

DAS PRÁTICAS EM SALA DE AULA COM MODELAGEM MATEMÁTICA SIGNIFICATIVA CRÍTICA*CLASSROOM PRACTICES WITH CRITICAL MEANINGFUL MATHEMATICAL MODELING**PRÁCTICAS DE AULA CON MODELACIÓN MATEMÁTICA CRÍTICA SIGNIFICATIVA*

LUIS CARLOS DOS SANTOS MOURA JUNIOR¹
 DEIVE BARBOSA ALVES²

RESUMO

A presente pesquisa aborda a estratégia de ensino chamada Modelagem Matemática, em conjunto com a teoria cognitivista da Aprendizagem Significativa e da Aprendizagem Significativa Crítica, esta última conhecida por considerar os conhecimentos prévios dos estudantes e seus olhares críticos no diálogo em sala de aula. Para tanto, objetivou-se compreender a Modelagem Matemática como método de Ensino e Aprendizagem Significativo e Crítico nas práticas cotidianas de estudantes do Assentamento Rio Preto/TO. Como delineamento metodológico, adotou-se a abordagem qualitativa e do Estudo de Caso, utilizando-se, para produção de evidências, do mapa conceitual, da observação participante e da entrevista, e para as análises foi empregada a Combinação de Padrão. Como resultados apontados, há a identificação da possibilidade de correlacionar a estratégia empregada em conjunto com a teoria, conduzindo a uma Aprendizagem Significativa e Crítica no ambiente escolar.

Palavras-chave: Modelagem Matemática Crítica. Educação Matemática Crítica. Aprendizagem Significativa Crítica. Aprendizagem Significativa. Ensino Fundamental.

ABSTRACT

This research addresses the teaching strategy called Mathematical Modeling, together with the cognitive theory of Meaningful Learning and Critical Meaningful Learning, the latter known for considering students' prior knowledge and their critical views in class-room dialogue. Therefore, the objective was to understand Mathematical Modeling as a Meaningful and Critical Teaching and Learning method in the daily practices of students from the Settlement Rio Preto/TO. As a methodological design, a qualitative and case study approach, using a conceptual map, participant observation and interview to produce evidence, and the Pattern Combination for the analyses. As results pointed out, there is the identification of the possibility of correlating the strategy employed in conjunction with the theory, leading to meaningful and critical learning in the school environment.

Keywords: Critical Mathematical Modeling. Critical Mathematics Education. Critical Meaningful Learning. Meaningful Learning. Elementary School.

RESUMEN

Esta investigación aborda la estrategia de enseñanza denominada Modelización Matemática, junto con la teoría cognitiva del Aprendizaje Significativo y el Aprendizaje Significativo Crítico, esta última conocida por considerar los conocimientos previos de los estudiantes y sus visiones críticas en el diálogo en el aula. Por lo tanto, el objetivo fue comprender la Modelización Matemática como un método de Enseñanza y Aprendizaje Significativo y Crítico en el cotidiano de los estudiantes del Asentamiento Rio Preto/TO. Como diseño metodológico, se adoptó un enfoque cualitativo y de

¹ Mestrando. Universidade Federal do Norte do Tocantins. E-mail: luis.moura@mail.uft.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3181-4360>.

² Doutorado. Universidade Federal do Norte do Tocantins. E-mail: deive@mail.uft.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0850-7362>.

estudio de caso, utilizando mapa conceptual, observación participante y entrevista para la producción de evidencias, y se utilizó la Combinación de Patrones para los análisis. Como resultados apuntaron, se identifica la posibilidad de correlacionar la estrategia empleada en conjunto con la teoría, conduciendo al Aprendizaje Significativo y Crítico en el ámbito escolar.

Palabras-clave: *Modelación Matemático Crítico. Educación Matemática Crítica. Aprendizaje Crítico Significativo. Aprendizaje Significativo. Enseñanza Fundamental.*

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Este artigo é derivado de uma pesquisa, desenvolvida no Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECim), da Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT).

Em seus estudos, Skovsmose (2001) esclarece que a Matemática pode ser utilizada para contribuir para a “ideologia da certeza”, promovendo um discurso em que ela é adotada para legitimar resultados e previsões como verdades absolutas, sem serem questionadas, no paradigma do verdadeiro-falso. Por isso, é importante tomar o cotidiano do estudante como assunto para diálogo em sala de aula, considerando suas experiências e opiniões, uma vez que “[...] a matemática poderia se tornar simplesmente uma maneira possível de olhar o fenômeno e não o caminho” (SKOVSMOSE, 2001, p. 133, grifo do autor).

Nesse sentido, utiliza-se da Modelagem Matemática (BIEMBENGUT; HEIM, 2000), em conjunto com a teoria cognitivista da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1963), e da Aprendizagem Significativa Crítica (MOREIRA, 2000), em que a realidade vivenciada pelo estudante, assim como suas experiências prévias, são trazidas para serem conversadas no ambiente escolar por intermédio da Matemática, apresentando as relações entre teoria e prática, por meio de atividades em que os conhecimentos são apresentados, (re)visitados, diferenciados e combinados para constituir uma Aprendizagem Significativa e Crítica.

Em relação à pergunta de pesquisa, tem-se: Como a Modelagem Matemática pode proporcionar um Ensino e Aprendizagem Significativo e Crítico nas práticas cotidianas de estudantes do Assentamento Rio Preto/TO? Para responder ao questionamento, o objetivo volta-se para compreender a Modelagem Matemática como método de Ensino e Aprendizagem Significativo e Crítico nas práticas cotidianas de estudantes do Assentamento Rio Preto/TO.

Como estratégia metodológica, utilizou-se da abordagem qualitativa (OLIVEIRA, 2007), e de um Estudo de Caso (YIN, 2015), para que o pesquisador possa identificar os aspectos subjetivos ao realizar a investigação em campo com os estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola do Projeto de Assentamento Rio Preto.

Para as análises das evidências construídas em campo, foi utilizada a Combinação de Padrão (SINKOVICS, 2018), em que são identificados o padrão teórico e o padrão de dados a serem combinados, auxiliando na validade da pesquisa.

No próximo tópico, o pesquisador apresenta alguns apontamentos teóricos que nortearam sua pesquisa sobre a Aprendizagem Significativa e Aprendizagem Significativa Crítica, a estratégia de ensino, Modelagem Matemática, e como elas podem dialogar entre si para o desenvolvimento de uma Aprendizagem Significativa e Crítica da Matemática para o estudante no ambiente escolar.

BREVES APONTAMENTOS: TAS, TASC E MODELAGEM

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) estabelece duas premissas básicas e norteadoras para a ocorrência de uma aprendizagem significativa: o estudante deve assumir a vontade de aprender, correlacionando os seus subsunçores, os conhecimentos prévios com os novos conhecimentos, de maneira não-arbitrária e não-literal; os materiais de aprendizagem devem ser potencialmente significativos, possuindo um significado lógico a ser relacionado com os conhecimentos do estudante e interagir com sua estrutura cognitiva, dando-o significado substancialmente relacionável (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1963; MOREIRA, 2006b).

Quando se fala em critérios de não-arbitrariedade e não-literalidade, significa: no primeiro, o novo conhecimento é relacionado na estrutura cognitiva do estudante para ser considerado relevante; no segundo, ocorre indicação de que o novo conhecimento deve ser interiorizado na estrutura cognitiva por meio do seu significado, não por imagens, palavras ou símbolos específicos usados para expressá-lo (MOREIRA, 1997).

Na TAS, são apresentados três tipos de aprendizagens que podem ocorrer com as subsunções na Aprendizagem Significativa, sendo elas: aprendizagem representacional, que consiste na compreensão dos significados dos símbolos ou do que eles representam; aprendizagem de conceitos, considerando a avaliação de conceitos, ideias unitárias, genéricas ou categóricas, para a interpretação dos símbolos; e, aprendizagem proposicional, que consiste em entender o significado de novas ideias e expressões por meio de proposições, não sendo totalmente relevante o que as palavras representam.

Como processo cognitivo para a organização dos subsunçores, é apresentada a aprendizagem superordenada e a aprendizagem combinatória, e nesta última, os subsunçores previamente aprendidos são intencionalmente relacionados para formar uma rede de conhecimento geral que seja relevante na estrutura cognitiva.

