

## MODELAGEM MATEMÁTICA EM UMA ATIVIDADE INVESTIGATIVA EM TRILHA ECOLÓGICA

### MATHEMATICAL MODELING IN AN INVESTIGATIVE ACTIVITY IN ECOLOGICAL TRACK

**GISLAINE MARIA FERREIRA MATOS**

Mestre em Ensino de Ciências pela Universidade Estadual de Goiás/UEG,  
gisamferreira@gmail.com

**MIRLEY LUCIENE DOS SANTOS**

Doutora em Ecologia e Docente da Universidade Estadual de Goiás/UEG,  
mirley.santos@ueg.br

**Resumo:** A Modelagem Matemática tem sido amplamente discutida no âmbito da Educação matemática como metodologia capaz de contribuir com a formação dos alunos em competências intelectuais amplas, como saber questionar, investigar e tomar decisões. Interessados em investigar uma proposta pedagógica capaz de gerar na sala de aula um espaço para a pesquisa e a reflexão, buscamos a Modelagem Matemática como metodologia de ensino em uma atividade de investigação matemática em trilha ecológica. Os dados da pesquisa foram coletados com alunos da segunda série do ensino médio de uma escola pública, por meio da atividade extraclasse e das aulas regulares subsequentes a visita a trilha. O envolvimento dos alunos na delimitação das hipóteses e nas fases de pesquisa; as reflexões sobre quais decisões tomar e a preocupação em intervir positivamente na realidade, sinalizou-nos aprendizagens para a formação para a cidadania e participação crítica e reflexiva na sociedade.

**Palavras chave:** Metodologia de Ensino. Ensino Médio. Educação pela Pesquisa. Educação Matemática.

**Abstract:** Mathematical Modeling has been widely discussed on mathematical education field as a methodology capable of contributing to broad intellectual skills training of students, like knowing how to question, investigate and make decisions. Interested in investigating a pedagogical proposal capable of generating a space in the classroom for research and thinking, we look for Mathematical Modeling as a teaching methodology in a mathematical research on an ecological trail. Research data has been collected from high schoolers of a public school through extra class activity and regular classes following trail visits. The student's involvement in hypothesis delimitation and in research phases; the reflections about which decisions to take and the concern to positively intervene in reality, showed us learning to citizenship formation and reflexive participation in society.

**Keywords:** Teaching Methodology, High School, Education through researching, Mathematical Education

#### Introdução

Como consequência da filosofia ocidental desde Descartes, as práticas educativas das culturas ocidentais da atualidade priorizam o intelecto, valorizando a memorização de conhecimentos em detrimento de um saber/fazer mais dinâmico e participativo. Esse fato é analisado por D'Ambrósio (2012) ao contestar a perspectiva da educação matemática que trata teorias de aprendizagem como sistemas de massa com seus objetivos, métodos e conteúdos preestabelecidos.

Skovsmose (2001), afirma que a matemática desempenha papel importante na sociedade, visto que muitas representações matemáticas ajudam na tomada de decisões de fatos relevantes. Também D'Ambrósio (2012) comenta que existem infinitas possibilidades de temas do cotidiano que podem ser tratados em aulas de matemática, onde o professor tem

uma gama de temas de acordo com o cotidiano e o interesse dos alunos. D'Ambrósio (2012), atesta ainda a necessidade de uma formação mais ampla dos alunos, extrapolando a mera instrução intelectual dos mesmos.

Acreditamos que essa preparação cidadã e global de estudantes passe por uma aprendizagem por meio de atividades de protagonismo, de pesquisa, investigação e reflexão na escola. No entanto, muitas são as limitações para essa formação dos alunos. No que corresponde à disciplina de matemática, pontuamos dificuldades como a falta de temas contextualizados nos livros didáticos; o engessamento do currículo e a falta de um ambiente propício para aulas mais investigativas.

A Modelagem Matemática tem sido amplamente discutida no âmbito da Educação matemática como metodologia capaz de contribuir para fazer do processo de ensino e aprendizagem de matemática algo que ultrapasse o aspecto teórico formal, alcançando a formação de competências intelectuais mais amplas, onde os alunos são motivados a investigar e buscar sempre o conhecimento (BURAK, 2010).

Interessados em investigar uma proposta pedagógica capaz de gerar na sala de aula um espaço para a pesquisa e a reflexão, buscamos a Modelagem Matemática como metodologia de ensino para atividades de investigação matemática em trilha ecológica. Constitui-se, portanto, questionamento dessa pesquisa, entender quais as contribuições da atividade em trilha ecológica, pautada na Modelagem Matemática, para a formação de competências de pesquisa e investigação nos alunos do ensino médio.

