

UMA ATIVIDADE DE MODELAGEM MATEMÁTICA: DISCUSSÕES A PARTIR DE UMA ANTECIPAÇÃO

Luana Carvalho dos Santos
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR Câmpus Londrina
luanacarvalho181@hotmail.com

Adriana Helena Borssoi
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR Câmpus Londrina
adrianaborssoi@utfpr.edu.br

RESUMO

O trabalho trata-se de uma pesquisa qualitativa em que abordamos a importância da antecipação em uma atividade de Modelagem Matemática e sua implementação com uma turma do oitavo ano do Ensino Fundamental de uma escola pública. O objetivo é relatar o desenvolvimento dessa atividade a partir da antecipação, e discutir a importância dessa antecipação realizada antes de chegar em sala de aula. Para que isso se tornasse possível, foi elaborado um plano de aula, contendo possíveis resoluções e possíveis encaminhamentos que essa atividade teria diante das condições do ambiente educacional. A antecipação se mostrou relevante enquanto suporte para a professora-pesquisadora, que não tinha experiência com essa alternativa pedagógica, além de se mostrar um material potencialmente significativo.

Palavras-chave: Modelagem Matemática; Antecipação; Material Potencialmente Significativo.

INTRODUÇÃO

Parece ousadia querer contribuir com uma área que tem se consolidado ao longo das últimas décadas, principalmente para alguém que dá os primeiros passos na pesquisa em Educação Matemática, assim como na carreira docente. No entanto, o tema: Modelagem Matemática na Educação Matemática e a Escola Brasileira: atualidade e perspectivas nos motiva, tendo em vista a pluralidade dos ambientes educacionais que percebemos nas escolas brasileiras e os desafios que se colocam aos educadores.

Neste artigo, procuramos trazer reflexões sobre a Modelagem Matemática como alternativa pedagógica e a organização de material potencialmente significativo para o ensino e aprendizagem da Matemática nos anos finais do Ensino Fundamental. Para isso, consideramos que se deve levar em conta como o ambiente educacional se caracteriza, pois, cada escola tem suas particularidades.

Segundo Troncon (2014, p. 265), o ambiente educacional deve considerar “elementos, de ordem material ou afetiva, que circunda o educando, que nele deve necessariamente se inserir e que o inclui, quando vivencia os processos de ensino e aprendizado”. Assim, pensamos que a organização de materiais potencialmente significativos deve considerar tanto as condições de infraestrutura da escola quanto o perfil dos alunos, sob determinados aspectos.

A investigação iniciada recentemente pela primeira autora desse artigo está vinculada à linha de pesquisa Recursos Educacionais e Tecnologias no Ensino de Matemática de um mestrado profissional. Assim, é interesse da pesquisadora a aproximação da Modelagem Matemática com a tecnologia.

Tendo em vista que as práticas pedagógicas precisam acompanhar as atualizações que acontecem na sociedade, é interessante que o professor busque conhecer coisas novas, para que, na medida do possível, promova inovação na sua prática. Principalmente se tratando das tecnologias, pois, os alunos se encontram, em maior ou menor medida, inseridos nesse meio e, em geral, demonstram algumas habilidades no sentido da cultura digital.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), é um documento oficial recém aprovado, e nele, assim como em outros documentos, estão delineados os conhecimentos e as habilidades essenciais que todos os alunos têm direito a aprender.

Uma alternativa proposta pela BNCC é inserir a Modelagem Matemática nas aulas de Matemática, em que se espera que ela possa auxiliar na contemplação da seguinte competência: “Compreender e utilizar, com flexibilidade e precisão, diferentes registros de representação matemáticos (algébrico, geométrico, estatístico, computacional etc.), na busca de solução e comunicação de resultados de problemas” (BRASIL, 2017, p. 540).

Ao pesquisar sobre a Modelagem Matemática, encontramos vários trabalhos relacionados a essa alternativa pedagógica aliada a outras teorias.

Almeida, Silva e Vertuan (2012) enfatizam que o uso da Modelagem Matemática pode favorecer o desenvolvimento do conhecimento crítico e reflexivo, a realização de trabalhos em grupo, a utilização de tecnologias digitais nas aulas de Matemática, o uso de diferentes tipos de representação e a ocorrência da Aprendizagem Significativa.

