalho.

A terceira etapa consiste na resolução do problema. Para Souza e Dourado (2015, p. 193) esse momento envolve “pesquisas, tanto em grupo quanto individualmente, trazendo os resultados para um amplo debate em grupo, tendo em vista a resolução das questões-problema, apontando soluções em curto, médio e longo prazo”. Nessa fase, os conhecimentos prévios são relacionados com os novos conhecimentos adquiridos.

Por fim, acontece a apresentação do resultado e a autoavaliação acerca do trabalho executado em que os grupos de estudantes fazem uma síntese das reflexões e debates realizados. A autoavaliação, que deve ser individual e coletiva, serve para que os alunos verifiquem se as questões-problema foram solucionadas de forma satisfatória ou não. Nessa última etapa, o professor também avalia o processo de aprendizagem a fim de averiguar se as competências conceituais, atitudinais e procedimentais foram alcançadas de acordo com os objetivos previstos.

A Aprendizagem Baseada em Problemas pode ser uma ferramenta útil para tornar as aulas mais dinâmicas, pois promove o desenvolvimento de competências e habilidades que contribuem para a autonomia dos estudantes uma vez que eles se envolvem ativamente no processo de levantamento, planejamento e investigação da situação-problema.

3.2 MODELAGEM MATEMÁTICA

Com características que estimulam a autonomia dos estudantes, o trabalho em equipe e o desenvolvimento da criatividade e senso crítico, a Modelagem Matemática é uma metodologia ativa bastante interessante para a aprendizagem de conceitos matemáticos. De acordo com Araújo (2010), a Modelagem Matemática consiste na aplicação de modelos matemáticos para resolver problemas reais, em que o aluno emprega uma representação matemática em uma situação-problema baseada na sua realidade. Nesse contexto, a Modelagem Matemática pode ser utilizada para aproximar a realidade da Matemática por meio dos modelos criados nessa interação.

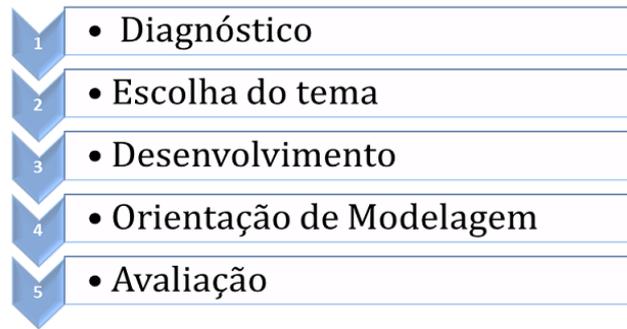
As problematizações propostas na Modelagem Matemática não se resumem apenas à contextualização da realidade, como observam Almeida, Araújo e Bisognin (2015). Na verdade, essa metodologia envolve um estudo aprofundado de uma situação real por meio de estratégias pedagógicas e com a participação ativa dos alunos.

Biembengut e Hein (2018) destacam que a Modelagem Matemática é uma estratégia que pode ser aplicada em qualquer ano de escolaridade e tem como objetivos principais: enfatizar a aplicabilidade da Matemática em situações reais; evidenciar a importância da Matemática para a formação e a vida do aluno; desenvolver habilidades para a resolução de problemas; favorecer a aprendizagem dos conteúdos matemáticos; despertar a criatividade; e aproximar a Matemática de outras áreas do conhecimento.

Nessa acepção, Costa (2016, p. 60) reitera que “a modelagem contempla um dos principais objetivos do ensino que é o aprender a aprender, ou seja, fazer com que o estudante aprenda a buscar soluções para as mais diferentes situações”.

Para a execução de atividades de Modelagem Matemática, Biembengut e Hein (2018) enumeram cinco passos a serem seguidos para colocar o método em prática conforme representado a seguir:

Figura 4: Procedimentos de modelagem matemática



Fonte: elaborado pelos autores com fundamento em Biembengut e Hein (2018).

Na primeira etapa do trabalho é feito um diagnóstico para obter informações importantes como perfil socioeconômico dos alunos, tempo disponível para realização do trabalho e conhecimento matemático prévio dos alunos.

Uma vez efetuado esse diagnóstico, parte-se para a escolha do tema. De maneira geral, o tema é proposto pelos estudantes a partir de situações vividas em seu cotidiano. É importante que o professor se informe sobre o tema escolhido para que possa se preparar para conduzir o processo e fazer a correlação entre os conteúdos matemáticos a serem assimilados.