A organização e estruturação cognitiva desses conhecimentos ocorre por meio dos processos de subsunção, como a ancoragem, a subsunção obliteradora, o esquecimento, a diferenciação progressiva e reconciliação integradora.

Para a diferenciação progressiva, identifica-se como característica “[...] sistemas de rastreio de uma determinada esfera de conhecimento de regiões de maior para menor inclusão, cada uma ligada ao próximo passo superior na hierarquia através de um processo de subsunção [...]” (AUSUBEL, 1962, p. 216, tradução nossa), no qual os conceitos subsunçores são constantemente elaborados e modificados, adquirindo-se novos significados e ocorrendo uma diferenciação entre os conhecimentos novos e prévios.

Na reconciliação integradora, as novas informações são “[...] adquiridas e elementos existentes na estrutura cognitiva podem se reorganizar e adquirir novos significados” (MOREIRA, 2006a, p. 37), havendo uma recombinação entre os conhecimentos novos e prévios, o que conduz a uma elaboração de novos subsunçores por meio do reconhecimento das novas informações e do relacionamento com as anteriormente adquiridas.

Pelos estudos de Moreira (2000, 2006b, 2011), ao mesmo tempo que o estudante faz parte da sociedade, é necessário distanciar-se dela para não ser subjugado por suas crenças, ritos e ideologias, podendo realizar reflexões que conduzam a críticas sobre seu cotidiano e sua realidade.

Sendo assim, o autor apresenta a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica (TASC), em que há o desenvolvimento para o estudante de uma Aprendizagem Significativa e Crítica, em que o termo

“crítico” é aqui adotado com o sentido destacado por MOURA JUNIOR; ALVES (2022, p.6), relacionando-se com o intuito de

[...] indagar o que é apresentado, tanto em sala de aula quanto no cotidiano, de maneira a confrontar a realidade e os porquês de ser/ocorrer de tal forma. As indagações críticas buscam conduzir o estudante a uma postura não submissa em relação ao conhecimento, uma vez que ele se sente provocado a buscar respostas para estas inquietações, seja por meio de pesquisas e/ou interpretações da realidade.

Por essa perspectiva, é necessário o abandono de uma postura passiva do estudante em sala de aula, sendo indispensável que se realizem reflexões por meio de questionamentos da realidade e como busca por respostas que fundamentem ações.

Nesse sentido, Moreira (2000) aponta os princípios que norteiam a TASC, destacando-se: Princípio da interação social e do questionamento, é necessário que os estudantes realizem perguntas, promovendo o câmbio entre saberes para alçar novos conhecimentos e aferir o que está sendo conhecido; Princípio da não utilização do quadro-de-giz, o professor deve *dispor* de metodologias que conduzam a outros materiais além do quadro, promovendo a participação do estudante por meio do diálogo, comunicando seus conhecimentos com os outros, e permitindo o compartilhamento do aprendizado; e, Princípio do abandono da narrativa, a centralidade da fala não é inteirada somente no professor, uma vez que deve se voltar para os estudantes, como centro do ensino e aprendizagem, conduzindo ao diálogo em sala de aula, acerca de experiências, percepções e opiniões sobre os assuntos estudados.

A Modelagem Matemática possui como essência a realização de combinações entre os diversos conhecimentos, buscando compreender um fenômeno por meio de uma teoria, podendo ser matemática, iniciando através de um conjunto de ideias, estruturações, verificações e conclusões, ou considerações, para resolver uma situação-problema. (BIEMBENGUT; HEIM, 2000; BIEMBENGUT, 2016). Sendo assim, conclui-se que a Modelagem tem como objetivo aguçar os conhecimentos e os raciocínios matemáticos, assim como a criatividade, tomada de decisão, imaginação, reflexão e o desenvolvendo habilidades na resolução de problemas.

Como descrito por Biembengut e Heim (2000), a Modelagem ocorre em três etapas, a saber: Interação, na qual há necessidade de apresentar o fazer Modelagem para instigar a elaboração da situação-problema a ser investigada, com a realização de pesquisas para o levantamento de dados; Matematização, ou seja, a tradução da situação-problema em termos matemáticos, realizando a(s) hipótese(s) de solução e desenvolvimento de um modelo; e, Modelo Matemático, a validação do modelo matemático desenvolvido na etapa anterior, verificando com o investigado em quais implicações o modelo desenvolvido pode ser atribuído, examinando o quão significativo e relevante é em relação a situação-problema que o originou.

Percebe-se que a Modelagem objetiva extrair situações-problema do cotidiano, tendo como intuito “[...] transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real” (BASSANEZI, 2006, p. 16), por meio da criatividade, tomada de decisão e crítica. Ademais, a Modelagem se configura como uma proposta a ser investigada pelos professores em sala de aula, trazendo o estudante como autor do processo de aprendizagem, e se colocando como orientador dessa dinâmica, por meio da ação de transformar a matemática

acadêmica (científica), em uma matemática escolar, compreensível pelos estudantes, fortalecendo as relações entre aluno-aluno e professor-aluno (MOURA JUNIOR; BACURY, 2019).

Nesse cenário, correlacionar a teoria e a prática em ambientes e contextos reais dos estudantes, por meio da Matemática, valoriza seus conhecimentos obtidos fora da sala de aula e os trazem para serem dialogados em conjunto com o professor, contribuindo para identificar a Matemática como ferramenta a ser utilizada além do ambiente escolar.

Com base nas reflexões pretéritas, entende-se que a Modelagem pode ser correlacionada à TAS, pois o estudante “[...] deixa de ser um mero espectador para assumir a condição de sujeito ativo no processo de construção dos seus conhecimentos matemáticos” (SOUZA, 2021, p. 244), promovendo percepção, análises, reflexão, construção e criação de relações entre os conteúdos matemáticos e as experiências do seu cotidiano.

Conforme apresentado nos estudos de MOURA JUNIOR; ALVES (2022), a Modelagem também pode ser correlatada à TASC, almejando indagações e reflexões críticas incorporadas ao ambiente escolar, conduzida por uma estratégia de ensino que contribua para a aprendizagem crítica e reflexiva, uma vez que “[...] as atividades devem potencializar a reflexão sobre a matemática, a própria Modelagem e seu significado social”. (BARBOSA, 2001, p. 5).

Sendo assim, a Modelagem assume um olhar sociocrítico que interliga conhecimentos matemáticos e reflexões, e o ensino da Matemática oferece sentidos e significados duradouros aos estudantes que são encorajados a indagar a realidade na qual estão inseridos, pois o “[...] conhecimento reflexivo não significa subtrair os demais, mas subordiná-los ao propósito de analisar o papel da matemática nas práticas sociais”. (BARBOSA, 2003, p. 4).

A essa correlação entre as teorias da TAS e TASC em conjunto com a estratégia de Modelagem em sala de aula, e estando de acordo com os diálogos propostos com as literaturas desses dois segmentos, propomos o termo Modelagem Matemática Crítica, sendo a estratégia empregada pela Modelagem no âmbito escolar e direcionando os olhares aos fazeres cotidianos dos estudantes para serem problematizados em sala de aula, sendo permeado por reflexões, indagações e críticas que corroborem aos porquês do ser/fazer da situação-problema estudada, delineando o estudante como o foco do ensino e aprendizagem, utilizando da Matemática como ferramenta para os olhares investigativos.

Apresentada a base teórica da pesquisa, o próximo tópico traça a metodologia utilizada para a investigação, destacando a apreciação pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEP), e o cadastro na Plataforma Brasil de todos os documentos necessários para a sua avaliação. A pesquisa foi aprovada pelo CEP, conforme Parecer nº **5.349.057**.

A PERSPECTIVA METODOLÓGICA DA PESQUISA

A metodologia da investigação adotou uma abordagem que permite ponderar acerca da subjetividade e das características do ambiente, considerando a realização de práticas que visam verificar os aspectos humanos. Utilizou-se da abordagem qualitativa, que possui como foco o “[...] processo de reflexão e análise da realidade através da utilização de métodos e técnicas para compreensão detalhada do objeto de estudo em seu contexto histórico e/ou segundo sua estruturação” (OLIVEIRA, 2007, p. 37), correlacionando a sensibilidade e a intuição do pesquisador, quando ele está em campo.