Utilizamos, para tanto, os referenciais da Modelagem Matemática e das perspectivas educacionais sobre educar pela pesquisa de Demo (2003) e sobre Investigações Matemáticas em Ponte (2003) e Skovsmose (2001).

Os dados da pesquisa foram, portanto, coletados com alunos da segunda série do ensino médio de uma escola pública no município de Anápolis, GO, por meio da atividade extraclasse e das aulas regulares subsequentes à visita a trilha. Alguns dos alunos tinham passado por uma primeira experiência com a Modelagem Matemática no ano anterior, no entanto, a maioria da turma estava vivenciando pela primeira vez uma atividade educativa nesses moldes.

Com a participação dos estudantes na investigação matemática da trilha, com seus registros escritos e representados em maquetes, buscamos descrever os indícios de contribuição da Modelagem Matemática para aprendizagens investigativas e reflexivas dos conhecimentos matemáticos envolvidos e/ou de outros interdisciplinares ou transdisciplinares.

## **A Modelagem Matemática como Ambiente de Pesquisa e Investigação no Ensino de Matemática**

Ao propor a Educação por meio da Pesquisa, contrapondo o ambiente tradicional das escolas de treinar e impor o conhecimento pronto, Demo (2003) afirma que a pesquisa pode ser uma atitude cotidiana, não algo feito só por doutores, basta que para isso se adapte ao desenvolvimento cognitivo dos alunos. O autor afirma que o processo da pesquisa inicia motivando o aluno a saber questionar, a propor pesquisas, a buscar e a interpretar dados e a encontrar fontes.

Esse deve ser um processo em que o estudante abandona o papel de objeto e assume o de sujeito, aquele que trabalha e contribui para reconstruir o conhecimento, numa atitude de *questionamento reconstutivo*. Questionamento, fundamentado pela formulação e realização de projetos próprios por parte dos alunos, aproveitando o que já trazem como identidade cultural e reconstrução pelo ato de inovar ou de interpretar de uma forma própria, envolvendo o saber pensar e o saber aprender (DEMO, 2003).

Ponte (2003) também defende a aproximação dos processos de pesquisa e investigação aos processos de ensino e de aprendizagem. O autor afirma que o saber investigar é uma aprendizagem imprescindível para todas as pessoas e, portanto, a escola deve desenvolver competências não só de conhecimentos específicos, mas também a capacidade de usá-los em processos de situações concretas aplicando as ideias e conceitos matemáticos para atuar reflexiva e criticamente em situações da vida.

A Modelagem Matemática como estratégia de ensino e aprendizagem caracteriza-se por criar um ambiente onde os alunos são convidados a questionar e a investigar, por meio da matemática, situações de outras áreas do conhecimento (BASSANEZI, 2002; BARBOSA, 2009). Diferente de apenas resolver uma situação-problema já estabelecida, as atividades com modelagem começam com os alunos ajudando na escolha do tema de investigação e seguem com procedimentos de pesquisa (ALMEIDA; VERTUAN, 2014).

Esses procedimentos, conhecidos como fases ou etapas da modelagem, podem ser diferentes segundo as abordagens de como a modelagem é entendida e segundo a complexidade do problema investigado (BORROMEU, 2006). Adotamos as descrições de Meyer, Caldeira e Malheiros (2013), que apresentam essas etapas em cinco momentos:

- 1) determinar a situação; 2) simplificar as hipóteses dessa situação; 3) resolver o problema matemático decorrente; validar as soluções matemáticas de acordo com a questão real e finalmente, 5) definir a tomada de decisão com base nos resultados (MEYER; CALDEIRA; MALHEIROS, 2013, p.28).

Poderíamos sintetizar esses cinco momentos em etapas de um ciclo de modelagem, como descrito no esquema da figura 1.