O terceiro passo consiste no desenvolvimento do conteúdo matemático por meio da formulação e resolução de modelos que levam à aprendizagem de conceitos pelos alunos. Essa etapa envolve procedimentos específicos para a criação do modelo matemático. Primeiramente, faz-se a interação, na qual ocorre uma apresentação sucinta do tema. Nesse momento, os estudantes reconhecem a situação-problema para se familiarizar com a proposta. O próximo passo envolve a formulação e a resolução do problema. É nessa fase que o problema é analisado à luz da linguagem matemática, exigindo do aluno criatividade, intuição e experiência. Para completar esse processo do desenvolvimento, é realizada uma avaliação interpretando o modelo matemático criado, a fim de analisar as implicações da solução encontrada. A partir disso, verifica-se se o modelo é adequado e relevante para a solução do problema.

A próxima fase da dinâmica da Modelagem Matemática é a orientação de modelagem. Nesse estágio, efetua-se o acompanhamento e orientação da atividade para conduzir os alunos para a aplicação do modelo a outras situações, o que favorece o contato com outros conteúdos matemáticos e orienta os estudantes a aprofundar seu conhecimento. A duração dessa fase depende do tempo disponível para desenvolvê-la.

A quinta e última etapa consiste na avaliação do processo, em que o professor pode adotar critérios objetivos e subjetivos para avaliar o nível de aprendizagem dos

alunos. Assim, é possível verificar, por exemplo, a aquisição do conhecimento matemático, a produção do modelo e a extensão e aplicação do conhecimento pelos estudantes. A avaliação é relevante não apenas para a verificação da aprendizagem, mas também para que o professor possa redirecionar seu trabalho a partir dos resultados alcançados.

Com a aplicação da Modelagem Matemática, os conteúdos matemáticos passam a ter mais significado para os alunos, uma vez que a atividade parte de situações reais do seu cotidiano. Além disso, eles se envolvem ativamente, pois têm a possibilidade de resolver problemas que eles mesmos propuseram. Diante disso, ao propiciar o desenvolvimento de um trabalho baseado na resolução de uma situação-problema derivada da realidade, a Modelagem Matemática pode colaborar com a aquisição de habilidades de raciocínio, bem como estimular a capacidade crítica e criativa dos estudantes.

3.2 SALA DE AULA INVERTIDA

No processo educativo, é comum que as aulas obedeçam a um roteiro de exposição do conteúdo, realização de exercícios e avaliação, com o propósito de promover o mínimo de aprendizagem. Entretanto, tal metodologia pode se tornar maçante, dispersar a atenção e o interesse do aluno e ter pouco êxito no que diz respeito ao aprendizado significativo. Com o propósito de modificar essa estrutura, a estratégia da Sala de Aula Invertida – SAI surge como uma alternativa que permite ao aluno deixar de ser um mero receptor de informações para ser protagonista e responsável por seu aprendizado, com o apoio das tecnologias.

De acordo com Rocha e Farias (2020, p. 77) nessa metodologia ativa,

as instruções dos conteúdos se realizam fora da sala de aula por meio de vídeos-aula, leituras e outras mídias, sendo o tempo de sala de aula liberado para realização de atividades ativas, nas quais os alunos praticam e desenvolvem o que aprenderam com o auxílio e supervisão do professor.

Bacich e Moran (2018) alertam, porém, que não se pode ter uma visão reducionista da aula invertida em que os alunos assistem vídeos explicativos antes de realizar atividades presenciais. Os autores ponderam que essa é apenas uma das configurações possíveis. Os estudantes também podem realizar pesquisas e projetos para conhecer um determinado assunto e, posteriormente, aprofundar seu conhecimento por meio de atividades supervisionadas.

A inversão de papéis proposta nessa metodologia, como esclarecem Lima, Souza e Sitko (2021, p. 6), é interessante porque permite que o aluno tenha um suporte pedagógico mais efetivo. O professor pode dedicar uma parcela maior das aulas para a resolução de dúvidas, tanto individualmente como coletivamente, principalmente nas aulas de Matemática.

A proposta, em consonância com o que Moran (2014) afirma, é baseada no ensino híbrido, que combina momentos *on-line* (virtual) e *off-line* (presencial) com o apoio de tecnologias. Ainda nesse sentido, o autor apresenta algumas ferramentas tecnológicas que podem ser utilizadas, como *blogs*, *podcasts*, jogos digitais, *streamings* de vídeos, entre outras.