Borssoi e Almeida (2004) defendem que:

A aproximação dessas duas forças, Aprendizagem Significativa e Modelagem Matemática, contribui para o estabelecimento de uma educação menos impessoal, valorizando o processo de ensino e aprendizagem no sentido da Educação Matemática, onde a educação do sujeito como um todo tem as contribuições da Matemática (BORSSOI; ALMEIDA, 2004, p. 118-119).

Nesse sentido, intencionamos tratar sobre Modelagem Matemática e a organização de materiais potencialmente significativos, por isso nos fundamentaremos, em parte, na Teoria da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 2003, MOREIRA, 1999, BORSSOI; ALMEIDA, 2004), e em alguns relatos que traz a literatura da área, que indicam resultados exitosos quanto essa aproximação.

O objetivo desse artigo é, discutir o desenvolvimento de uma atividade de Modelagem Matemática, a partir de uma antecipação, no sentido de Niss (2010) e Stillman, Brown e Geiger (2015), e analisar a importância da antecipação considerando o desenvolvimento em sala de aula.

Almejando o alcance do objetivo traçado neste trabalho, traremos uma seção sobre Modelagem Matemática, na qual foi pautada o desenvolvimento da atividade discutida. Logo após, discorreremos sobre como ocorreu a antecipação e o desenvolvimento da mesma. Seguidos pelas considerações obtidas a partir desse desenvolvimento. E por fim, as considerações finais.

MODELAGEM MATEMÁTICA E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A BNCC, defende o uso de metodologias diferenciadas nas aulas, não só de Matemática, como em todas as aulas. Vivemos em uma sociedade que se encontra em constante atualização e não há motivos para permanecer conduzindo as aulas sempre da mesma maneira.

Brasil (2017) diz que os processos matemáticos de resolução de problemas, de investigação, de desenvolvimento de projetos e da Modelagem podem ser citados como formas privilegiadas da atividade Matemática, motivo pelo qual são, ao mesmo tempo, objeto e estratégia para a aprendizagem ao longo de todo o Ensino Fundamental.

De acordo com Stillman (2019) desde o final da década de 1960, pesquisadores em Educação Matemática centraram-se em maneiras de mudar o ensino de Matemática, a fim de incluir aplicações matemáticas e Modelagem Matemática regularmente no ensino e aprendizagem em salas de aula.

A Modelagem Matemática, pode ser uma alternativa a ser implementada nas aulas de Matemática sempre que possível. No âmbito da Educação Matemática ela é definida por vários autores, assim, encontramos diferentes entendimentos que apresentam características em comum, como a definição apresentada por Bassanezi (2006, p. 16) para o qual a Modelagem é “a arte de transformar problemas reais em matemáticos e resolvê-los, interpretando suas soluções na linguagem do mundo real”. Enquanto para Malheiros (2004, p. 69) a Modelagem

Matemática é “uma estratégia pedagógica, onde os alunos, a partir de um tema ou problema de interesse deles, utilizam conteúdos matemáticos para investigá-lo ou resolvê-lo”.

Para Almeida, Silva e Vertuan (2012, p. 17), “a Modelagem Matemática constitui-se uma alternativa pedagógica na qual se faz uma abordagem, por meio da matemática, de uma situação problema não essencialmente matemática”. Em aproximação com esses autores, encontramos em Stillman (2019, p. 1) que: a Modelagem “é mais do que aplicar a Matemática, onde também começamos com um problema do mundo real, aplicamos a Matemática necessária, mas depois de encontrar a solução, não pensamos mais no problema inicial, exceto para verificar se a nossa resposta faz sentido”. Para a autora, com a Modelagem Matemática, o uso da Matemática se faz para entender o problema ou situação do mundo real (STILLMAN, 2019).

Um conceito chave aqui é *modelo matemático*. Blum (2015) diz que um modelo matemático é uma imagem deliberadamente simplificada e formalizada de alguma parte do mundo real, entre os propósitos dos modelos não estão apenas descrever e explicar, mas também prever e até criar.