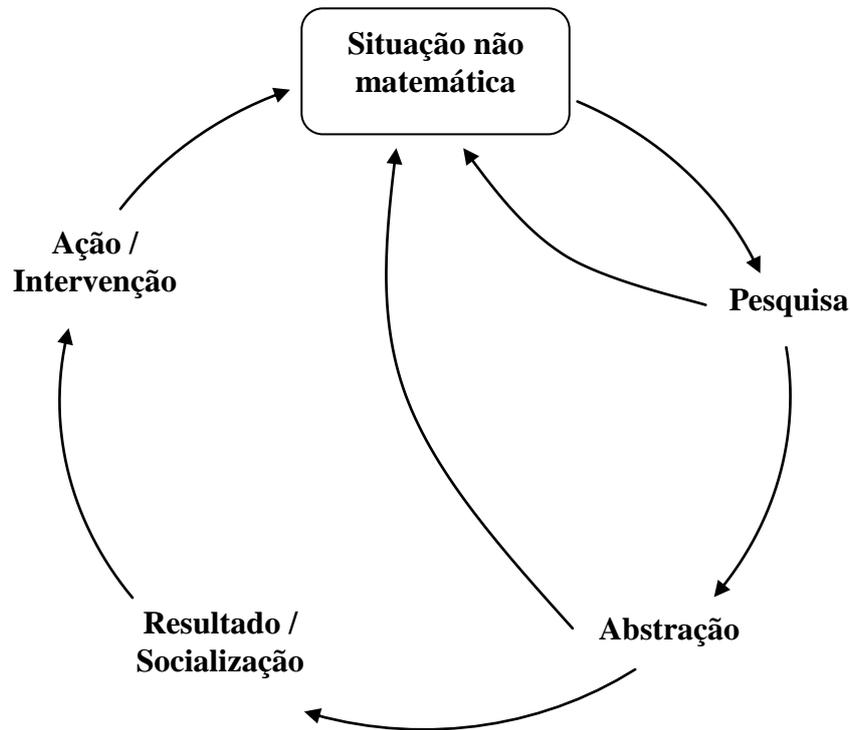


Figura 1– Fases da Modelagem  
Fonte: Elaborado pelas autoras

Esse ciclo de modelagem resume a forma como entendemos os caminhos de uma atividade de Modelagem na sala de aula. Partindo de uma situação do cotidiano dos alunos, inicia-se o processo de pesquisa buscando abstrair um problema matemático e simplificar as hipóteses. Depois de delimitado o problema e colhidas as informações necessárias, inicia-se a fase de resolução e a socialização dos resultados encontrados. Nessa conclusão da modelagem, obtém-se o resultado ao problema inicial que será os fundamentos para ação e intervenção na situação inicial (BARBOSA, 2009).

Podemos observar nesse caminho da Modelagem espaços para formulações, coleta de dados, reflexões e para a tomada de decisões. Lopes e Costa (2015) destacam essas potencialidades da Modelagem como metodologia relacionada a pesquisa e a investigação e afirmam que ao direcionar o estudante ao local da situação-problema, instigando-o a buscar do conhecimento, prepara os alunos para aplicarem essas competências em distintas circunstâncias da vida.

## **Descrição e Avaliação da Atividade de Modelagem Matemática**

Tendo conceituado como seria entendida a Modelagem Matemática no processo de ensino e aprendizagem nas aulas do ensino médio e por quais caminhos seriam conduzidas as etapas do processo de investigação, buscamos um tema para a atividade que atendesse aos objetivos iniciais de formação investigativa e reflexiva dos alunos e também com o intuito de trabalhar a Trigonometria no Triângulo Retângulo, por ser o conteúdo a ser desenvolvido naquele momento.

A atividade de Modelagem Matemática proposta pode ser descrita em quatro partes: a) problematização e elaboração dos instrumentos de coleta dos dados, onde foi dialogado sobre as hipóteses de pesquisa e confeccionados os materiais de coleta de dados; b) pesquisa e coleta de dados na Trilha do Tatu, situada na reserva ecológica da Universidade Estadual de Goiás, Campus de Ciências Exatas e Tecnológicas (CET); c) exploração dos dados e resolução do problema, constituída pelo tratamento dos dados e formalização dos conhecimentos matemáticos com socialização dos resultados d) construção da maquete da trilha.

### **1ª Parte: Problematização e elaboração dos instrumentos de coleta de dados**

A primeira etapa se deu numa sequência de três aulas destinadas a apresentação da proposta, a problematização da atividade e à confecção dos instrumentos que seriam utilizados na coleta de dados.

A professora fez uma visita prévia à trilha acompanhada dos biólogos instrutores dos projetos de Educação Científica, a fim de conhecê-la e analisar as investigações matemáticas possíveis. Um ponto importante explicado pelos biólogos foi o de que a trilha passa por três fitofisionomias de Cerrado, ocorrendo formações savânica e florestais. No ponto de transição de cada uma dessas formações existem portais, o que levou a propor aos alunos que representassem a trilha em relatórios, desenhos ou maquetes, obedecendo as proporções e as características principais de cada uma dessas formações.