Nesse contexto, buscou-se investigar situações reais com os estudantes em seus contextos, considerando suas perspectivas, vivências, conhecimentos e dizeres, para serem analisados e trazidos

para a constituição da pesquisa. Nesse sentido, o Estudo de Caso foi adotado por ser uma investigação empírica que “[...] 1. Investiga um fenômeno contemporâneo (o “caso”) em profundidade e em seu contexto de mundo real, especialmente quando; 2. Os limites entre o fenômeno e o contexto puderem não ser claramente evidentes” (YIN, 2015, p. 7), por meio do qual o pesquisador estude fenômenos sociais, sendo que “[...] um caso representa um fenômeno espacial e temporalmente delimitado de importância teórica” (GERRING, 2019, p. 68, grifo do autor).

Assim sendo, a pesquisa teve uma abordagem qualitativa e educacional, possuindo a natureza de um “[...] sentido mais abrangente: o de focalizar um fenômeno particular, levando em conta seu contexto e suas múltiplas dimensões. Valoriza-se o aspecto unitário, mas ressalta-se a necessidade da análise situada e em profundidade”. (ANDRÉ, 2013, p. 97, grifo do autor).

Com o intuito de combinar a metodologia com a Modelagem, Ponte (2006) relata que o Estudo de Caso procura investigar as práticas que envolvem os processos de conhecimento e de aprendizagem dos estudantes, e as práticas do pesquisador são conduzidas a esse sentido, uma vez que a pesquisa deve ser investigativa e exploratória, pois se deseja obter informações sobre o objeto de estudo.

Yin (2015) explica que a meta de um Estudo de Caso é coletar, apresentar e analisar corretamente os dados, tornando uma pesquisa tangível em que as evidências possuem uma ordem lógica que as vincula às considerações e questões iniciais do estudo.

Em complemento, sugere-se a utilização de mais de um instrumento para produção de evidências, o que evidencia um ponto forte dessa metodologia, uma vez que há liberdade para utilizar outros instrumentos que contribuam com a investigação, suscitando o aspecto da autonomia do pesquisador em campo. (YIN, 2015). Nesse contexto, foram utilizados três instrumentos de produção de evidências, quais sejam: observação participante, entrevista e mapa conceitual, com destaque para o último.

O mapa conceitual é essencial em pesquisas que estudam a Aprendizagem Significativa na TAS, sendo desenvolvido como “[...] ferramentas gráficas para a organização e representação do conhecimento”. (NOVAK; CAÑAS, 2010, p. 10). Seu objetivo é de “[...] representar relações significativas entre conceitos na forma de proposições” (NOVAK; GOWIN, 1984, p. 31), e as proposições consistem em dois ou mais termos conceituais ligados por palavras, palavra de ligação, de modo a formar uma unidade semântica na qual os conceitos são definidos como uma “[...] regularidade percebida em eventos ou objetos, designada por um rótulo” (NOVAK; CAÑAS, 2010, p. 10).

Esses mapas conceituais são diagramas que hierarquizam os conceitos, do mais inclusivo ao mais específico, sendo interligados por proposições que denotam as suas relações. Apesar de não ser uma regra, o mapa conceitual é elaborado de modo que os conceitos sejam estabelecidos dentro de círculos, ou quadriláteros, e interligados por preposições em linhas, sendo ou não indicadas por setas, e a hierarquia, iniciada na parte superior do mapa, significa os conceitos mais inclusivos, e, na parte inferior, os conceitos mais específicos.

A hierarquia dos conceitos possui uma nomenclatura, em que o conceito principal, o que se encontra no topo, é chamado de conceito chave, regendo o tema principal do mapa conceitual, e logo abaixo se encontram os chamados conceitos gerais, que advém do conceito chave, delimitando-o. Os outros conceitos são classificados por seus níveis de relevância na estrutura cognitiva do estudante, e interligados por palavras de ligação (NOVAK; GOWIN, 1984).

De acordo com Moreira (2012a), o mapa conceitual não precisa seguir rigidamente um modelo, mas é importante ficar claro quais conceitos são importantes, quais são secundários, gerais e específicos, interligados por proposições que demonstrem que há uma relação entre eles. “O importante é que o mapa seja um instrumento capaz de evidenciar significados atribuídos a conceitos e relações

entre conceitos no contexto de um corpo de conhecimentos, de uma disciplina, de uma matéria de ensino” (MOREIRA, 2012a, p. 2).

Para tanto, identifica-se a essencialidade da utilização dos mapas como instrumentos de produção de informações, empregados na primeira etapa dessa investigação, assim como nos processos finais, a fim de identificar os conhecimentos prévios dos estudantes e aferir uma aprendizagem mais diretiva com o objetivo do estudo.

O delineamento da pesquisa ocorreu em três partes: o *locus* da investigação; critério para seleção dos estudantes; e, apresentando o caso a ser estudado. Como *locus*, as práticas de investigação foram realizadas em uma escola, localizada no Projeto de Assentamento Rio Preto, pertencente ao município de Araguaína/ TO, onde a sustentabilidade dos moradores se dá por meio de “[...] atividades agrícolas, como plantio de mandioca para produção de farinha, criação de bovinos, suínos e aves, dentre outros” (SILVA, 2018, p. 29), sendo que parte dessas produções são para consumo próprio, além do cultivo, em sua maior parte, de milho, farinha, feijão e arroz.

A permanência do pesquisador em campo foi de quatro meses, de março a junho de 2022, vivenciando o cotidiano do local de pesquisa, estabelecendo conversas informais com moradores e membros da Escola³ para fins de conhecer o local e fazeres, permitindo a identificação de possibilidades para as práticas de investigação com a Modelagem em conjunto com a TAS e TASC. As atividades na Escola foram desenvolvidas em 29 encontros, com duração de 1h/aula cada.

Como critério de seleção, foi escolhido trabalhar com estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental, pois “tanto maior o conhecimento matemático, maiores serão as possibilidades de resolver questões que exijam uma matemática mais sofisticada” (BIEMBENGUT; HEIM, 2000, p. 12), sendo positivo ter um maior leque de possibilidades e de conteúdos matemáticos para serem trabalhadas em sala de aula.

Com a série escolhida, foi realizado o convite para que os estudantes participassem voluntariamente da pesquisa, que foi apresentada junto ao esclarecimento de dúvidas em relação a sua realização.

Para o critério de inclusão e exclusão, indicado na Tabela 1, resultou em oito estudantes voluntários, identificados como E1, E2, E3, E5, E6, E7 e E8.

Tabela 1 - Critérios de escolha e inclusão.

Critério de escolha	Critérios de exclusão
- Estar regularmente matriculado no 9º ano do E.F. da Escola.	- Não desejar participar da pesquisa
- Concordar em participar voluntariamente da pesquisa	- Não apresentar os documentos devidamente assinados (TALE e TCLE)
	- Desistência em participar da pesquisa

Fonte: construção do autor.

Em relação ao Estudo de Caso realizado, Yin (2015) acrescenta que é preciso definir e delimitar o caso, com base na fundamentação teórica utilizada, sendo ele uma entidade bem definida e necessariamente inserida em seu contexto, em que “[...] é sempre preciso dar atenção à sua história (o modo como se desenvolveu) e ao seu contexto (os elementos exteriores, quer da realidade local, quer de natureza social e sistêmica que mais o influenciaram)” (PONTE, 2006, p. 5).

Para este autor, também é esclarecido que “um estudo de caso visa conhecer uma entidade bem definida como uma pessoa, uma instituição, um curso, uma disciplina, um sistema educativo,

³ Por questões éticas, denotaremos a escola em que a pesquisa foi realizada pelo nome Escola.

uma política ou qualquer outra unidade social”. De acordo com o objetivo mediado pela Modelagem, TAS e TASC, definiu-se **A Modelagem Matemática desenvolvida pelos estudantes na Escola do Assentamento Rio Preto, Araguaína/TO** como o caso a ser estudado.

