

INTEGRAÇÃO DE TECNOLOGIA E MODELAGEM MATEMÁTICA: UMA ABORDAGEM NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Eduardo Cesar Tonin
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
eduardotonin@alunos.utfpr.edu.br

Emerson Alves Rosa
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
emersonalvesrosa@alunos.utfpr.edu.br

Nabila Iasbik Giroti
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
nabilaiasbik@alunos.utfpr.edu.br

Adriana Helena Borssoi
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
adrianaborssoi@utfpr.edu.br

Resumo

Neste trabalho observamos as relações entre a Modelagem Matemática e o uso de tecnologias em diferentes etapas da escolaridade. Para tal, pretendemos investigar: como os alunos de diferentes etapas da escolaridade, desenvolvem uma mesma atividade de modelagem matemática e quais potencialidades os recursos tecnológicos proporcionam. Para isso, foi adotada uma abordagem qualitativa, com análise de registros e diálogos gerados durante o desenvolvimento da atividade de Modelagem Matemática. A tarefa envolveu o estudo do movimento de um objeto em um plano inclinado. Os alunos trabalharam em grupos e utilizaram recursos como uma tábua de madeira, um carrinho de rolamentos, aplicativos de celular, *GeoGebra* e a plataforma de programação em blocos *Scratch*. Os estudantes percorreram as etapas necessárias para construir o modelo da situação proposta, por meio da modelagem matemática, e também desenvolveram um simulador virtual para o fenômeno em estudo. As tecnologias mediaram a exploração da situação-problema e sua abordagem matemática pelos alunos, proporcionando uma abordagem mais investigativa à modelagem matemática.

Palavras-chave: Modelagem Matemática. Recursos Tecnológicos. Etapas da Educação Básica.

Introdução

A evolução da tecnologia permite diversas possibilidades de ensino, em especial para o ensino da Matemática, onde uma grande variedade de programas computacionais e aplicativos permite um significado especial na construção do conhecimento. Por essa razão, o uso da tecnologia na escola permite ao professor adquirir novas maneiras e formas de ensinar o conteúdo programático ao aluno.

Portanto esse trabalho vem ao encontro dessas premissas, uma vez que uma atividade de Modelagem Matemática pode ser trabalhada utilizando recursos tecnológicos adequados às etapas da Educação Básica.

Dessa forma, foi analisada neste trabalho uma atividade sobre o tempo de deslocamento de um carrinho em uma rampa em diferentes ângulos de inclinações, a atividade foi desenvolvida nos anos finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio.

O objetivo do trabalho foi investigar como os alunos desenvolvem uma mesma atividade de Modelagem Matemática e quais potencialidades os recursos tecnológicos proporcionam.

As seções a seguir apresentam o referencial teórico sobre Modelagem Matemática com auxílio da tecnologia; Aspectos metodológicos, trazendo uma breve descrição de como foi realizada a pesquisa; Análise da atividade de Modelagem Matemática, descrevendo como ocorreu a atividade e sua análise e, por fim as Considerações finais, trazendo as reflexões e considerações dos autores sobre o trabalho.

Modelagem Matemática com auxílio da tecnologia

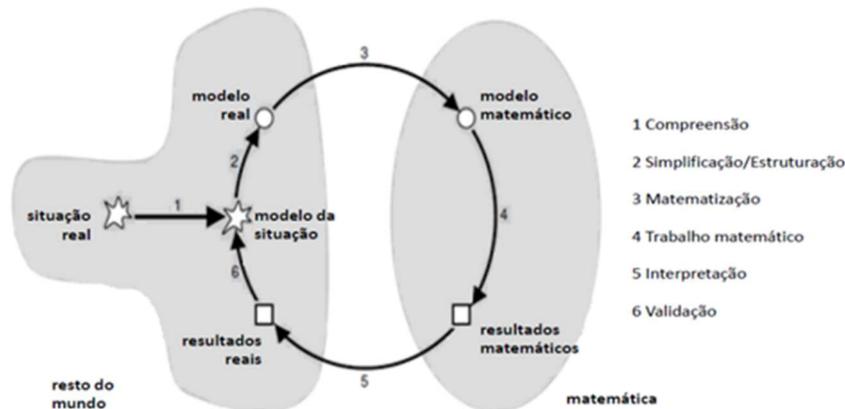
Dentre vários trabalhos e diversas definições encontradas para a Modelagem Matemática podemos destacar o trabalho de Barbosa (2001), que define a modelagem como um ambiente de aprendizagem onde o aluno é convidado a participar do seu processo de aprendizagem, e não a ser simplesmente um mero expectador. O aluno é convidado a se integrar e pesquisar, inserindo-se no ambiente de aprendizagem que a Modelagem Matemática proporciona.