Uma das características que diferencia uma fitofisionomia de outra é a estrutura da vegetação e, portanto, seria necessário coletar as medidas das árvores de cada formação. Essa coleta de dados seria utilizada para se trabalhar a trigonometria. Outros elementos da estrutura da trilha, como os portais, os corrimões de um mirante e a escada de acesso ao córrego

poderiam ser medidos e desenhados para serem reproduzidos na descrição dos elementos principais da Trilha do Tatu.

Após esse reconhecimento do ambiente de pesquisa, a professora levou pronta uma parte da proposta, sendo que a delimitação total da situação-problema, com os objetivos e as estratégias de resolução foram pensadas e realizadas em conjunto, alunos e professora. Esse momento aconteceu na primeira aula, onde foi decidido confeccionar maquetes e também fazer a análise da trilha a partir de três pontos de observação, como roteiro para a atividade de campo.

1. Analisar matematicamente a trilha em seus aspectos
2. Colher as principais características das fitofisionomias da trilha, como altura média da vegetação (utilizar o teodolito confeccionado para tirar os dados necessários para se medir uma altura inacessível de uma árvore)
3. Fazer um esboço do formato dos portais, dos bancos, da escada e do deck, observando o tamanho de cada lado e os ângulos formados por eles.

Nessa aula foi gerado um espaço de participação democrática entre a professora e os alunos e a notícia de que iriam visitar uma trilha ecológica para uma atividade de matemática, os encantou muito, levando-os a se envolverem no planejamento da atividade com motivação e entusiasmo. Essa aula foi uma oportunidade de gerar espaço para o *questionamento* proposto por Demo (2003), caracterizado pelo espaço para a formulação de projetos próprios por parte dos alunos.

As duas aulas seguintes foram destinadas à confecção de um teodolito caseiro que seria usado para, a partir dos conhecimentos sobre trigonometria no triângulo retângulo, medir alturas inacessíveis das árvores maiores e dos portais da trilha. Foi pedido aos alunos que levassem os materiais necessários (barbante, transferidor, tubo transparente de caneta e uma borracha) para a confecção do teodolito.

A professora apresentou o teodolito como instrumento de medida de ângulos e instruiu os alunos nos passos para construir um modelo caseiro, utilizando os materiais levados por eles. Depois como os teodolitos prontos foi explicado que ao inclinar para ver algo acima da altura dos olhos, o peso preso no barbante ajuda-o a marcar no transferidor o ângulo percorrido nesse movimento, sendo, portanto, o ângulo de visão desse ponto como mostrado na figura 2. Com a medida desse ângulo e sabendo a distância entre o objeto e o observador é possível medir a altura desejada do objeto, por meio da relação trigonométrica da tangente de um ângulo (Veja proposta semelhante na URL: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=12635>).

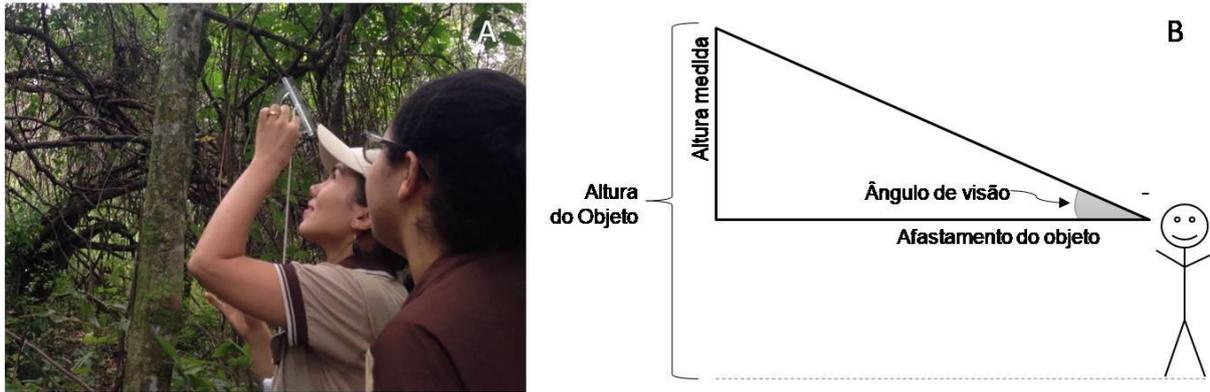


Figura 2 – Teodolito como instrumento de medida de ângulos. (A) Utilização do teodolito caseiro construído pelos alunos da segunda série do Ensino Médio de uma escola pública no município de Anápolis, GO. (B) Aplicações das relações trigonométricas.