Por sua vez, Yin (2015, p. 58) afirma que “o mesmo estudo de caso único pode envolver unidades de análise em mais de um nível. Isso ocorre quando, em um caso único, a atenção também é dirigida a uma subunidade ou mais [...]”, o que o caracteriza como sendo do tipo integrado, denotando duas Unidades de Análise Integradas (UAI) para a presente pesquisa: a primeira, A Modelagem Matemática do Grupo Milho; a segunda, A Modelagem Matemática do Grupo Farinha.

Portanto, essas serão as UAI a serem trabalhadas de acordo com as evidências produzidas em campo, sendo analisadas de acordo com a Combinação de Padrão, ressaltando que para este artigo, somente a primeira será apresentada, uma vez que a segunda ainda se encontra em fase de construção.

Para análise dos resultados obtidos, utilizou-se como método principal a Combinação de Padrão, que consiste em comparar um padrão fundamentalmente empírico com outro de base prognóstica, e caso os padrões coincidam, ou se assemelhem, os resultados ajudam o Estudo de Caso a reforçar a validade interna da pesquisa (YIN, 2015).

Para a utilização dessa técnica, Sinkovics (2018) apresenta direcionamentos para a Combinação de Padrão em estudos de abordagem qualitativa, em que o seu emprego é útil em vários níveis, “em primeiro, visa exteriorizar modelos mentais implícitos e suposições, tanto quanto possível. [...]”.

Em segundo lugar, a combinação de padrão requer contextualização meticulosa, formulação teórica clara, bem como operacionalização detalhada e precisa” (SINKOVICS, 2018, p. 468, tradução nossa), conduzindo no auxílio para a compreensão do pensamento investigativo indicado pelos direcionamentos das conclusões alcançados pelo pesquisador, que necessita de uma teoria acurada e metodologia alinhada aos objetivos propostos.

Fundamentalmente, a combinação de padrão envolve a comparação de um padrão teórico previsto com um padrão empírico observado. A suposição subjacente é que os seres humanos dão sentido ao mundo comparando o que observam externamente com modelos mentais internos (SINKOVICS, 2018, p. 468, tradução nossa).

Com base nestes argumentos, entende-se que a Combinação de Padrão surge a partir da junção de um padrão teórico com um padrão de dados, ou observado, sendo eles advindos do Reino Teórico e Reino Observacional, respectivamente, onde a mente humana busca identificar a correlação de complementariedade entre eles.

Para a categoria de aplicação, verifica-se a Combinação de Padrão Parcial como constituinte nessa pesquisa, estabelecendo em uma abordagem que advém do Reino Teórico para o Reino Prático, ou vice-versa, auxiliando o pesquisador a buscar e reconhecer os aspectos teóricos da pesquisa, uma vez que “a organização da trajetória de análise dos dados parte do conhecimento e aproximação com a teoria, que possibilita ao pesquisador a formulação e ressignificação de conceitos acerca do pressuposto teórico que lhe presta apoio” (SANTOS, 2021, p. 78), sendo importante para que o investigador identifique os aspectos práticos das suas metodologias em campo.

Para o Reino Observacional, as práticas do pesquisador em campo, e com o auxílio dos instrumentos para a produção de evidências, posteriormente organizados para as análises, conduzem a identificação de um padrão observado. Essa conversação entre os dois padrões, teórico e observado, resulta na Combinação de Padrão.

Desta maneira, correlaciona-se o observado a partir das práticas do Estudo de Caso em campo, utilizando a Modelagem como padrão observado e da TAS e TASC como os padrões teóricos, desenvolvendo olhares para identificar como essa relação pode ser trabalhada com estudantes em sala de aula a partir das observações, dos mapas conceituais construídos e das entrevistas analisadas.

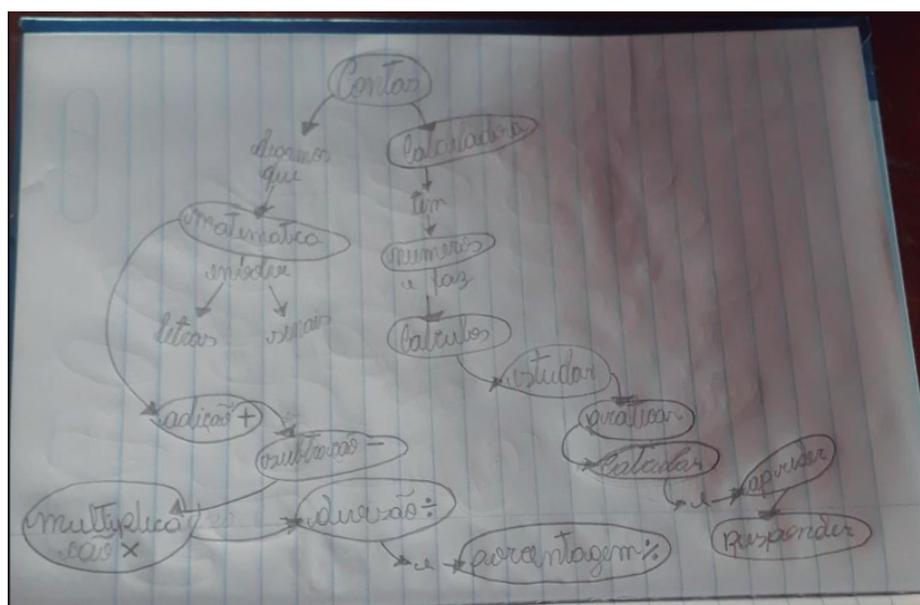
Portanto, as análises partirão das práticas de campo utilizando a Modelagem a partir de suas etapas, Interação, Matematização e Modelo Matemático, que foram realizadas pelos estudantes para o desenvolvimento da TAS e TASC. A partir dessas diretrizes, apresenta-se a seguir os encaminhamentos das análises de investigação realizada com oito estudantes da Escola.

APRESENTANDO OS RESULTADOS PARCIAIS

Como procedimento inicial, foi realizada uma oficina pedagógica com os estudantes, de maneira prática e em grupo, para o entendimento da estrutura e construção de mapas conceituais.

A partir desses procedimentos iniciais, ocorreu a realização do mapa conceitual com o tema “matemática”, conforme representação na Figura 1.

Figura 1 - Mapa conceitual inicial.



Fonte: construção do autor.

A partir dessa leitura, é interpretado que há uma postura submissa dos estudantes perante a Matemática, não expondo correlações com o seu cotidiano ou alguma prática, sendo estruturada em uma abordagem de enunciado - demonstração - aplicação.

Essas informações são importantes para dar os direcionamentos necessários para as ações do pesquisador, tendo em vista à TAS e TASC a ser desenvolvida, levando a estruturação dos procedimentos de Modelagem, divididas em Interação, Matematização e Modelo Matemático realizados com os estudantes E1, E3, E4 e E6 e demonstrados a seguir.

Interação

De acordo com Biembengut e Heim (2000), a etapa de Interação proporciona a apresentação da Modelagem como um todo para o estudante, conduzindo-o para a elaboração de uma situação-problema, e assim, realizando pesquisas sobre o tema levantado.

Para a atividade inicial, a Modelagem é exposta para os estudantes, propiciando o entendimento de quais são os caminhos a serem realizados, assim como suas etapas, convidando-os a apresentar questões do seu cotidiano para reflexão.

Como retorno, duas questões apresentaram o tema de plantação de milho, e ao serem perguntados acerca do motivo de a terem escolhido, os estudantes responderam que eles e seus familiares realizam essa prática, assim como a silagem, que é a trituração de várias plantas de milho para serem fermentadas, armazenadas e utilizadas como alimentação para os animais durante a estiagem.

A ação de trazer a realidade para a sala de aula para ser dialogada com os conhecimentos matemáticos, por meio da Modelagem, aponta o fio condutor para a TAS e TASC, auxiliando a produção de uma Aprendizagem Significativa e Crítica, considerando visões e experiências que são discutidas em conjunto com o professor (MOREIRA, 2000).

Posteriormente, foi necessário realizar investigações para o entendimento do tema levantado, orientando os estudantes para conversarem com seus familiares, registrando as informações em seus cadernos, assim como a socialização das informações com o grupo a partir das informações coletadas, tais como: a época da semeadura e da colheita; a distância entre as plantas; e, a distância entre as “ruas”.