Como vantagens da aula invertida, Rocha e Farias (2020) listam a otimização do tempo, maior participação em sala de aula, maior possibilidade de aprendizagem, incentivo ao protagonismo e responsabilidade do estudante, e utilização de tecnologias e materiais extras.

Antes de implementar a aula invertida, o professor precisa selecionar o ambiente virtual mais adequado à estratégia, que possibilitará momentos de investigação, comunicação e cooperação. Além disso, é importante planejar bem a atividade para que haja correspondência entre o conteúdo a ser estudado, os materiais de pesquisa prévia e os objetivos de aprendizagem. Conforme Rocha e Farias (2020, p. 77), é nesse momento que “o professor deve fazer o planejamento do conteúdo das aulas e como serão passados aos alunos, decidindo quais partes do conteúdo serão passados para o estudo extra sala de aula e quais atividades serão feitas em sala de aula”.

Lima, Souza e Sitko (2021) enumeram três etapas que devem ser seguidas na utilização da sala de aula invertida, quais sejam: contato prévio com o conteúdo, encontro presencial e avaliação e consolidação da aprendizagem.

Figura 5: Etapas da sala de aula invertida



Fonte: elaborado pelos autores com fundamento em Lima, Souza e Sitko (2021).

As autoras explicam que, em um primeiro momento, o professor deve propor uma situação para que os alunos façam pesquisas e tenham contato com o conteúdo antes da aula. Essa interação prévia com o assunto acontece virtualmente e pode ser feita por meio de diferentes recursos, como vídeos, *podcasts*, textos, entre outros. Para Bacich e Moran (2018), nessa fase do trabalho, os estudantes pesquisam as informações básicas sobre um tema ou problema para que seus conhecimentos prévios sejam ampliados com as referências disponibilizadas pelo professor.

A segunda etapa da aula invertida corresponde ao encontro presencial, onde o docente irá estimular a participação dos alunos em debates, de forma a socializar o que aprenderam, propor ideias para a resolução dos problemas e esclarecer dúvidas. Nesse sentido, Lovato, Michelotti e Loreto (2018) explicam que, nos momentos de encontro, podem ser realizadas atividades práticas, desafios, projetos e jogos, para que os estudantes aprendam ativamente e colaborativamente, respeitando seu próprio ritmo.

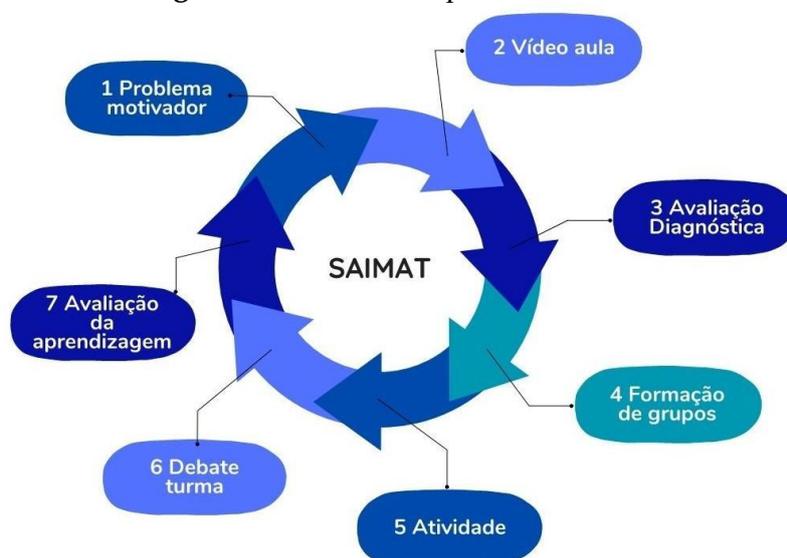
Por fim, na metodologia da sala de aula invertida, é previsto um momento para avaliação e consolidação da aprendizagem. De acordo com Lima, Souza e Sitko (2021), a aplicação de questionários, a observação do desenvolvimento do trabalho e relatórios

podem auxiliar nesse processo. Ademais, ao final das atividades, é necessário avaliar a contribuição dessa estratégia na consolidação da aprendizagem do aluno.

No que tange ao ensino da Matemática, a sala de aula invertida se mostra uma estratégia relevante para superar as possíveis limitações de uma aula tradicional, possibilitando que o aluno assuma um papel mais ativo na aprendizagem dos conteúdos matemáticos.