Fonte: Acervo pessoal das autoras

Essa parte da atividade foi encerrada com a revisão sobre as relações trigonométricas. Segundo o Programa de Matemática para o Ensino Médio do Estado de Goiás, esse conteúdo é introduzido na primeira série, sendo apresentado novamente como conteúdo da segunda série. Assim, os alunos já possuíam uma noção inicial do assunto e puderam com essa atividade, e com as etapas de investigação seguintes, fixar esse conhecimento matemático. Dessa forma, foi trabalhada no ciclo da Modelagem a etapa que chamamos de Situação não matemática e também alguns passos iniciais da etapa chamada Pesquisa.

## 2ª Parte: A Pesquisa e Coleta de Dados

A visita à trilha ocorreu no período matutino, no próprio turno de aulas da turma. Antes de fazerem o percurso, os alunos passaram por uma breve apresentação sobre o bioma Cerrado, na qual foram dadas explicações sobre as diferentes fitofisionomias encontradas na trilha e sobre os portais que as delimitam (Figura 3). Os vinte e seis alunos presentes foram, então, separados em três grupos, cada um responsável por descrever uma das três fitofisionomias, sendo elas o cerrado *stricto sensu*, a Mata Estacional Semidecidual (Mata Seca) e a Mata de Galeria.

Os alunos foram conduzidos para a trilha e cada grupo se concentrou em colher os dados do trecho selecionado. Cada grupo portava suas trenas, os teodolitos confeccionados por eles e um diário de bordo para o registro dos dados. Assim, foram medindo elementos que consideravam importantes, anotando características dos trechos e registrando por meio de fotografias (Figura 4).



Figura 3 – Miniaula no laboratório de Pesquisa e Educação Científica - LabPEC - UEG  
Fonte: Acervo pessoal das autoras



Figura 4 – Visita à Trilha do Tatu e coleta dos dados pelos alunos da segunda série do Ensino Médio de uma escola pública no município de Anápolis, GO.  
Fonte: Acervo pessoal das autoras

A professora acompanhou os grupos, indicando os pontos importantes de observação e ajudando-os a utilizar o teodolito para medir as árvores e os portais. Essa atividade experimental de lidar com a necessidade de medir alturas inacessíveis foi crucial para os alunos reconhecerem a utilidade do conhecimento matemático envolvido nessa situação. Diferente de ler uma aplicação da matemática em uma situação-problema didática, eles puderam constata-la em um ambiente natural (BURAK, 2010)

As medidas dos ângulos feitas no teodolito, as medições feitas com a trena, os desenhos e todos os registros dos elementos da trilha constituiu material de análise para posterior confecção das maquetes. Os alunos se mostraram ativos nesse processo de coleta

dos dados, tendo participado como sujeitos do processo, atribuindo significado ao conhecimento pelos seus próprios meios (MEYER; CALDEIRA; MALHEIROS, 2013).

Já no final da visita, na saída da trilha, os alunos encontraram fezes de algum animal contendo um grande pedaço de plástico. Nesse momento a bióloga que guiava os alunos, fez uma pausa na caminhada para explicar aos alunos que aquelas eram fezes de um animal que havia ingerido aquele plástico. Isso gerou um momento de diálogo sobre a importância de não poluir o meio ambiente, criando um espaço de aprendizagem e reflexão transdisciplinar porque não se tratava de aprendizagem sobre matemática ou biologia. Mas sim de despertar a consciência para o respeito por todos os seres e pela natureza de forma geral (D'AMBRÓSIO, 2009).

Assim, ao encerrar a visita à Trilha do Tatu finalizamos a etapa que no ciclo da Modelagem chamamos de Pesquisa.

### 3ª Parte: Exploração dos dados e resolução do problema

Ao retornar da trilha, foi feita uma socialização para a discussão e reflexão com os alunos sobre o planejamento da construção da maquete. Os alunos foram incentivados a fazerem um projeto com os cálculos necessários para encontrar as alturas das árvores e dos portais e para estimarem qual seria a escala utilizada no trabalho (Figura 5).



Figura 5 – Planejamento da construção da maquete a partir dos dados coletados na Trilha do Tatu pelos alunos da segunda série do Ensino Médio de uma escola pública no município de Anápolis, GO.