Em relação à esse último, significa a distância de uma fileira de plantas para a outra, para que possuam espaçamento suficiente para seu desenvolvimento, assim como para que o produtor possa andar por entre elas e realizar sua limpeza e manutenção.

Com o intuito de proporcionar uma melhor compreensão do tema, foi realizada uma prática de campo, chamada de “interação de plantação”, em que os estudantes apresentam ao pesquisador como é realizada a plantação de milho, denotando as distâncias entre as plantas e entre as “ruas”.

O intuito é entender como eles realizam as práticas de plantação de milho no cotidiano, sendo que essa interação de plantação buscou verificar como os moradores do assentamento medem as distâncias de uma planta para outra, e entre as “ruas”.

Em sua realização, os estudantes foram indagados sobre a distância entre as plantas, sendo elas maiores ou menores ao valor especificado anteriormente, ocorrendo reflexões entre eles, e assim, ocorrendo a apresentação de seus conhecimentos prévios para responderem às inquietações levantadas, que por sua vez, conduziram a conversações entre aluno-aluno e professor-aluno.

Tais observações iniciais “[...] podem ser melhor aprendidas significativa e criticamente quando da promoção de atividades específicas que exercitem a capacidade de argumentação dos discentes e aumentem as possibilidades de geração de novas ideias e formas de pensamento” (SANTOS; RODRIGUES, 2017, p. 3), e essas práticas podem trazer a realidade e a experiência para serem dialogadas e problematizadas no ambiente escolar.

Houve também uma nova informação, a silagem produzida por um dos estudantes é utilizada para consumo próprio e venda do excedente, o que resultou em uma conversão para reescrever a questão inicial da seguinte forma: Qual o lucro a ser obtido após a elaboração de silagem do milho?

A partir dessa delimitação, foram realizadas pesquisas e coleta de informações adicionais, tais como os custos necessários para a produção do milho, sendo identificados gastos com aluguel do

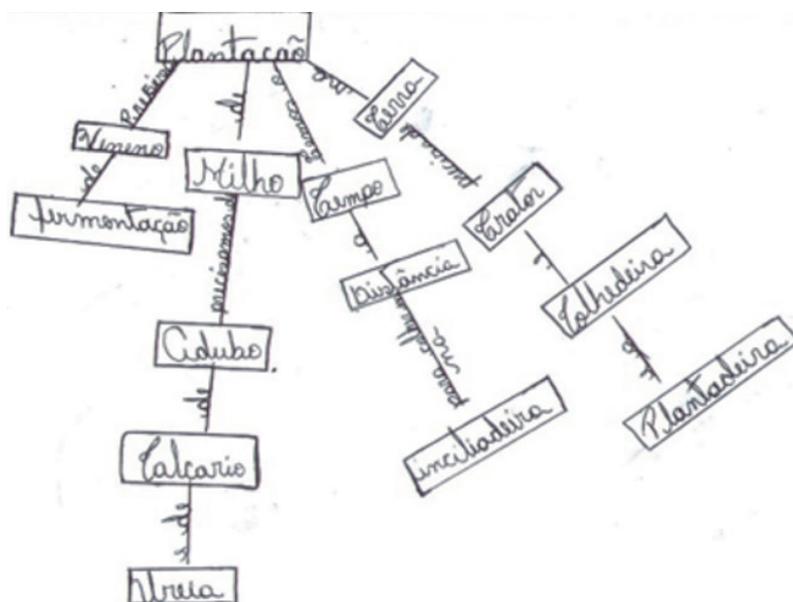
trator, inseticida, produto para a fermentação e material para o empacotamento e armazenamento, além do valor cobrado para a venda da silagem. Como auxílio, essas pesquisas foram realizadas junto ao órgão governamental competente, chamado de Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA).

Com estas informações, houve a sua organização em uma tabela para melhor identificação e análise, e assim, dirigidos para a próxima etapa da Modelagem, após a elaboração de um novo mapa conceitual.

Matematização

Para registrar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o tema “plantação de milho”, solicitou-se a elaboração de um novo mapa conceitual, realizado em grupo, como apresentado na Figura 2.

Figura 2 - Mapa conceitual sobre plantação de milho.



Fonte: construção do autor.

Ao ser analisado, é identificado que cada segmento a partir do conceito chave representa detalhes dos quatro estágios para a plantação de milho e silagem (“veneno”, “milho”, “tempo”, “terra”), referentes ao: tratamento que ocorre antes de plantar; o processo de semeadura; a espera para germinação; e, o recolhimento da planta de milho para a silagem.

Por meio dessa leitura, identifica-se os conhecimentos que os estudantes possuem sobre a plantação de milho e de silagem, e como os seus conceitos são interligados e dão sustentação para outros conhecimentos, base que servirá para o pesquisador identificar e correlacionar os saberes matemáticos (NOVAK; GOWIN, 1984).

Após a construção desse mapa conceitual, iniciou-se a etapa de Matematização, que trata da tradução da situação-problema em termos matemáticos, do entendimento sobre o tema para que possa realizar as abstrações matemáticas e da correlação com a questão proposta, havendo combinações e recombinações dos dados levantados, sendo necessária uma formulação explícita das variáveis, a elaboração das hipóteses e da construção do modelo matemático.

Os estudantes foram provocados a pensar a respeito de quais informações são importantes para a resolução da situação-problema, identificando a: distância entre plantas, distância entre as fileiras; peso médio de uma planta de milho verde; valor médio da venda de milho-verde na silagem; e, custo médio de áreas irrigadas.

Uma vez considerada a área para plantação como variável, perguntou-se qual o local a ser utilizado para a plantação, sendo determinado o campo de futebol da Escola em sua totalidade, e como sua área representa um quadrilátero irregular, o conhecimento matemático para mensurar sua área foi utilizado. O pesquisador avaliou ser favorável trazer para a sala de aula os conhecimentos de cálculo de área realizado pelos moradores do assentamento, chamada de cubação de terra.

A cubação de terra é uma prática utilizada pelos moradores do Assentamento Rio Preto, e das redondezas, para calcular áreas de terrenos que possuem quatro lados, realizada da seguinte maneira: primeiro, todos os quartos lados são medidos com o auxílio de varinhas com uma corda de medida específica, em metro ou em braça (2,2m); as medições são anotadas e é realizada a média da soma dos lados opostos do quadrilátero, depois calcula-se o produto entre essas médias, resultando na medida da área. Sendo assim, ocorreu a atividade para medir e calcular a área do terreno referente ao campo de futebol da Escola, cabendo aos estudantes a mensuração e anotação em seus cadernos das medidas encontradas.

Em direção a TASC, rememorar conhecimentos sociais para os estudantes apresenta a importância da sua experiência ser dialogada no ambiente escolar, ocasionada por questões advindas do fazer Modelagem.

Com tais dados, designa-se as hipóteses iniciais, pois elas são importantes para vislumbrar os resultados esperados, e, em conversação com os membros do grupo, a fala do Estudante E3 aponta esse conjectura, que será confirmado na próxima etapa.

E3: *Em uma plantação de um alqueiro (48.400 metro quadrados), eu espero receber com a venda de silagem cerca de R\$ 10.000,00.*

Fonte: transcrição da entrevista, 2022.

A partir das informações levantadas pelos estudantes, apurou-se os conhecimentos matemáticos necessários: cálculo de área retangular; múltiplo e submúltiplos da unidade da medida metro; regra de três simples; e, matemática financeira.

Nesse contexto, aulas foram realizadas para (re)visitar os conceitos matemáticos citados anteriormente, tendo vista a TAS, conciliando esse rememorar para a estruturação, caso necessária, dos subsunçores âncora para a Matemática, que servirão como base para os conhecimentos dos estudantes.

Para o primeiro conteúdo, área do retângulo, o pesquisador procurou conhecer quais entendimentos os estudantes possuíam sobre área, apresentando figuras planas diversas para identificação de suas características.

Para o desenvolvimento dos conceitos, foram realizadas atividades em dois momentos. No primeiro, com auxílio do material concreto chamado material dourado, devidamente apresentado, ocorreu a atividade de montar áreas retangulares específicas.