Para muitos pesquisadores, o uso de recursos tecnológicos é um forte aliado nesse processo. Para Greefrath e Siller (2017):

Modelos matemáticos e simulações no ensino de Matemática ganharam importância, devido, entre outras coisas, a atual prioridade nos documentos curriculares, o desenvolvimento contínuo de ferramentas digitais e o uso crescente de modelos e simulações para resolver problemas do mundo real (GREEFRATH; SILLER, 2017, p. 529).

Esses autores entendem que as atividades de Modelagem no ensino de Matemática também estão sujeitas à influência de ferramentas digitais (GREEFRATH; SILLER, 2017). E todas as fases do processo de Modelagem Matemática podem ser auxiliadas pelos recursos tecnológicos, na Figura 1 podemos observar como Niss e Blum (2020) abordam essas fases.

Figura 1 - Ciclo de Modelagem Matemática



Fonte: Niss e Blum (2020)

Para Niss e Blum (2020), este ciclo subentende a presença de uma tarefa de modelagem atribuída a um modelador, no contexto escolar, o aluno, no qual cada fase pode ser resumida da seguinte forma: compreensão: seleciona uma situação oriunda da realidade. Simplificação/Estruturação: delimita essa situação para ser estudada. Matematização: a realidade simplificada será representada por um modelo. Trabalho matemático: resolver o modelo usando as ferramentas da Matemática. Interpretação: discriminação das variáveis matemáticas em torno do modelo. Validação: verifica a coerência da resposta do modelo com a realidade e pode levar o modelador a refazer o ciclo.

Ainda para esses autores,

O diagrama dá atenção especial à necessidade do modelador de entender a tarefa antes de simplificá-la e estruturá-la, primeiro, em um modelo de situação - ou seja, uma imagem mental das características fundamentais da situação e seus elementos essenciais - e, segundo, em um modelo real, todos processos cognitivos referentes ao domínio da realidade. Por fim, o resultado de uma tarefa definida de fora para dentro é ampliado pela presença da última etapa do ciclo, "apresentar" o trabalho a um público ou destinatário, por exemplo, uma classe ou um professor (NISS; BLUM, 2020, p. 17).

Encontramos na literatura diferentes definições sobre o tema modelo, e o que destacamos para esse trabalho é a definição trazida Biembengut (2004).

Um modelo é um conjunto de símbolos os quais interagem entre si representando alguma coisa. Essa representação pode se dar por meio de desenho ou imagem, projeto, esquema, gráfico, lei matemática, dentre outras formas (BIEMBENGUT, 2004, p. 16).

Assim como cenário internacional, a atualização nos documentos curriculares na Educação Básica no Brasil coloca ênfase no uso dos recursos tecnológicos (BRASIL, 2017) e algumas pesquisas já trazem resultados da associação da Modelagem Matemática e simulação. Por exemplo, Carvalho e

Klüber (2021) discutem como se deu a implementação de uma tarefa de Modelagem Matemática com alunos do Ensino Médio utilizando recursos tecnológicos e destaca que a programação de computadores e a Modelagem Matemática se retroalimentam em um ambiente dialógico, reflexivo e colaborativo.

Ainda segundo os autores, a utilização das tecnologias digitais como recurso pedagógico pode favorecer a exploração e experimentação por parte dos alunos de uma forma que só é possível quando esses recursos são utilizados.