Uma atividade conduzida de acordo com essa alternativa pedagógica parte de uma situação inicial para uma situação final, e no decorrer da atividade ocorrem diferentes procedimentos, esses procedimentos são chamados por Almeida, Silva e Vertuan (2012) de fases. Sendo elas a *inteiração* com o tema da atividade, a *matematização* que é tradução da linguagem natural (na qual está o problema) para a linguagem Matemática, a *resolução* do problema utilizando de artifícios, procedimentos e modelos matemáticos, e a *interpretação e validação dos resultados* matemáticos na situação-problema inicial, cuja origem não está na Matemática.

De acordo com Blum (2015), a Modelagem Matemática é uma atividade cognitivamente exigente, já que envolve várias competências matemáticas, mas também não matemáticas. Conhecimentos extra matemáticos são necessários para o desenvolvimento de atividades como essa, conhecimento matemático e, em particular, traduções, ideias conceituais, entre outros fatores que as compõem.

O aluno, ao participar do desenvolvimento de uma atividade de Modelagem em grupo, é movido pelo desejo de encontrar uma solução para o problema proposto inicialmente. Stillman, Brown e Geiger (2015) afirmam que durante o envolvimento coletivo com a situação-problema os alunos são atraídos para o pensamento articulado, raciocínio, manifestação de

crenças sobre Modelagem e Matemática. Além da confiança no conhecimento matemático e na capacidade de usar esse conhecimento dentro dos grupos.

O termo *problema* é entendido por Almeida, Silva e Vertuan (2012) como uma situação na qual o indivíduo não possui esquemas traçados de imediato para a sua solução. É necessária uma articulação entre definição, investigação e resolução. Para os autores, ao desenvolver uma atividade como essa o aluno não possui uma resolução previamente definida, ela vai se construindo ao longo do desenvolvimento. É importante que o professor esteja preparado, pois, os alunos precisarão de alguém para orientá-los.

Alguns autores chamam essa preparação do professor antes do desenvolvimento da atividade de *antecipação*. No contexto da Modelagem Matemática, Stillman, Brown e Geiger (2015) definem antecipação como a previsão do que será útil matematicamente para transições entre fases da Modelagem. Esta antecipação envolve prenúncios e retroalimentações entre fases, informando decisões a se tomar.

Niss (2010) afirma que em uma antecipação o modelador tem que ser capaz de prever, pelo menos em linhas gerais, os principais passos envolvidos na implementação e estipular se os alunos são capazes de executar essas etapas.

Consideramos que a compreensão do conceito de *antecipação* ou *antecipação implementada* (NISS, 2010) carece ser melhor compreendido para a continuidade de nossa pesquisa de mestrado, o que se dará por meio de uma revisão de literatura, que no momento está em fase de realização. No entanto, trazemos nossas primeiras reflexões acerca de avançar em relação ao conhecimento dos alunos no desenvolvimento de uma atividade de Modelagem a partir de uma experiência vivenciada. Para isso, a antecipação se deu por meio de um plano de aula com características de um material potencialmente significativo.

O conceito de material potencialmente significativo é associado à Teoria da Aprendizagem Significativa de David P. Ausubel. Moreira (1999, p. 13) define Aprendizagem Significativa como “uma interação entre os aspectos específicos e relevantes da estrutura cognitiva e as novas informações, por meio da qual essas adquirem significado e se integram a estrutura cognitiva de maneira não arbitrária e não literal”.

Segundo Borssoi e Almeida (2004):

A não-arbitrariedade indica que a nova informação deve se relacionar com um aspecto relevante da estrutura cognitiva de quem aprende e não com um aspecto arbitrário qualquer. A substantividade significa que é a essência da nova informação que deve ser interiorizada pela estrutura cognitiva, e não um conjunto de símbolos usados para expressá-la. (BORSSOI; ALMEIDA, 2004, p. 97)

Segundo Moreira (1999), Ausubel vê esse armazenamento de informações feito pela mente humana sendo fortemente organizado, formando uma hierarquia de conceitos na qual itens mais específicos do conhecimento são assimilados por conceitos, ideias mais gerais.

Segundo a teoria, há três condições necessárias para a ocorrência da Aprendizagem Significativa. Uma delas é que o material utilizado deve ser potencialmente significativo. Esse material é potencialmente significativo quando pode ser relacionável a estrutura cognitiva do aprendiz de maneira não arbitrária e não literal. Outra condição é de que o aprendiz precisa de conceitos relevantes disponíveis em sua estrutura cognitiva, para que sirvam de subsunções para a nova informação. E a última condição diz que o aluno deve estar predisposto a relacionar esse material de maneira não arbitrária e não literal (MOREIRA, 1999).