Fonte: acervo pessoal das autoras

As aulas seguintes foram destinadas ao desenvolvimento desse trabalho, nas quais a professora foi orientando cada grupo sobre como utilizar as medidas dos ângulos obtidas com o teodolito e as medições realizadas também com a trena. Nesse momento a professora voltou a falar das relações trigonométricas no triângulo retângulo, enfatizando a tangente do ângulo

como ferramenta para medir alturas inacessíveis (Figura 6). Nessas aulas tentamos envolver a fase da modelagem que chamamos de Resultado/ Socialização.

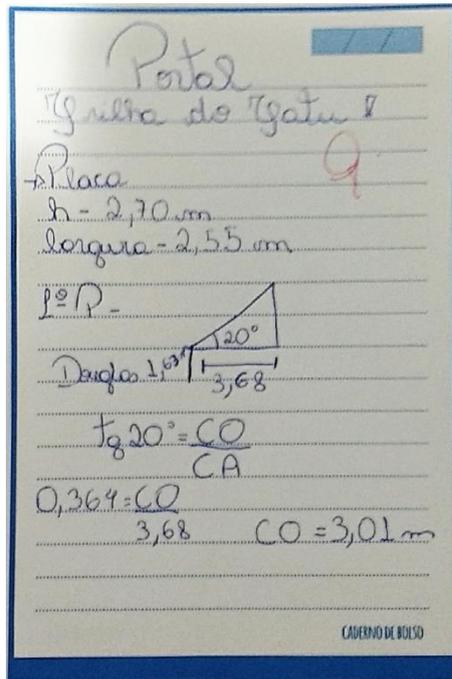


Figura 6 – Exemplo de cálculo utilizando a tangente para obter a altura de uma placa cuja medida foi obtida na atividade investigativa realizada na Trilha do Tatu pelos alunos da segunda série do Ensino Médio de uma escola pública no município de Anápolis, GO  
 Fonte: acervo pessoal das autoras

No entanto, apenas alguns alunos de cada grupo se preocuparam em aprender o conteúdo matemático envolvido na atividade, sendo que a maioria ficou motivada apenas pelo trabalho manual de fazer a maquete e acabaram se dispersando. Essa dispersão não foi contornada pela professora devido à complexidade de orientar tantos alunos em um modelo de aula diferente do modelo tradicional. Blum (2011) fala dessas dificuldades que os professores encontram em propor atividades de modelagem, destacando também que a imprevisibilidade gerada nessas aulas torna a modelagem difícil para alunos e professores o que se constitui em uma das causas principais da Modelagem Matemática ser pouco utilizada nas escolas.

Outro fato importante observado foi a insegurança dos alunos quanto ao conteúdo estudado nas atividades investigativas. Quando a professora disse que cairia na prova questões parecidas às envolvidas na atividade prática, os alunos desesperaram e pediram uma aula expositiva de revisão com a resolução de exercícios no quadro.

Nossa sugestão para minimizar esse problema, de modo a favorecer a aprendizagem matemática para todos os alunos, seria a de separar os alunos em grupos menores para garantir a participação de todos e contar também com monitores que pudessem ajudar o

professor a acompanhá-los mais de perto na fase de matematização e resolução da situação-problema.

#### **4ª Parte: A construção das maquetes e apresentação do trabalho**

Com o planejamento de quais características seriam apresentadas na maquete, o registro dos dados e o resultado obtido no cálculo das alturas das árvores e dos portais, os alunos partiram para a construção. Precisavam, para tanto, definir qual a escala utilizar a fim de representar proporcionalmente cada trecho e fitofisionomia da trilha.

Os próprios alunos constataram que não poderiam adotar uma escala aleatoriamente, que precisariam planejar baseados na relação do tamanho real com o tamanho da maquete, podendo escolher a dimensão de qualquer elemento como parâmetro. Um dos grupos sugeriu que poderiam relacionar o comprimento do isopor que usariam de base com o tamanho total do trecho da trilha, gerando assim a razão para definir a escala. A professora aproveitou para discutir com os alunos os conhecimentos matemáticos de Razão, envolvidos nessas análises. Destacamos esse momento como um dos mais significativos, pois os alunos envolveram seus conhecimentos matemáticos prévios para resolver o problema em questão, e principalmente, por demonstrarem o desenvolvimento de competências de reflexão, raciocínio e socialização do conhecimento.