No início, os estudantes sentiram dificuldade para produzir as áreas pedidas, ocasionando em construções errôneas, pois houve uma confusão em sua estrutura cognitiva para esse conceito, e o pesquisador conduziu conversações para fins de esclarecimento e rememoração, indicando quantas

unidades eram pedidas para a construção e quantas estavam sendo utilizadas, dirigindo a reflexão e a utilização de outra estratégia, até o resultado esperado.

No segundo momento, outro material foi utilizado em uma atividade, folhas quadriculadas, uma vez que o intuito era de verificar se os estudantes abstraíram o conceito de cálculo de área, pedindo a eles que realizassem os desenhos das áreas retangulares, o que foi feito.

Com base nessas duas atividades, foi considerado o objetivo de (re)visitar o conceito de área retangular, correlacionando-o com a prática de cubação realizada anteriormente, assim como aos cálculos necessários para encontrar a área total do campo de futebol da Escola a ser utilizada como plantação de milho, sendo encontrado o valor de 2928m².

Para os tópicos de múltiplo e submúltiplos da unidade de medida metro, de regra de três simples e matemática financeira, foram realizadas aulas tradicionais, pois é demandado tempo, esforço e dedicação para atingir e permanecer na TAS, comumente ocorrendo na chamada “zona cinza” (MOREIRA, 2012b)

Assim, considera-se que as práticas em sala de aula, utilizando métodos tradicionais, não condiz à não produção de uma Aprendizagem Significativa, pois o que importa é o aprendizado não-litera e não-arbitrário, que o estudante signifique o conhecimento e que haja uma conversação entre os seus subsunçores, sendo direcionado de acordo com a sua vontade de aprender, correlacionando os seus conhecimentos prévios aos novos, e do professor em utilizar materiais que possam ser potencialmente significativos.

Com base nas práticas realizadas, de campo, interações de plantação e cubação, e sala de aula, como o a (re)visitação dos conteúdos matemáticos, tem-se um dos princípios da TASC, o princípio da não utilização do quadro-de-giz (MOREIRA, 2011).

O pesquisador utiliza de outros artifícios metodológicos para apresentar os conhecimentos, empíricos e matemáticos, conduzido pela participação ativa dos estudantes por meio de práticas e diálogos em sala de aula, para promover a construção de conhecimento.

Houve o surgimento de uma aprendizagem representacional, uma vez que ocorreu a compreensão das variáveis por meio dos diálogos com a Matemática, dando significado nas representações, como as medidas e a área.

Como procedimento final desta etapa, que dará os direcionamentos necessários para serem analisados e validados, os estudantes elaboraram uma tabela com os dados importantes e as informações desejadas para responder à situação-problema apresentada.

A silagem produzida a partir da plantação de milho em uma área de 2928m² resulta em um lucro aproximado a R\$ 1823,27.

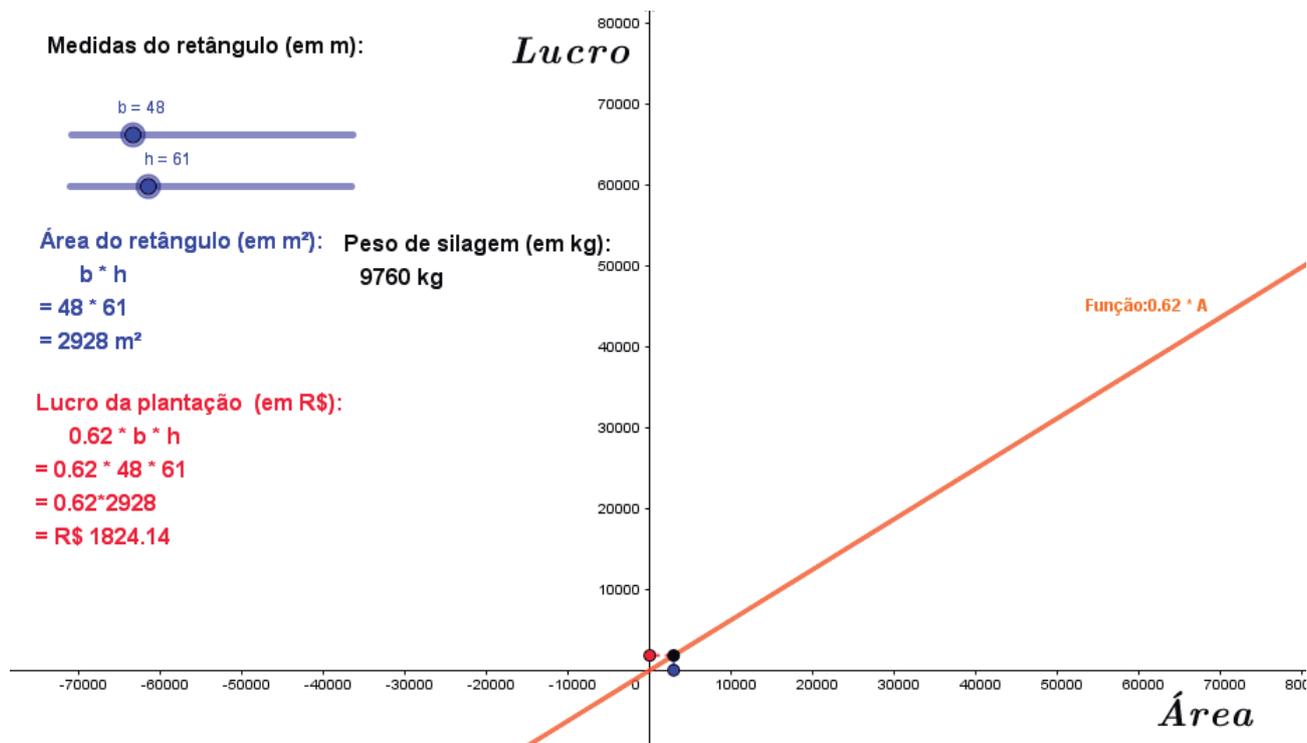
Com esse modelo construído, os estudantes prosseguiram para a última etapa da Modelagem, o Modelo Matemático, para sua validação e confiabilidade.

Modelo Matemático

Com o modelo matemático desenvolvido na etapa anterior, o próximo passo é avaliar o produto para a aproximação da situação-problema que o originou, assim como o seu grau de confiabilidade na sua utilização, e por essa direção, “o modelo será considerado valido se *expressar* a situação-problema, fenômeno ou ente modelado e, assim, nos permitir entender, prever, influenciar, saber e agir sobre esse ente” (BIEMBENGUT, 2016, p. 109, grifo da autora).

A partir disso, ocorreu a construção de um gráfico no *software* Geogebra, a partir de uma Função Afim, ou Função de Primeiro Grau, considerando a variável como a área do terreno retangular para a plantação, apresentada na figura 3.

Figura 3 - Função: lucro da silagem de milho.



Fonte: construção do autor.

Para a construção desse gráfico, de função $f(A) = 0,62 * A$, foi estabelecida a partir da área do terreno para a plantação como variável independente (A), e do coeficiente angular ($0,62$) e da variável dependente é o valor da venda ($\text{R\$ } 1824,14$), também, considerando que a reta desta função não ultrapassa a origem, ou seja, a função é maior que zero ($f(A) > 0$).

Tal construção serviu para auxiliar os estudantes para que visualizem a produção de silagem, **em quilos**, e do lucro de venda, **em reais**, em relação a área cubada e utilizada para a plantação de milho no gráfico construído, podendo interagir com a função para identificar outros valores.

É importante ressaltar ela resultou-se a partir dos cálculos efetuados ao considerar como constante a distância entre plantas e “ruas”, total de plantas no terreno, quantidade de silagem produzida, receita, custo e lucro.

Portanto, essa função interativa pelo *software* auxilia os estudantes a visualizarem o comportamento do lucro da venda da silagem em determinação à área utilizada, podendo analisar as suas

implicações, considerando que a função afim apresentada, $f(A) = 0,62 \cdot A$, estabelece o modelo matemático compreendido nesse percorrer da Modelagem com os estudantes.

A interação e interpretação com o gráfico apresentado encaminham para uma aprendizagem combinatória, pois os conhecimentos prévios dos estudantes acerca da operacionalização da Modelagem para encontrar o resultado, podem ser relacionados com conhecimentos matemáticos, por meio da função, ocasionando um conhecimento geral sobre o assunto estudado (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1963).