Em relação ao material, para que ele seja potencialmente significativo deve envolver dois fatores, de acordo com Moreira (1999): a natureza do material em si deve ser logicamente significativa ou ter um significado lógico, sendo possível se relacionar de maneira substantiva e não arbitrária a ideias já presentes no domínio da capacidade humana de aprender; e a natureza da estrutura cognitiva do aprendiz, em que devem estar presentes conceitos com os quais o novo conceito venha a se relacionar.

Partindo dos pressupostos enunciados nessa seção é que passaremos a apresentar e discutir uma atividade de Modelagem para a qual uma antecipação foi planejada por meio de um plano de aula contendo a possível matematização que poderia ser apresentada pelos alunos a partir de seus conhecimentos prévios.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

Bogdan e Biklen (2003), consideram que a pesquisa qualitativa envolve cinco características básicas: o ambiente natural, os dados essencialmente descritivos, a preocupação com o processo, com os significados atribuídos e um processo de análise indutivo. E é nesse sentido que nossa pesquisa se configura.

Inicialmente situamos como se deu a participação da pesquisadora no desenvolvimento da atividade e algumas características do ambiente educacional.

A pesquisadora, primeira autora desse artigo, tem como interesse de pesquisa trabalhar com alunos dos anos finais do Ensino Fundamental. Durante a realização de uma disciplina de Modelagem Matemática, no mestrado em curso, teve a oportunidade de fazê-lo quando lhe foram gentilmente cedidas três aulas de 50 minutos em uma turma do oitavo ano, com 38 alunos matriculados, em uma escola pública da cidade em que reside.

Essa escola comporta alunos dos anos finais do Ensino Fundamental nos períodos matutino e vespertino. O período matutino possui um grande número de alunos, já no vespertino, esse número é mais singelo, sendo a maioria deles alunos fora da faixa etária regular.

A escola possui um laboratório de informática com vários computadores disponíveis para uso dos alunos, desde que as aulas sejam agendadas com uma certa antecedência. Possui também um projetor compartilhado por todos os professores da escola, então, se faz necessário o rodízio para que seja possível utilizá-lo.

Antes de que a atividade fosse elaborada, ocorreu um diálogo com a professora da turma com o objetivo de obter algumas informações sobre os alunos, necessárias para compreender o ambiente educacional segundo Troncon (2014). Algumas dessas informações foram os conteúdos que a professora já havia trabalhado com a turma, e também em relação ao planejamento dela, quais seriam os próximos conteúdos a serem abordados. Pois, a intenção não era comprometer o cronograma que ela já havia organizado.

Além disso, como a intenção era de que a atividade fosse um material potencialmente significativo, precisávamos saber sobre os conhecimentos prévios dos alunos.

Após obter as informações necessárias elaboramos um plano de aula contemplando os conteúdos que seria trabalhados. Além disso foi discutido e anotado possíveis resoluções e possíveis encaminhamentos que a atividade poderia ter, pois, sabíamos que a escola tinha uma sala com computadores disponíveis para o uso, porém havia toda uma burocracia para que pudessemos utilizá-la. Foi cogitado também o uso do projetor, caso esses computadores não estivessem acessíveis.

Nesse artigo temos o objetivo de relatar o desenvolvimento de uma atividade de Modelagem nesse contexto educacional, a partir de uma antecipação, e analisar a importância da antecipação realizada. Para isso, nos pautamos em registros escritos dos alunos e gravação em áudio obtidos durante o desenvolvimento da atividade, que ocorreu no final do primeiro semestre letivo de 2019.

A análise dos dados é de cunho interpretativo, levando em conta os referenciais teóricos em que nos pautamos.

ATIVIDADE DE MODELAGEM: DA ANTECIPAÇÃO À IMPLEMENTAÇÃO

A princípio a atividade foi planejada para ser desenvolvida com o auxílio de computadores. Pois, intencionamos que o uso de recursos digitais, com acesso ao Google Earth, permitisse a inteiração dos alunos com a problemática que envolveria dimensionar o telhado da

rodoviária de Londrina (Figura 1). A opção por essa problemática levou em conta o valor histórico que tem a obra, pois seu projeto original foi concebido pelo arquiteto Oscar Niemayer e é considerada uma das mais funcionais e belas rodoviárias do Brasil. Além de, estar localizada geograficamente próximo à cidade em que residem os alunos.