Depois de todos terem aceitado essa estratégia de resolução, a professora levou para a sala um mapa da trilha para que os alunos pudessem verificar a extensão dos trechos correspondentes aos seus grupos. Fazer a leitura do mapa poderia ter sido melhor explorado pela professora com o desenvolvimento de muitas habilidades matemáticas, mas restavam poucas aulas das disponíveis para o projeto e os alunos acabaram fazendo uma análise superficial, decidindo pela escala 1:50 que não foi corretamente aplicada na construção de cada elemento da maquete.

Assim, embora a discussão inicial sobre a escala tenha sido muito produtiva, não foi possível integrar esse conhecimento para resolver o problema prático de proporção. Novamente constatamos a dificuldade na aprendizagem matemática, devido à complexidade da resolução de um problema real e a falta de tempo disponível.

Os alunos terminaram os detalhes da maquete em casa e levaram para a aula final do projeto, na qual fizeram uma apresentação do trabalho e participaram de um momento de avaliação de todas as etapas da atividade (Figura 7A). Os alunos se mostraram muito interessados em que o resultado de suas pesquisas e resoluções tivessem alguma utilidade que extrapolassem a atividade em si. A professora combinou com os alunos que doaria as

maquetes para o LabPEC na UEG, a fim de que pudessem ser utilizadas em outras atividades educativas relacionadas à Trilha do Tatu da UEG (Figura 7B). Essa atitude dos alunos reforça a necessidade da fase da Modelagem que chamamos de Ação/Intervenção.



Figura 7 – Maquetes da Trilha do Tatu. (A) Construção de uma maquete pelos alunos da segunda série do Ensino Médio de uma escola pública no município de Anápolis, GO. (B). Exposição das Maquetes doadas ao Laboratório de Pesquisa e Educação Científica (LabPEC) da Universidade Estadual de Goiás (UEG) a estudantes do Ensino Fundamental durante a realização de atividades educativas.

Fonte: Acervo pessoal das autoras

A professora comentou sobre alguns pontos relevantes no processo de realização do projeto, a fim de conduzir a avaliação da atividade por parte dos alunos por meio de uma roda de conversa. As falas dos alunos foram registradas e codificadas com a letra inicial do nome a fim de manter o seu anonimato. Transcrevemos a seguir algumas dessas falas:

**Aluna A:** A atividade na trilha nos aproximou mais do contato com o pesquisador, nos sentimos matemáticos ... bem diferente de estudar de forma afastada da realidade.

**Aluno P:** Gostei da experiência, da noção do que um engenheiro faz.

**Aluna J:** Eu achei interessante a utilidade da matemática para ajudar a medir as alturas.

**Aluna V:** Achei que aprendemos com a convivência no trabalho em grupo. Ter que ter paciência com os meninos que não participavam direito e confiança que a maquete ia dar certo... a questão de quem definia as coisas no grupo também fez a gente aprender sobre liderança.

**Aluno H:** Eu nunca tinha visto escala em atividades na prática, sempre vejo nas aulas de geografia... gostei de entender melhor numa situação que íamos precisar usar.

A fala da aluna A e do aluno P evidenciam como a Modelagem proporcionou aos alunos o ambiente da Pesquisa e a aproximação às Ciências, sinalizando a necessidade de uma maior utilização de atividades investigativas na escola. Essas atividades tornam o processo

participativo e a imagem do cientista deixa de ser visualizada como impotente e inalcançável (LEHNEN; MADRUGA, 2013).

Na fala do Aluno H percebemos a importância de não apenas falar sobre as aplicações dos conhecimentos disciplinares, senão levarem-nos a vivenciar de forma experimental para, assim, conseguirem aplicar em situações futuras. Essa é a contribuição das investigações matemáticas, a capacidade de saber aplicar os conhecimentos matemáticos em situações da vida, atuando reflexiva e criticamente (COSTA; LOPES, 2003).

Os comentários da Aluna V ressaltam que as atividades em grupo e as propostas de projetos envolvendo outras habilidades fora dos domínios disciplinares, contribuem para a formação cidadã dos alunos. Aprender a conviver, a liderar ou ser liderado e a respeitar os colegas em suas individualidades é imprescindível para os alunos. As aulas de matemática devem também proporcionar o desenvolvimento de competências transdisciplinares como essas (D'AMBRÓSIO, 2009; 2012).