Contexto da Pesquisa

A atividade de Modelagem Matemática foi desenvolvida em um colégio cívico militar do interior do Paraná na disciplina de Pensamento Computacional com turmas de 9º ano do Ensino Fundamental e 1º do Ensino Médio e na disciplina de Matemática na turma do 3º ano do Ensino Médio.

A atividade ocorreu em dois momentos diferentes e de formas diferentes. A turma do 3º ano do Ensino Médio coletou os dados do fenômeno investigado e desenvolveram um modelo matemático para descrever seu comportamento, para então comparar tal modelo com um outro modelo clássico da Física, isso ocorreu nas aulas regulares de Matemática com o professor 1 e primeiro autor do trabalho.

Já as turmas do 9º ano do Ensino Fundamental e 1º ano do Ensino Médio, utilizaram esses dados coletados para criar um simulador virtual na plataforma *Scratch* que representasse o fenômeno em questão, e foi desenvolvida pelo professor 2, segundo autor deste trabalho. O professor 2 acompanhou o desenvolvimento da atividade do professor 1 na qualidade de observador e suporte técnico e vice-versa.

Análise do desenvolvimento da atividade de Modelagem Matemática no 3º do Ensino Médio

A situação problema a ser investigada consistia em verificar qual o tempo de deslocamento de um objeto sobre uma rampa em diferentes ângulos de inclinação, se caso fosse alterado o ângulo da rampa se iria alterar tempo de deslocamento, e foi desenvolvida primeiro na turma do 3º ano do Ensino Médio. Para tal, o professor 1 disponibilizou uma tábua de 1,15 metros aos alunos e um carrinho construído a partir de uma lixa de madeira e rolamentos de metal. Após definida a problemática os alunos usaram alguns livros de base de apoio para criar a angulação da rampa, como mostra a Figura 2 (a).

Nesse momento caracterizamos Compreensão e Simplificação/Estruturação onde alunos selecionaram uma situação oriunda da realidade e delimitaram essa situação para ser estudada, segundo Niss e Blum (2020).

Figura 2 - Coleta dos dados



Fonte: Dos autores

Para a coleta de dados os alunos encontraram algumas dificuldades, a primeira foi em determinar o ângulo da rampa, pois estavam usando um transferidor comum, e a segunda foi em cronometrar o tempo de deslocamento do carrinho, pois eles utilizaram um cronômetro do celular para tal ação, mas após alguns testes perceberam que apresentavam valores muito diferentes de tempo. Então o professor 1 sugeriu o uso de dois aplicativos de celular para facilitar a coleta de dados, o primeiro foi o *Smart Protractor*, para coletar o ângulo em que a rampa se encontrava (Figura 2 (c)) posicionando o celular sobre a rampa, e o segundo foi *Arduino Science Journal*, esse que a partir dos sensores do celular, com ele preso ao carrinho (Figura 2 (b)) durante a descida, fosse possível capturar o tempo de deslocamento a partir da análise de seus gráficos.

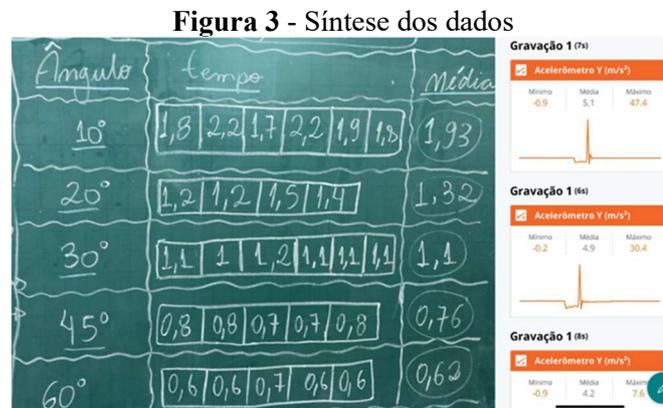
Os alunos usaram as ferramentas digitais que lhe foram disponibilizadas para calcular e medir, mediando assim na realização da atividade em sala de aula (GREEFRATH; SILLER, 2017).