Em seus estudos, Matos (2018) desenvolveu uma proposta de ensino baseada na sala de aula invertida com o objetivo de promover a aprendizagem em Matemática. Diferentemente das etapas contidas na proposta original, o autor incluiu outros momentos que considerou importantes para otimizar e enriquecer o ensino e a aprendizagem dos conhecimentos matemáticos, resultando na Sala de Aula Invertida de Matemática (SAIMAT). A seguir, estão representadas as setes etapas propostas para a SAIMAT.

Figura 6: Ciclo de 7 etapas da SAIMAT



Fonte: elaborado pelos autores com fundamento em Matos (2018).

De acordo com a proposta de Matos (2018), é necessário começar fornecendo um contexto para o novo conteúdo. Portanto, é apresentado um problema motivador que pode auxiliar os estudantes na identificação de suas necessidades de aprendizado em relação ao assunto. O autor ressalta que o problema proposto deve ter uma solução viável e estar relacionado ao cotidiano dos alunos.

Em um segundo momento, o professor pode utilizar vídeos aulas para a devida apresentação e explicação dos conteúdos. Esses vídeos podem ser produzidos pelo próprio professor ou selecionados de plataformas da internet, e devem ser assistidos pelos alunos fora do horário de aula.

Após as duas primeiras etapas, passamos para a avaliação diagnóstica. Segundo a concepção de Matos (2018, p. 74), essa avaliação consiste em questões de múltipla escolha e deve ser realizada individualmente e sem consulta. Seu objetivo é verificar

quais conhecimentos básicos necessários para resolver o problema os alunos já dominam e identificar as principais dúvidas relacionadas ao tópico.

Na quarta etapa, propõe-se a formação de grupos heterogêneos compostos por alunos em diferentes estágios de aprendizagem do conteúdo. Isso viabiliza o trabalho coletivo visando a solução do problema proposto.

O momento da atividade, correspondente à quinta etapa da SAIMAT, pressupõe que os alunos, dentro dos grupos formados na etapa anterior, trabalhem de forma a auxiliar aqueles com mais dificuldades, trocando ideias e experiências entre si, proporcionando um ensino e aprendizagem mútuos. Conforme Matos (2018), o professor pode, nessa fase, observar o trabalho dos grupos e intervir pontualmente para contribuir com a dinâmica de aprendizagem.

A próxima etapa, denominada Debate Turma por Matos (2018, p. 82), ocorre no âmbito dos grupos ou envolvendo toda a turma. O objetivo desse momento é formalizar as propostas de solução para o problema e encontrar um ponto em comum entre elas. Essa etapa é uma excelente oportunidade para observar diferentes abordagens e soluções para o mesmo problema, contribuindo para consolidar tudo o que foi produzido até esse momento.

Por fim, para encerrar o ciclo da SAIMAT, é realizada a avaliação da aprendizagem. Conforme ponderado por Matos (2018), essa fase pode ser conduzida de forma interativa, utilizando plataformas que permitam a criação de testes avaliativos. O objetivo é verificar o progresso da aprendizagem em relação à avaliação diagnóstica realizada na etapa 3 da sala de aula invertida de matemática.

A proposta de ensino formulada por Matos (2018) mostra-se como uma alternativa interessante e viável para a aplicação dos conceitos da sala de aula invertida, especialmente por enfatizar a resolução de problemas como ponto de partida. Esse é um recurso importante para promover o ensino e a aprendizagem dos conhecimentos matemáticos. Além disso, a proposta fomenta o trabalho colaborativo, garantindo o sucesso não apenas dos alunos individualmente, mas também de toda a turma.

Cumprе ressaltar, no entanto, como alertado por Lima, Souza e Sitko (2021, p.6), que não há um método específico ou uma lista de verificação baseada na sala de aula invertida que garanta os resultados da aprendizagem. Entretanto, como afirmam os autores,

[...] inverter os papéis pode ser importante, de modo que aluno passa a ter um suporte pedagógico melhor nesse processo, à medida em que o professor dedica uma parcela maior das aulas para resolução de dúvidas coletiva ou individualmente, sobretudo na Matemática, que é uma disciplina dita complexa por grande parte dos alunos da Educação Básica.