Como não foi possível o uso de computadores pelos alunos, a opção foi usar o projetor multimídia, porém só havia um para a escola toda e o mesmo se encontrava com problemas e seria levado para o conserto. Então, como já havíamos antecipado, a condução “escolhida” para a atividade foi a que não contava com o uso dos computadores nem com o uso do projetor.

De início o planejado era desenvolver a atividade em três aulas, mas como as aulas foram cedidas e ocorreram alguns imprevistos, só pudemos utilizar duas aulas. Outro imprevisto foi que a professora havia dito que já teria trabalhado o conteúdo de área de polígonos e área do círculo antes do desenvolvimento da atividade, entretanto ela não conseguiu abordar a área do círculo a tempo.

A informação que tivemos era de que a sala tinha de 35 a 38 alunos frequentes. Porém, na ocasião haviam apenas 20 alunos. A aula foi iniciada com uma breve apresentação da pesquisadora e de seu propósito para aquela aula, logo em seguida se estabeleceu um diálogo para introduzir a problemática, em relação a ida deles a alguma rodoviária, se conheciam a rodoviária da cidade em que residem, como era organizado o espaço, qual era o formato, entre outras perguntas. Poucos alunos responderam às perguntas, aparentemente se sentiram envergonhados, então eles foram organizados em cinco grupos para que a atividade pudesse seguir.

Depois que eles já estavam em grupo começaram a se soltar um pouco mais sendo que um aluno mais desinibido do grupo acabava incentivando os demais a participarem. Por ora, fugiam do assunto, mesmo assim foi possível que dissessem algumas coisas em relação às perguntas feitas.

A inteiração com a problemática se seguiu por meio de uma imagem da rodoviária de Londrina que os alunos receberam, a partir da qual comentaram sobre a rodoviária e sobre o espaço que eles imaginavam que ela ocupa, sobre o formato, entre outros. Em seguida, lhes foi entregue uma impressão com a imagem de uma vista aérea da rodoviária (Figura 1). Os alunos foram estimulados a conversar, sobre a possibilidade de conhecer as medidas do local apenas pela imagem, se poderiam relacionar essa imagem e a problemática com o que conheciam de Matemática no intuito de avançar para a fase de matematização.

Figura 2: Vista aérea da Rodoviária de Londrina



Fonte: <https://www.google.com/earth>, coordenadas 23°18'33.69"S 51°09'00.66"W

Em nossa antecipação consideramos duas possibilidades: a de que os alunos adotassem como hipótese que o telhado poderia ser representado pela diferença entre dois polígonos regulares semelhantes, de 32 lados, como a Figura 2 parece sugerir; e a de que assumissem a hipótese de que o telhado é circular.

Então eles pegaram a folha contendo os dados e o problema: *Caso seja necessário realizar uma reforma nesse espaço coberto da rodoviária, qual seria a quantidade necessária de telha em metros para realizar está cobertura?* (Figura 2), e começaram a falar que para saber quanto media o espaço coberto eles teriam que fazer alguma conta que eles não sabiam qual era, uma conta que descobria quanto valia o espaço de dentro, pois como foi dito no início, eles não conheciam ainda como se calcula a área do círculo. Como a opção dos alunos foi de que o formato do telhado é circular, surgiu a oportunidade de explicar como obter a área de um círculo, para que eles pudessem prosseguir com a resolução.

Figura 2: Atividade

A vista aérea da rodoviária mostra uma estrutura que parece circular. O diâmetro dessa figura circular é de aproximadamente 177,18 m.

As rodoviárias geralmente são compostas por um espaço externo, no qual os ônibus utilizam para carga e descarga e um espaço interno, com guichês, lanchonetes, entre outros... Nessa rodoviária da foto o esse espaço coberto, tem como diâmetro 151,96 m e a parte central possui 58,52 m.

Caso seja necessário realizar uma reforma nesse espaço coberto. Qual seria a quantidade necessária de telha em metros para realizar a cobertura dessa área?