Para prosseguir para a sua validação, foi considerada a perspectiva dos estudantes em relação ao resultado encontrado na Figura 3, e os valores que puderam ser obtidos de acordo com a área de terra para a plantação.

Para eles, o resultado operou além do previsto, conforme explicitado na hipótese levantada pelo estudante E3, é esperado um lucro de R\$10000,00 ao realizar a venda da silagem produzida em um alqueiro, medindo cerca de 48400m², e ao realizar os cálculos por proporção à área do campo da Escola, é encontrado um valor três vezes menor que o especulado.

Nesse momento, foi necessário relatar aos estudantes que houve uma simplificação da plantação, considerando situações ideais, pois o intuito da pesquisa volta-se para fins didáticos, e em conversação, foram encontradas outras variáveis que interferem na produção, tais como os animais que comem o milho, a irrigação, utilização a água da chuva ou de irrigação, o tempo e o solo, podendo conduzir a um lucro menor.

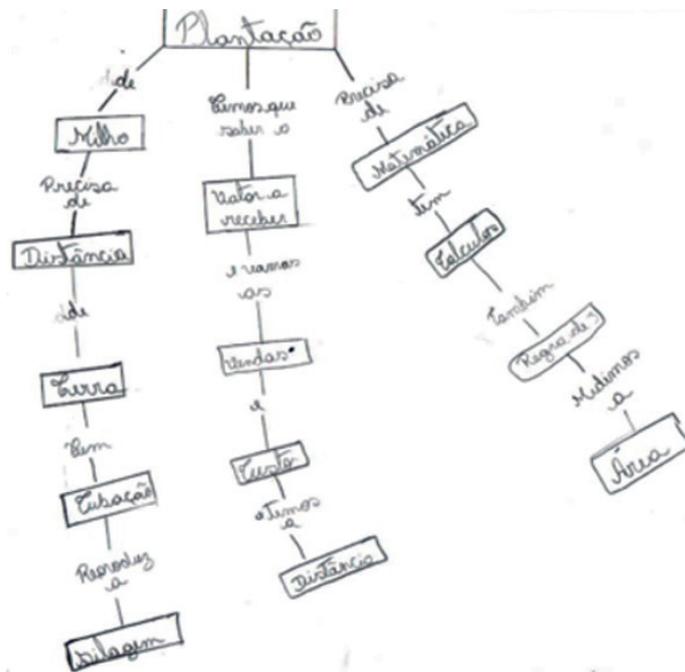
Apesar disso, os estudantes identificaram, por meio da Matemática, que o espaçamento foi menor que o utilizado pelos moradores, e quando realizado por intermédio de ferramentas para estabelecer uma medida, fornece uma produção maior de milho, e por sua vez, de silagem. Essa interpretação trouxe o entendimento de que o espaçamento reduzido é mais eficiente, proporcionando outras perspectivas em relação à plantação de milho realizada em seu cotidiano.

Em debates ocorridos, foram levantadas considerações ao trazer o ponto de vista dos estudantes para avaliação dos resultados matemáticos, destacando o princípio do abandono da narrativa, o qual “deixar os alunos falarem implica usar estratégias nas quais possam discutir, negociar significados entre si, apresentar oralmente ao grande grupo o produto de suas atividades colaborativas, receber e fazer críticas” (MOREIRA, 2011, p. 7), tendo foco nos estudantes, assim como nos seus pensares e experiências consideradas para serem consideradas no ambiente escolar, demonstrando a importância de realizar essas conversações entre a Matemática e a realidade por meio da Modelagem.

Tais entrevistas também foram realizadas em grupo, uma vez que “a crítica é importante, a argumentação é importante, a autocrítica também o é. O resultado disso é que o grupo, quase que invariavelmente, reformula o que apresentou” (MOREIRA, 2011, p. 11). As perguntas realizadas resultaram em reflexões, e os diálogos foram implementados por cada um deles durante a fala do outro, pois há uma diversidade de perspectivas e experiências.

Como procedimento adicional, e para explicitar a TAS e a TASC, foi realizado um mapa conceitual final, Figura 4, assim como outras entrevistas que obtiveram tal intuito.

Figura 4 - Mapa conceitual final - plantação de milho.



Fonte: construção do autor.

Nesse mapa tem-se como conceito chave a palavra “plantação”, seguido de três conceitos gerais, “milho”, “valor a receber” e “matemática”, e há cinco níveis de hierarquia, denotando uma expansão em relação aos utilizados a partir do último mapa conceitual, Figura 2, portanto, teve-se uma maior quantidade de conceitos, como de plantação de milho, venda e a matemática.

Nota-se uma reconciliação integradora na estrutura cognitiva dos estudantes, pois houve um reconhecimento de novas relações conceituais, uma reorganização entre os conhecimentos por meio das atividades realizadas utilizando da estratégia de Modelagem, resultado advindo da ancoragem e da aprendizagem ordenada dos conhecimentos, ou seja, os novos conhecimentos contêm os antigos, sendo mais inclusivos (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1963, MOREIRA, 2006a).

Essa análise advém da comparação dos dois mapas conceituais, Figura 2 e Figura 4, ressaltando que o primeiro foi realizado após os estudos iniciais, enquanto o outro foi realizado ao final do processo, destacando um melhor ordenamento dos conceitos gerais.

Fazendo a relação dos mapas conceituais, percebeu-se que houve a apresentação da relação da Matemática com a realidade dos estudantes, sendo representada em conceitos nos três segmentos desse último mapa, tais como “cubação”, “vendas”, “custo”, “distância”, “cálculos”, regra de três” e “área”.

Pela análise desse último mapa, considera-se que houve indícios de Aprendizagem Significativa, indicando que a sua desenvoltura ocorre em um *continuum* de aprendizagem e acredita-se ser importante prosseguir com tais didáticas no ambiente escolar. (MOREIRA, 2012b; NOVAK; CANÃS, 2010).

Após a construção desse mapa conceitual final, é importante a escuta dos estudantes, suas experiências e dizeres, pois, podem apontar outras informações que não foram apresentadas. Ao serem indagados sobre quais atividades da pesquisa foram mais importantes para eles, destaca-se:

E1: *A minha foi na parte de plantação, onde fizemos aquela simulação, onde medimos, colocamos as estacas na terra. Foi a melhor parte.*
E3: *A minha foi a cubação de terra, mas eu aprendi mais na medição das plantas.*

Fonte: transcrição da entrevista, 2022.

A realização de atividades práticas, fora da sala de aula, foi importante para os estudantes E1 e E3, sendo a interação de plantação evidenciada nas duas falas recortadas acima, que contribuem para afirmar a importância de correlacionar a teoria à prática no ambiente escolar.

Pesquisador: *Mas por que vocês gostaram das aulas práticas?*
E6: *Porque... porque a gente saiu.*
Pesquisador: *Só por que vocês saíram da sala de aula?*
E6: *Não, porque a gente saiu para aprender algo diferente.*

Fonte: transcrição da entrevista, 2022.

Por essa fala, identifica-se que as práticas durante a pesquisa de intenção de plantação e de cubação de terra, os instigaram a aprender um novo conhecimento e de uma maneira diferente do usual, o que corrobora a importância de correlacionar a Matemática à realidade do estudante, propondo que visualizem outras perspectivas dos seus fazeres, além das reflexões e raciocínios matemáticos.

Em relação à Matemática, também foram feitas perguntas para conhecer suas perspectivas a partir das atividades realizadas durante a pesquisa, conforme recorte a seguir.

E1: *Porque hoje em dia tudo tem Matemática. Na cubação, na distância. O tamanho da área! A quantidade! O que ia ganhar, o que... é sobre a venda, a quantidade que a gente precisa saber do lucro e da despesa.*
E3: *A matemática vai ajudar a calcular as despesas de casa, contar os gados, somar. Tenho mais conhecimento pra quando a gente for plantar, vamos ter mais entendimento.*
E6: *Para saber a quantidade das coisas. A regra de três vai me ajudar a calcular no mercado de casa.*

Fonte: transcrição da entrevista, 2022.