Destacamos nesse momento o início da matematização, onde a realidade simplificada foi representada por um modelo.

Foi sugerido aos alunos que escolhessem alguns ângulos de inclinação da rampa para a coleta dos dados, então foram definidos os ângulos: 10° , 20° , 30° , 45° e 60° e realizado diversas descidas para cada ângulo escolhido.

Após a coleta, os alunos realizaram uma síntese dos dados obtidos e analisaram os gráficos que o aplicativo *Arduino Science Journal* gerou a partir do tempo de deslocamento do carrinho. Também foi sugerido a eles que, para manter um rigor no tratamento dos dados, usassem a média aritmética do tempo em cada um dos ângulos escolhidos. No final os alunos foram ao quadro e

colocaram o tempo em segundos encontrado a partir do gráfico que o aplicativo gerou e a média dos tempos, conforme a Figura 3.



Fonte: Dos autores

A próxima etapa foi sugerir o uso do software *GeoGebra* para os alunos, este que eles ainda não conheciam. Após algum tempo durante o qual o professor 1 explicou como se usava e quais eram suas potencialidades, foi apresentado aos alunos a regressão de curvas e foi explicado qual era o objetivo com essa ferramenta.

Dando sequência à matematização, a próxima orientação foi que os alunos plotassem os pontos de coordenadas A(10, 1,93), B(20, 1,32), C(30, 1,11), D(45, 0,76) e E(60, 0,62), onde o eixo x representava o ângulo de inclinação da rampa e o eixo y o tempo de deslocamento do carrinho sobre a rampa. Após os alunos inserirem os pontos, foi debatido em conjunto com eles sobre que função representava bem o comportamento do fenômeno em estudo e eles decidiram que era a função $y = 2,211e^{-0,022x}$ tal que a variável independente é o tempo de deslocamento e a dependente o ângulo de inclinação da rampa.

Neste momento, podemos evidenciar a quarta fase do ciclo de Blum e Leiß (2005), o trabalho matemático: resolver o modelo usando as ferramentas da matemática, pois os estudantes com auxílio do professor 1 desenvolveram meios necessários para responder a situação problemática inicial.

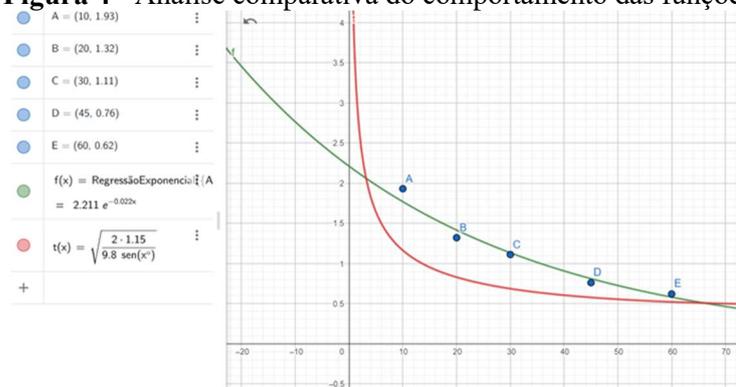
Para validar o modelo, os alunos realizaram diversos testes confrontando os resultados com dados empíricos que possuíam e perceberam, que ele descrevia bem o comportamento do carrinho, e respondia a problemática inicial proposta por eles, evidenciamos a fase de interpretação dos resultados e a fase da validação possibilitadas por meio da comunicação entre professor 1 e estudantes, indicados por Niss e Blum (2020).

Após a validação do modelo obtido por meio do *GeoGebra*, foi solicitado aos alunos que realizassem uma pesquisa e relatassem na próxima aula se encontraram um modelo teórico clássico para o fenômeno, para então fazer uma comparação entre os modelos.