Fonte: professora-pesquisadora

Então, foi necessário ir de grupo a grupo tirando as dúvidas, que foram muitas, talvez por eles não terem o conhecimento prévio sobre área do círculo, somado ao fato de ser uma turma em que a maioria apresentava bastante dificuldade em Matemática, conforme adiantou a professora da turma. Dos cinco grupos, quatro se mostraram interessados em meio às dificuldades, porém um dos grupos não mostrou interesse, por mais que houvesse insistência em ajudá-los eles não se importaram muito.

A maioria conseguiu terminar a atividade, porém não houve tempo para que eles expusessem as resoluções na lousa. No entanto, houve uma conversa ao final da atividade, em que cada grupo falou a resposta a que chegaram ou até onde conseguiram chegar. Nesse momento foi comentado o porquê de os resultados não ficarem todos iguais, como mostram a Figura 3 e a Figura 4. Houve diferença de quem utilizou o valor exato de π (calculadora), ou aproximação para um menor número de casas decimais.

Figura 3- Registros do grupo 1

Dados: Diâmetro dessa figura circular π de aproximadamente 17,16 m.
 tem como diâmetro 151,96 m e a parte central possui 58,52 m

Resolução:

1°

$$151,96 \div 2 = 75,98^2$$

$$5,772 \cdot 9604 \cdot 3,14 = 16.127.09566$$

$$58,52 \div 2 = 29,26^2$$

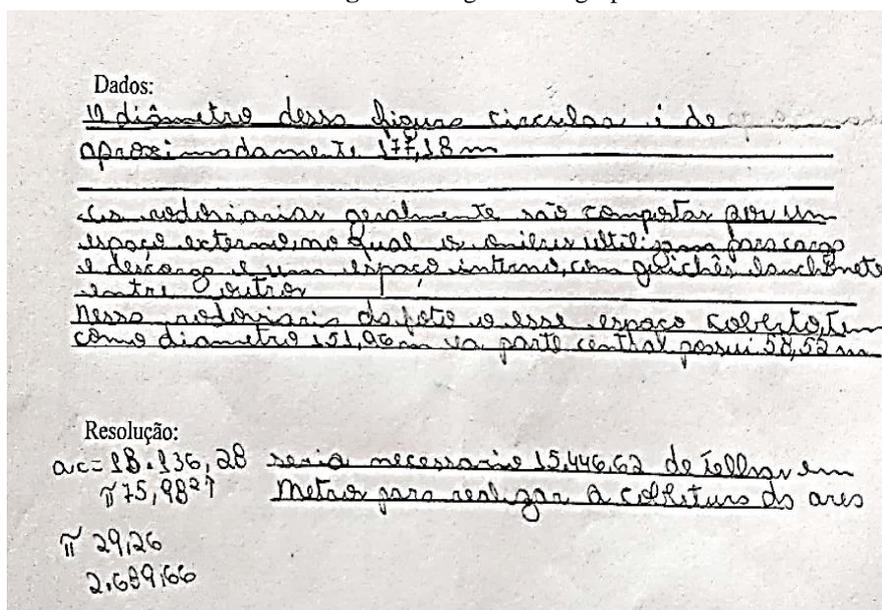
$$856.1476 \cdot 3,14 = 2.688.30158$$

$$\begin{array}{r} 16.127.09566 \\ - 2.688.30158 \\ \hline 13.438.79308 \end{array}$$

R: A quantidade de metros de ferro preso é 13.438,79.

Fonte: Os alunos

Figura 4: Registros do grupo 2



Fonte: Os alunos

E por fim, foi solicitado que os alunos fizessem um pequeno relato da aula, e entregassem para a professora da turma, porque o tempo já havia acabado. Eles viram a validação com a professora deles, pois, foi passado para ela na intenção de que a atividade de Modelagem não ficasse incompleta, sem a fase de validação, e para que eles pudessem ver que chegaram em um valor bem próximo do real.

REFLEXÕES ACERCA DA ATIVIDADE DESENVOLVIDA

A preocupação por parte de pesquisadores e professores, em relação a eficácia do ensino, se mostra uma característica corriqueira tanto no meio acadêmico quanto em sala de aula. Devido a isso, a busca por formas de oferecer aulas mais atrativas e prazerosas, mas, também potencialmente significativas é constante.