Portanto, considera-se que, de acordo com os apontamentos da TASC, tais falas correspondem a uma Aprendizagem Significativa e Crítica, uma vez que trazer o cotidiano para ser estudado e pesquisado no ambiente escolar, realizar práticas diferenciadas e deixar o estudante falar e expressar suas experiências por intermédio da reflexão, o faz refletir acerca das suas ações, e os instiga a realizar indagações e a encontrarem conhecimentos que possam ser utilizados em seu cotidiano.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa investigação buscou evidências de como a Modelagem Matemática pode proporcionar um ensino e aprendizagem significativo e crítico, utilizando a Matemática nas práticas cotidianas dos estudantes de assentamentos de famílias do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST), e verificando seus benefícios ao proporcionar uma ligação entre teoria e prática no ambiente escolar a partir de questões advindas do cotidiano.

Foi adotada uma metodologia que viabilizou o contato entre realidade cotidiana e sala de aula, trazendo práticas para serem realizadas no ambiente escolar, em campo, conforme descrito na interação de plantação e cubação de terra, e em sala de aula, como as atividades de cálculo de área, aliando teoria e prática por intermédio da Matemática.

Por esses dizeres, e considerando as práticas da pesquisa apresentada, é importante trazer os princípios da TASC para sala de aula, destacando o princípio da interação social e do questionamento, princípio da não utilização do quadro-de-giz e princípio do abandono da narrativa, em que o estudante é o centro do processo de ensino e aprendizagem, cabendo ao professor ser o orientador, sendo importante a reflexão, o processo de falar e a participação do estudante no ambiente escolar.

A partir das análises, considera-se ser possível realizar e utilizar da Modelagem para a TAS e TASC, desenvolvendo uma Aprendizagem Significativa e Crítica em sala de aula, pois os estudantes possuem a oportunidade de serem ativos e expressarem suas experiências e opiniões por meio de diálogos e reflexões entre aluno-aluno e professor-aluno.

Com essa perspectiva, propõe-se o termo Modelagem Matemática Crítica, a correlação entre a Modelagem Matemática e a TASC, valorizando os fazeres cotidianos dos estudantes e trazendo-os para serem problematizados em sala de aula, com reflexões, indagações e críticas que contribuam para resolução da situação-problema estudada, sendo o estudante o foco do ensino e aprendizagem, utilizando da Matemática como ferramenta para os olhares investigativos.

Ressalta-se que essa pesquisa se encontra em processo de refinamento para a sua finalização, sendo aqui abordada somente uma UAI, A Modelagem Matemática do Grupo Milho, uma vez que A Modelagem Matemática do Grupo Farinha está planejada para apresentações futuras em produções acadêmicas.

Por fim, destacamos que o presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), também, agradecendo ao Grupo de Pesquisa em Práticas Investigativas em Educação Matemática (GEPIMat/UFAM) pelo auxílio formativo e constitutivo.

REFERÊNCIAS

ANDRÉ, M. O que é um estudo de caso qualitativo em educação? **Revista da FAEBA: Educação e Contemporaneidade**, Salvador, v. 22, n. 40, p. 95-103, jul. 2013.

AUSUBEL, D. P. A subsumption theory of meaningful verbal learning and retention. **The Journal of General Psychology**, Illinois, v. 66, p. 213-224, 1962.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo**. 2 ed. México: Trillas, 1963. 623 p.

BARBOSA, J. C. Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 24, 2001, Caxambu. **Anais da 24ª Reunião Anual da ANPED**. Rio de Janeiro, 2001. p. 1-30. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/MATEMATICA/Artigo_Barbosa.pdf. Acesso em: 09/06/2022.

BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia**. 3. ed São Paulo: Contexto, 2006. 386 p.

BIEMBENGUT, M. S. **Modelagem na Educação Matemática e na Ciência**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016. 365 p.

- BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. **Modelagem Matemática no Ensino**. São Paulo: Contexto, 2000. 126 p.
- GERRING, J. **Pesquisa de estudo de caso: princípios e práticas**. Petrópolis: Vozes Ltda., 2019. 359 p. Tradução de Caesar Souza.
- MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa e suas implementações em sala de aula**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006a. 186 p.
- MOREIRA, M. A. Abandono da narrativa, ensino centrado no aluno e aprender a aprender criticamente. **Ensino, Saúde e Ambiente**, [s. l.], v. 4, p. 2-17, 2011. Disponível em: <https://periodicos.uff.br/ensinosaudeambiente/article/download/21094/12568>. Acesso em: 23/05/2022.
- MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa Crítica. In: ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, 3, 2000, Peniche. **Anais do 3º EIAS**. Peniche, 2000, p. 1-24. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigcritport.pdf>. Acesso em: 21/07/2021.
- MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa: da visão clássica à visão crítica. In: ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, 5, 2006, Madrid. **Anais do 5º EIAS**. Madrid, 2006b, p. 1-15. Acesso em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/visaoclasicavisaocritica.pdf>. Disponível em: 24/02/2022.
- MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa: um conceito subjacente. **Actas del Encuentro Internacional Sobre el Aprendizaje Significativo**, Burgos, p. 19-44, 1997. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigsubport.pdf>. Acesso em: 11/04/2022.
- MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. UFRGS, Porto Alegre, p. 1-14, 2012a.
- MOREIRA, M. A. O que é afinal Aprendizagem Significativa? **Currículum, La Laguna**, p. 1-27, 2012b.
- MOURA JUNIOR, L. C. S.; BACURY, G. R. Perspectivas e desafios da Modelagem Matemática para o ensino e aprendizagem. In: SOUSA, Ana Teresa Silva; BACURY, Gerson; GARCIA, Fabiane Maia (org.). **Os Desafios Amazônicos: educação, currículo e política**. São Paulo: Garcia Edizioni, 2019. p. 251-259.
- MOURA JUNIOR, L. C. S.; ALVES, D. B. Modelagem Matemática para a Aprendizagem Significativa Crítica. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 13, n. 4, p. 1-24, 2022. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/3929>. Acesso em: 29/08/2022.
- NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. **Práxis Educativa**, Ponta Grossa, v. 5, p. 9-29, 2010. Disponível em: <http://educa.fcc.org.br/pdf/praxeduc/v05n01/v05n01a02.pdf>. Acesso em: 06/11/2022.
- NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. **Aprender a aprender**. Lisboa: Paralelo, 1984. 212 p.
- OLIVEIRA, M. M. de. **Como fazer pesquisa qualitativa**. Petrópolis: Editora Vozes, 2007. 182 p.
- PONTE, J. P. da. Estudos de Caso em Educação Matemática. **Quadrante**, [s. l.], v. 3, p. 1-23, 2006.

SANTOS, L. S.; RODRIGUES, S. R. C. R. O processo argumentativo na construção de mapas conceituais e suas relações com a aprendizagem significativa crítica no ensino de ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11., 2017, Florianópolis. **Anais da 11º ENPEC**. Florianópolis, 2017. p. 1-10.

SANTOS, R. S. **O laboratório de robótica da escola SESI**: um ambiente construcionista de aprendizagem matemática. 2021. 126 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, 2021. Disponível em: <http://repositorio.uft.edu.br/handle/11612/3298>. Acesso em: 29/10/2022.

SILVA, K. F. **A prática de cubação de terra do senhor Manoel Rodrigues Feitosa**: um estudo na perspectiva da etnomatemática. 2018. 49 f. TCC (Graduação) - Curso de Licenciatura em Matemática, Universidade Federal do Tocantins, Araguaína.

SINKOVICS, N. Pattern Matching in Qualitative Analysis. In: CASSELL, Catherine; CUNLIFFE, Ann L.; GRANDY, Gina (org.). **The SAGE Handbook of Qualitative Business and Management Research Methods**. Thousand Oaks: SAGE, 2018. p. 468-485.

SKOVSMOSE, O. **Educação matemática crítica**: a questão da democracia. Campinas: Papirus, 2001.

SOUZA, J. S. S. de. Modelagem Matemática e Aprendizagem Significativa: uma relação subjacente. **Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática**, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 241-247, 2021. Disponível em: <https://jjeem.pgskroton.com.br/article/view/8809>. Acesso em: 06/05/2022.

YIN, Robert K. **Estudo de Caso**: planejamentos e métodos. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015. 290 p.

RECEBIDO EM: 04 maio 2023

CONCLUÍDO EM: 07 set. 2023