Como resultado, os alunos não encontraram tal modelo. Então foi necessário que o professor 1 apresentasse para os grupos o seguinte modelo: $t(\theta) = \sqrt{\frac{2 \cdot s}{g \cdot \text{sen}(\theta)}}$ onde θ o ângulo de inclinação da rampa, $t(\theta)$ é o tempo de deslocamento do objeto no plano inclinado a um ângulo θ , s é a distância a ser percorrida pelo objeto e g é a gravidade do local. Também foi explicado aos alunos como o modelo foi obtido, além do que o papel que cada variável e parâmetro desempenhava no modelo.

Os alunos então começaram a comparar os resultados do tempo de deslocamento do modelo clássico apresentava para o fenômeno estudado, com dados empíricos e resultados do modelo criado a partir do *GeoGebra* e notaram que para os ângulos iniciais apresentavam uma diferença de tempo maior, então o professor os questionou o porquê isso estava acontecendo. Para auxiliar na dúvida dos alunos, o professor 1 sugeriu o uso do *GeoGebra* novamente para observar o comportamento das duas funções. Conforme a Figura 4.

Figura 4 - Análise comparativa do comportamento das funções



Fonte: Dos autores

Em diálogo, pode-se notar algumas conclusões interessantes dos alunos, ao afirmarem que, apesar do modelo clássico apresentar um melhor comportamento, pelo fato da função não interceptar o eixo y e de a função fazer sentido até o ângulo de 90°. Isso se dá pelo fato de não poder existir movimento do carrinho se o ângulo for de 0°, e o tempo de deslocamento deve atingir o menor valor no ângulo de 90°.

Outro ponto que foi discutido, é o fato da diferença maior do tempo de deslocamento nos ângulos iniciais entre os dois modelos, pois nos ângulos menores a aceleração é menor e conforme aumenta o ângulo a aceleração aumenta, tornando cada vez mais desprezível o atrito.

Os alunos concluíram que a diferença de tempo entre os dois modelos se dava pela ausência de atrito no modelo clássico, e que para o fenômeno em estudo o modelo obtido a partir do *GeoGebra* ainda o representava melhor, pois concluíram que apesar do modelo clássico ter uma generalização para qualquer tamanho de rampa inclinada, nunca de fato teriam uma situação da qual não houvesse o atrito.

Podemos observar como foi possível utilizar as tecnologias digitais, em todas as fases do desenvolvimento da atividade de Modelagem Matemática, conforme afirma Greefrath e Siller (2017), e que seu uso foi de extrema importância, pois de fato sem esses recursos dificultaria a obtenção do modelo matemático que representasse o fenômeno estudado, podendo ainda levar a obtenção de um modelo menos preciso e que não representasse satisfatoriamente a realidade.

Pode-se notar ainda um potencial que a tecnologia permitiu, que ao realizar a comparação entre os dois modelos com o software *GeoGebra*, a partir da visualização da representação gráfica de ambos os modelos pode-se notar que os alunos tiveram oportunidade de refletir e chegar em conclusões interessantes retomando conceitos tanto de Matemática quanto de Física.

Análise do desenvolvimento da atividade de Modelagem Matemática no 9º Ensino Fundamental e 1º do Ensino Médio

Com as turmas do 9º do Ensino Fundamental e 1º ano do Ensino Médio, embora a temática fosse a mesma e os dados coletados pelo 3º ano tenham sido disponibilizados aos alunos, a abordagem foi diferente, em forma de desafio.

O tema estudado foi proposto pelo professor 2, então coube aos alunos investigarem “a descida de um carrinho em várias angulações”, nesse caso com os ângulos de 10°, 20°, 30°, 45° e 60°. A escolha desses ângulos partiu do professor 2 que mediou essa escolha priorizando os mesmos ângulos da atividade realizada com o 3º ano do Ensino Médio visando a comparação futura de resultados.

O desenvolvimento dessa atividade ocorreu na plataforma *Scratch* (Figura 6), um ambiente de programação em blocos gratuito desenvolvido pelo *Media Lab* do MIT em 2007, esse ambiente é uma das principais ferramentas utilizadas no ensino de Pensamento Computacional na rede pública de ensino do Paraná e contém uma interface lúdica e amigável, auxiliando assim no desenvolvimento de atividades relacionadas a matemática e pode ser considerada instrumento na utilização da Modelagem Matemática, conforme afirma Carvalho e Klüber (2021).