Ao pensar essa atividade de Modelagem com a intenção de constituir um material potencialmente significativo, foi levado em consideração, além da contribuição que almejávamos em relação ao conhecimento dos alunos quanto aos conteúdos matemáticos, trabalhar com conhecimentos não matemáticos a partir de uma situação real. E isso fica claro na fala de Blum (2015) ao enfatizar que as atividades de Modelagem exigem bastante cognitivamente, envolvendo conhecimentos matemáticos e extra matemáticos durante o seu desenvolvimento.

No decorrer da atividade se faz necessário transcrever, por meio da Matemática – *matematização* –, dados reais que estão na linguagem natural. E se tratando da antecipação, na perspectiva de Niss (2010), ela envolve não só antecipar o que será útil matematicamente nas etapas (ou fases) subsequentes do ciclo de Modelagem, mas também implementação dessa antecipação na tomada de decisões e realização de ações trazendo os próximos passos.

Ao chegar na escola e perceber que não estariam disponíveis os recursos pensados inicialmente, como o computador para o uso do Google Earth, a partir do qual os alunos poderiam coletar os dados das dimensões do telhado com uso de ferramentas dinâmicas do aplicativo, ou mesmo o projetor, por meio do qual a visualização dinâmica poderia contribuir com o desenvolvimento de habilidades em relação ao emprego da tecnologia, notamos que foi de grande importância a antecipação realizada. O planejamento considerou diferentes estratégias e trouxe segurança à professora-pesquisadora diante das restrições do ambiente educacional (TRONCON, 2014), e a permitiu tomar as decisões cabíveis sem que houvesse maiores transtornos.

A estruturação da situação extra matemática requer, de acordo com Niss (2010), uma antecipação do envolvimento potencial da Matemática e da natureza e utilidade desse envolvimento em relação aos propósitos de Modelagem. Requer ainda uma antecipação inicial de qual(is) domínio(s) matemático(s) pode(m) ser usado(s) para representar a situação e as questões colocadas sobre isso.

O plano de aula, contemplando a antecipação, levou em conta, ao menos em parte, os conhecimentos prévios dos alunos, que foram identificados por meio de uma conversa com a professora da turma, abordou conteúdos que se pretendia trabalhar ao propor essa atividade a partir da hipótese de o telhado ser aproximado por um polígono regular e a de ter o formato circular. De acordo com Moreira (1999), esses são aspectos que se evidenciam na concepção de um material potencialmente significativo.

Ao trabalhar conteúdos por meio de atividades de Modelagem Matemática, os alunos são colocados diante de situações nas quais eles precisam refletir e fazer retrospectivas para prosseguir. As respostas de alunos de grupos distintos, obtidas de transcrições do áudio, sinalizaram a compreensão da atividade e a ligação com os conteúdos que eles estavam estudando, sendo alguma delas: “Com esse redondo eu não sei, mas se fosse tipo quadrado a gente já fez.” e “A gente não sabe fazer isso de círculo não, só com quadrado.”

De acordo com Blum (2015) os alunos devem ser ativados não apenas cognitivamente, mas também meta-cognitivamente. Todas as atividades devem ser acompanhadas de reflexões

e devem ser refletidas em retrospectiva, com o objetivo de avançar estratégias adequadas de aprendizagem. Durante a resolução isso também acontece, pois, ao começar a aplicar a Matemática a partir da situação real, eles precisam pensar e refletir sobre os conhecimentos matemáticos que eles dispõem, e então ver o que se faz mais coerente com a situação, e se esses não forem suficientes, o professor apresentará algum outro conteúdo, se o objetivo for introduzir algo novo.

Moreira (1999) diz que o armazenamento de informações feito pela mente humana acontece de forma organizada e hierárquica. Então, quando esse aluno reflete e alia os conhecimentos prévios com os novos e os aplica na atividade, ele estará dando indícios de aprendizagem significativa, pois, reflete a integração de conhecimentos já presentes em sua estrutura cognitiva, com os novos que lhe estão sendo apresentados.