Bacich e Moran (2018) afirmam que a sala de aula invertida é uma estratégia ativa e híbrida que otimiza o tempo de aprendizagem tanto para os alunos quanto para os professores. Segundo os autores, para que essa metodologia seja bem-sucedida, é necessário uma mudança cultural por parte de todos os envolvidos no processo

educativo, incluindo professores, alunos e pais, a fim de compreender e aceitar a proposta. Além disso, é importante priorizar a escolha de materiais de qualidade para o estudo prévio do assunto e acompanhar o progresso do aluno, a fim de selecionar as técnicas mais adequadas a serem realizadas nos momentos presenciais.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal deste trabalho foi apresentar estratégias que possam auxiliar os professores a tornar as aulas de Matemática mais dinâmicas, atrativas e relevantes para os alunos. O intuito é capacitar os alunos a se tornarem protagonistas de sua própria aprendizagem, conscientes do processo de aprendizado e com habilidades para aprender a aprender. Em um mundo em constante mudança, onde a proatividade é cada vez mais valorizada, é necessário superar as dificuldades e abandonar práticas de ensino centradas na mera transmissão de conteúdos e treinamento.

Diante dessa demanda, estratégias baseadas na metacognição, em que os estudantes adquirem conhecimento sobre os processos cognitivos e metacognitivos envolvidos na aprendizagem, e aulas fundamentadas em metodologias ativas de aprendizagem surgem como uma possibilidade para que o professor oriente sua prática pedagógica de forma mais eficaz.

Ao utilizar metodologias ativas, é essencial que o professor esteja atento a alguns requisitos. Isso inclui estudar e conhecer a estratégia a ser utilizada, planejar a ação de acordo com os objetivos estabelecidos, definir os materiais necessários e o tempo disponível para o trabalho, garantir a participação ativa dos alunos e avaliar o alcance da proposta, tanto em relação aos objetivos estabelecidos quanto ao aprendizado dos estudantes. Dessa forma, o professor poderá obter o máximo dos benefícios que essas metodologias oferecem.

Algumas características fundamentais das metodologias ativas devem ser destacadas. Isso inclui o papel de mediação e facilitação desempenhado pelo professor, a valorização dos conhecimentos prévios dos alunos, a conexão dos conteúdos com o contexto real vivenciado pelos estudantes, além de estimular o protagonismo, a criatividade, a responsabilidade e a capacidade crítica dos alunos.

Conforme discutido neste estudo, a adoção de uma abordagem pedagógica baseada na metacognição e nas metodologias ativas requer uma mudança de postura tanto por parte dos professores quanto dos alunos. É necessário que ambos saiam da zona de conforto e se tornem parceiros na construção do conhecimento. Considerar os processos metacognitivos e implementar metodologias ativas pode trazer benefícios significativos para a aprendizagem em Matemática, tornando as aulas mais envolventes e conectadas com a realidade dos alunos.

Ao adotar essa abordagem, o aprendizado de Matemática adquire um sentido e significado para os estudantes, pois eles conseguem visualizar a aplicação prática do que estão aprendendo em sua vida cotidiana. Isso torna as aulas mais atrativas e relevantes, promovendo um maior engajamento e uma compreensão mais profunda dos conceitos matemáticos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. M. W.; ARAUJO, J. de L.; BISOGNIN, E. **Práticas de modelagem matemática na Educação Matemática**: relatos de experiências e propostas pedagógicas. Londrina: Eduel, 2015.

ANDRADE, C. R. dos S.; MARIHAMA, D. K. de A. Como as metodologias ativas contribuem no processo de transformação da educação?. *In*: LAMIM-GUEDES, V. (org). **Metodologias ativas**: diferentes abordagens e suas aplicações. São Paulo: Na Raiz, 2021. p. 10-22.

ARAUJO, J. de L. Uma perspectiva de modelagem segundo a Educação Matemática Crítica. *In*: OLIVEIRA, C. C.; MARIM, V. **Educação Matemática**: contextos e práticas docentes. Campinas: Alínea, 2010. p. 101-108.

BACICH, L.; MORAN, J. **Metodologias ativas para uma educação inovadora**: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018.

BEBER, B.; SILVA, E. da; BONFIGLIO, S. U. Metacognição como processo da aprendizagem. **Revista Psicopedagogia**, São Paulo, v. 31, n. 95, p. 144-151, 2014. Disponível em: <https://www.revistapsicopedagogia.com.br/detalhes/74/metacognicao-como-processo-da-aprendizagem>.

BEHRENS, M. A. Projetos de aprendizagem colaborativa num paradigma emergente. *In*: MORAN, J. M; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. Campinas: Papirus, 2014. p. 73-140.

BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Semina**: Ciências Sociais e Humanas, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.5433/1679-0383.2011v32n1p25>.

BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. **Modelagem matemática no ensino**. São Paulo: Contexto, 2018.

BLAKEY, E.; SPENCE, S. Developing metacognition. **ERIC Clearinghouse on Information Resources**, Syracuse, ED327218, nov. 1990. Disponível em: <https://eric.ed.gov/?id=ED327218>.