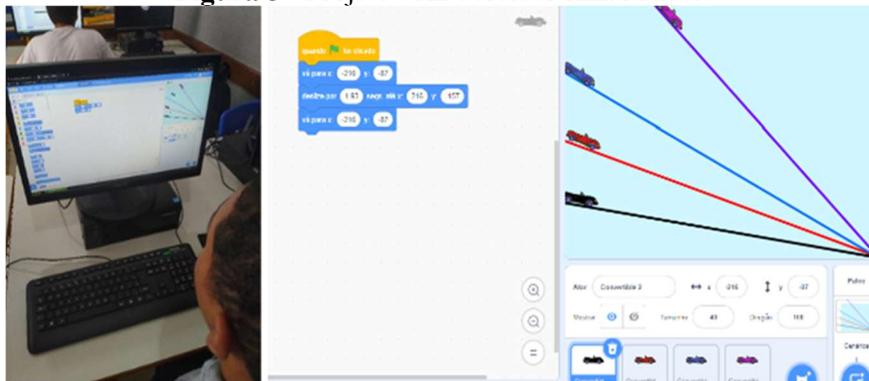
Os alunos trabalharam em grupos e isso possibilitou a troca de informações e fomentou a discussão sobre a problemática. Um grupo em específico foi o primeiro a utilizar o laboratório de informática em horário alternativo, esse momento foi muito bem aproveitado pois possibilitou aos

alunos uma melhor compreensão acerca da proposta sem se preocuparem com a troca de aulas e de professores.

Esse primeiro grupo conseguiu ajustar a rampa conforme a inclinação do carrinho, ou seja, os alunos colocaram inicialmente no projeto quatro angulações em atores diferentes e com isso criaram uma rampa para cada ator, nesse momento o professor 2 propôs que eles ajustassem os quatro ângulos em apenas um projeto, proporcionando uma melhor visualização dentro da plataforma para um comparativo do tempo de descida entre todas as angulações. A mediação foi importante nesse processo e os alunos foram ativos no decorrer de toda a atividade. A mediação também foi importante nos encontros que ocorreram dentro da sala de aula, sem a utilização dos computadores, onde tudo que era realizado no laboratório era discutido.

Nesse momento os alunos também analisavam vídeos e fotos da atividade que foi realizada com a turma do 3º ano do Ensino Médio e foi em um desses encontros que um aluno do primeiro grupo pensou em como modificar seu projeto e realizar as descidas simultaneamente como mostra a Figura 5:

Figura 5 - Projeto com descidas simultâneas.



Fonte: Dos autores

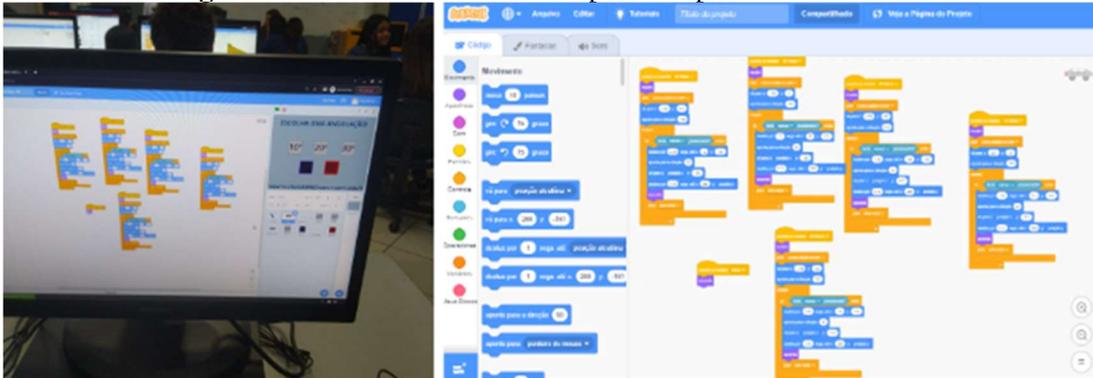
Podemos observar como o ambiente virtual proporciona situações que sem ele não seria possível. No projeto do aluno da Figura 6, usando um único cenário, é possível observar o deslocamento do carrinho em diferentes angulações, simultaneamente, proporcionando a exploração e experimentação por parte dos alunos, conforme colocam Carvalho e Klüber (2021).