A antecipação que o professor realiza antes de partir para o desenvolvimento da atividade de acordo com Stillman, Brown e Geiger (2015) prevê o que pode ser útil matematicamente ao transitar entre as fases da atividade de Modelagem, e alimenta algumas decisões que podem ser tomadas, pois, essas fases podem ser revistas sempre que necessário. Deixando o professor mais seguro e preparado para o que está por vir, pois, os alunos tendem a fazer perguntas, no caso da atividade que foi apresentada, pode-se dizer que sendo muitas dessas perguntas cogitadas durante a antecipação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esperamos que essa atividade de Modelagem Matemática tenha contribuído com a formação dos alunos, seja quanto ao desenvolvimento de competências e habilidades necessárias para sua autonomia, seja em relação ao conhecimento matemático dos alunos e também dos conhecimentos extra matemáticos. Além de despertar um interesse maior pela disciplina.

A antecipação realizada para o desenvolvimento dessa atividade foi relevante para a pesquisadora. Por meio dela foi possível lidar sem maiores transtornos com os imprevistos que surgiram no início e no decorrer do desenvolvimento da atividade. Também com a falta dos recursos e até mesmo com as dúvidas apresentadas pelos alunos. Além disso, representou uma experiência inicial na elaboração de um material potencialmente significativo no âmbito de atividades de Modelagem.

Em relação à essa atividade ser um material potencialmente significativo, estamos ainda no início de uma investigação que pretende colocar o olhar na prática docente com Modelagem

Matemática visando a facilitação da aprendizagem significativa. Porém, percebemos com essa experiência que a maior parte da turma se mostrou disposta a aprender, além de darem indícios de que estariam agregando novos conhecimentos aos já existentes.

Como dito por Niss (2010) em uma antecipação o modelador precisa ser capaz de prever os passos principais para a implementação de estratégias e estipular se os alunos são capazes de executar essas etapas. Isso se aplica a professores também, pois, um professor que antecipa os principais passos a serem seguidos dentro de uma atividade e distingue quais passos seus alunos já conseguem ultrapassar sozinhos, é um professor mais preparado e conseqüentemente mais confiante para desenvolver o seu objetivo com êxito.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. M. W.; SILVA, K. A. P.; VERTUAN, R. E. **Modelagem Matemática na Educação Básica**. São Paulo: Editora Contexto, 2012.

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

BASSANEZI, R. C. **Ensino e Aprendizagem com Modelagem Matemática: Uma nova estratégia**. 3 ed. São Paulo: Editora Contexto, 2006.

BLUM, W. (2015). **Quality teaching of mathematical modelling: What do we know? What can we do?** In S. J. Cho (Ed.), *The proceedings of the 12th international congress on mathematical education—intellectual and attitudinal challenges* (pp. 73–96). New York: Springer.

BOGDAN, R. S.; BIKEN, S. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. 12.ed. Porto: Porto, 2003.

BORSSOI, A. H.; ALMEIDA, L. M. W. Uma aproximação entre modelagem matemática e unidades de ensino potencialmente significativas para a aprendizagem significativa: o caso das equações de diferenças. **Investigações em Ensino de Ciências**. Londrina: PR, v. 18, n. 2, p. 481-503, 2013.

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

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular – versão final**. Brasília, DF, 2017. Disponível em:

http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf Acesso em: 26 abr. 2019.

MALHEIROS, A. P. S. **A produção matemática dos alunos em ambiente de modelagem**. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). UNESP, Rio Claro, 2004.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa**. Fórum Paranaense de Professores. Brasília: Ed. Universidade de Brasília, 1999.



NISS, M. Modeling a crucial aspect of students' mathematical modeling. In: LESH, R. et al. (Eds.). **Modelling students' mathematical competencies**. New York: Springer, 2010. p. 43-59

STILLMAN, G.; BROWN, J.; GEIGER, V. Facilitating mathematisation in modelling by beginning modellers in secondary school. In: STILLMAN, G. A.; BLUM, W.; BIEMBENGUT, M. S. (Eds.). **Mathematical modelling in education research and practice cultural, social and cognitive influences**. Cham, Switzerland: Springer, 2015. p. 93–104.

STILLMAN, G. A. State of the art on modelling in mathematics education—Lines of inquiry. In: STILLMAN, G. A.; BROWN, J. P. (Eds.). **Lines of inquiry in mathematical modelling research in education**. Cham: Springer, 2019. p. 1–20.

TRONCON, L. E. A. Ambiente educacional. **Revista Medicina**. Ribeirão Preto. v. 47, n. 3, 2014, p. 264-271.