### **Considerações finais**

Tendo caracterizado algumas particularidades da educação por meio da pesquisa e da investigação oportunizadas pela Modelagem nas aulas de matemática, podemos afirmar que o envolvimento dos alunos na delimitação das hipóteses, a participação atenta nas fases de pesquisa, as reflexões sobre quais decisões tomar para escolha da escala da maquete e a preocupação em tornar as maquetes úteis para outras atividades, são indícios do desenvolvimento do questionamento, da busca pelo conhecimento, da tomada de decisão e comprometimento por intervir positivamente na sociedade.

As dificuldades em proporcionar uma aprendizagem dos conteúdos matemáticos de maneira efetiva foram notadas, no entanto, nosso objetivo não era a mera aprendizagem do conteúdo de trigonometria no triângulo retângulo. Tendo almejado contribuir com aprendizagens mais amplas de formação para a cidadania e participação crítica e reflexiva na sociedade, concluímos que nossos objetivos foram alcançados. Obviamente não descartamos a necessidade da aprendizagem matemática, apenas não a consideramos mais importante que o saber pesquisar e refletir, porque com essas competências os alunos facilmente saberão buscar fontes de conhecimento, aprenderão a aprender (DEMO, 2003).

Corroboramos, portanto, com vários pesquisadores da Educação Matemática, como D'Ambrósio (2009), Skovsmose (2001), Burak (2010) e Freitas (2016) ao defenderem que a necessidade da Educação Matemática deve expandir sua meta para o desenvolvimento de

competências de formação global dos estudantes, ultrapassando a mera e impositiva formação de conteúdos matemáticos.

### Referências

ALMEIDA, L. M. W.; VERTUAN, R. E. Modelagem matemática na educação matemática. In: ALMEIDA, L. M. W.; SILVA, K. A. P. **Modelagem matemática em foco**. Rio de Janeiro: ed. Ciência Moderna Ltda, 2014.

BARBOSA, J. C. Integrando Modelagem Matemática nas práticas pedagógicas. **Educação Matemática em Revista**, Brasília, ano 14, n. 26, mar. 2009. Disponível em: <[http://www.sbem.com.br/files/revista14\\_26.pdf](http://www.sbem.com.br/files/revista14_26.pdf)>. Acesso em: 20 jun. 2016.

BASSANEZI, R. **Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática: uma nova estratégia**. São Paulo: Contexto, 2002.

BLUM, W. Can Modelling be taught and learnt? Some answers from empirical research. In: KAISER, Gabriele et al. (Ed.). **Trends in teaching and learning of Mathematical Modelling: ICTMA 14**. New York: Springer, 2011. p. 15-30.

BURAK, D. Modelagem Matemática sob um olhar de Educação Matemática e suas implicações para a construção do conhecimento matemático em sala de aula. **Revista de Modelagem e Educação Matemática**, v.1, n.1, p.10-27, 2010.

COSTA, A. B., LOPES, T. B. Uma proposta de Modelagem Matemática no Ensino-Aprendizagem de Matrizes. **Revista do professor de Matemática Online**, v.3, n.1, 2015. Disponível em <<http://pmo.sbm.org.br/wp-content/uploads/sites/16/2016/02/pmo-sbm-v003-n001-costa-e-lobes.pdf>> Acesso em jun. 2017.

D' AMBRÓSIO, U. **Educação Matemática: da teoria à prática**. São Paulo: Papirus, 2012.

\_\_\_\_\_, U. **Transdisciplinaridade**. São Paulo: Ed. Palas Athena, 2009.

DEMO, P. **Educar pela Pesquisa**. Campinas: Autores Associados, 2003. (Coleção educação contemporânea).

FREITAS, W. S. A construção de um Ambiente de Modelagem orientado na perspectiva da Educação Matemática Crítica e suas vozes conflitantes. In **XIII Encontro Nacional de Educação Matemática, Anais...** São Paulo, 2016.

LEHNEN, C. A.; MADRUGA, Z. E. F. Modelagem Matemática e construção de maquetes: relato de uma prática do curso de licenciatura. **Anais... VI Congresso Internacional de Ensino de Matemática**. ULBRA, Canoas Rio Grande do Sul, 2013.

MEYER, J. F. C. A.; CALDEIRA, A. D.; MALHEIROS A. P. S. **Modelagem em Educação Matemática**. 3 ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2013.

PONTE, J. P. M. DA. Investigar, ensinar e aprender. **Actas do ProfMat**, p. 25–39, Lisboa, 2003. 1 CD-ROM.

SKOVSMOSE, O. **Educação Matemática crítica: a questão da democracia**. Campinas, SP: Papirus, 2001. 160 p.