CORDEIRO, E. M.; OLIVEIRA, G. S. de; MALUSÁ, S. Prática Pedagógica de Matemática nos primeiros anos do Ensino Fundamental. *In*: OLIVEIRA, G. S. (Org.). **Metodologia do ensino de Matemática nos primeiros anos do ensino fundamental**. Uberlândia: Fucamp, 2016. p. 25-56.

COSTA, F. de A. Ensino de Matemática por meio da Modelagem Matemática. **Revista Ensino da Matemática em Debate**, São Paulo, v. 3, n. 1, p. 58-69, 2016. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/emd/article/view/29005>.

DIESEL, A.; BALDEZ, A. L. S.; MARTINS, S. N. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **Revista Thema**, Pelotas, v. 14, n. 1, p. 268-288, 2017.

FRANK, M.; ROGERS, C. R. *In*: FRANK, M. **Skinner x Rogers**. São Paulo: Summus, 1978. p. 121-186.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

JOU, G. I. de; SPERB, T. M. A metacognição como estratégia reguladora da aprendizagem. **Psicologia: Reflexão Crítica**, Porto Alegre, v. 19, n. 2, p. 177-185. 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-79722006000200003>.

LIMA, P. H.; CABRAL, L. F.; SILVANO, A. M. C. Análise das principais metodologias ativas utilizadas no ensino de Matemática na Educação Básica: um estudo bibliográfico. **REAMEC**, Cuiabá, v. 9, n. 2, e21056, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.26571/reamec.v9i2.12530>.

LIMA, V. R.; SOUSA, E. F. P.; SITKO, C. M. Active learning methodologies: flipped classroom, peer instruction and the simulated jury in teaching Mathematics. **Research, Society and Development**, São Paulo, v. 10, n. 5, p. e2810514507, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i5.14507>.

LOVATO, F. L.; MICHELOTTI, A.; LORETO, E. L. da S. L. Metodologias Ativas de Aprendizagem: uma breve revisão. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 20, n. 2, p. 154-171. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.17648/acta.scientiae.v20iss2id3690>.

MATOS, V. C. **Sala de aula invertida**: uma proposta de ensino e aprendizagem em matemática. 2018. 142 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática), Instituto de Ciências Exatas, Universidade de Brasília, Brasília, 2018. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/34987>.

MORAN, J. M. Ensino e aprendizagem inovadores com apoio de tecnologias. *In*: MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. Campinas: Papirus, 2014. p. 11-72.

MOREIRA, M. A. A teoria da Aprendizagem significativa de Ausubel. *In*: MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: EPU, 2004. p. 151-165.

NACARATO, A. M.; MENGALI, B. L. da S.; PASSOS, C. L. B. **A Matemática nos anos iniciais do ensino fundamental**: tecendo fios do ensinar e do aprender. Belo Horizonte: Autêntica, 2017.

PAIVA, T. Y. **Aprendizagem ativa e colaborativa**: uma proposta de uso de metodologias ativas no ensino da Matemática. 2016. 55 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática), Departamento de Matemática, Instituto de Ciências Exatas, Universidade de Brasília, Brasília, 2016. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/21707>.

PUPO, A. J. I.; PINEDA, I. A. S. **Estrategias metacognitivas en la resolución de problemas matemáticos**. Montería, Colombia: Fondo editorial Universidad de Córdoba, 2011.

ROCHA, C. J. T. da; FARIAS, S. A. de. Metodologias ativas de aprendizagem possíveis ao ensino de Ciências e Matemática. **REAMEC**, Cuiabá, v. 8, n. 2, p. 69-87, 2020. Disponível em <https://doi.org/10.26571/reamec.v8i2.9422>.

SKOVSMOSE, O. **Desafios da reflexão em educação Matemática crítica**. Campinas: Papirus, 2008.

SOARES, C. **Metodologias ativas**: uma nova experiência de aprendizagem. São Paulo: Cortez, 2021.

SOUZA, S. C. de; DOURADO, L. Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP): um método de aprendizagem inovador para o ensino educativo. **HOLOS**, Natal, v. 5, n. 1, p. 182-200, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.15628/holos.2015.2880>.

ZANESCO, M. L.; MARIHAMA, D. K. de A. O professor mediador e as metodologias ativas. In: LAMIM-GUEDES, V. (org). **Metodologias Ativas**: diferentes abordagens e suas aplicações. São Paulo: Na Raiz, 2021, p. 35-54.