Com um segundo grupo as dúvidas eram menores comparadas ao primeiro e esses foram os que mais aproveitaram as aulas em sala. Eles realizavam anotações e buscavam entender na teoria como iriam desenvolver na prática. Percebia-se que o raciocínio por trás dos códigos fazia mais sentido para eles e também que a prática no *Scratch* os motivava a obter um trabalho significativo.

Um terceiro grupo analisou mais a problemática e a todo momento da construção dos códigos buscava entender a finalidade que aquele processo iria proporcionar. Foi o grupo que fazia testes constantes nos códigos e foi o primeiro a perceber que para todos os ângulos o tempo de descida dos carrinhos estavam iguais naquela situação e necessitava ser atualizado já que para o *Scratch* o tempo padrão adotado é de 1 segundo. Foi nesse momento que o professor 2 apresentou os dados obtidos pelos alunos do 3º ano. Esses dados também foram discutidos posteriormente nos outros dois grupos, e assim todos puderam analisar e perceber o comportamento do carrinho em seus projetos.

Os alunos, no final do processo chegaram a uma representação (modelo) levando em consideração a proposta inicial, e isso se deu pela utilização do *Scratch* como recurso tecnológico conforme mostrado na Figura 6.

Figura 6 - Modelo desenvolvido a partir da plataforma *Scratch*.



Fonte: Dos autores

Por fim, levando em consideração todo esse processo podemos destacar a seguir os passos em que essa atividade foi realizada se baseando na literatura da Educação Matemática.

A temática abordada foi proposta pelo professor 2 e as demais informações foram levantadas pelos alunos em seus desenvolvimentos. Barbosa (2001) destaca que o professor traz para a sala de aula um problema não necessariamente matemático e que possibilita aos alunos desenvolver atividades significativas.

A relação da atividade com o cotidiano dos alunos, ou próximos à realidade deles, é citado também por Barbosa (2001), ele destaca que a Modelagem Matemática no contexto da Educação Matemática aborda temas não necessariamente matemáticos que se relacionam com a realidade. Isto pode ser notado pelo fato de os alunos serem convidados a interpretar e simular computacionalmente um carrinho descendo uma rampa.

Os alunos trabalharam em grupos e isso facilitou a compreensão e a realização de todo o processo da atividade e para Barbosa (2001), a investigação em grupo possibilita mais discussões

entre os estudantes, proporcionando que apresentem seus pontos de vista e opiniões sobre a temática em debate.

O professor 2 agiu como mediador e auxiliou os alunos nos momentos em que foi necessário. Como afirma Barbosa (2001), no contexto da Modelagem Matemática, o papel central do processo de ensino e aprendizagem deixa de ser o professor e passa a ser o aluno, ou seja, o professor se torna mediador do processo, enquanto espera-se que os alunos se tornem ativos na construção do seu conhecimento.

Os alunos criaram um modelo a partir da situação inicial utilizando o *Scratch*, não necessariamente essa representação ou modelo (Figura 6) é a mesma entre todos, ela pode ser diferente e ainda assim representar uma solução para o problema investigado. Barbosa (2001), afirma que o modelo matemático pode ser representado de diferentes maneiras: uma equação, uma tabela, um gráfico, entre outros.

Por fim citamos Almeida e Vertuan (2014), onde destacam que em aulas com a utilização da Modelagem Matemática como metodologia, tanto o professor quanto os alunos migram de situações expositivas para outras que são essencialmente investigativas. Nessa atividade a investigação por parte dos alunos se deu com frequência e a todo momento eles buscavam aprimorar seus projetos.

Considerações finais

Visando investigar como os alunos desenvolvem uma mesma atividade de Modelagem Matemática e quais potencialidades os recursos tecnológicos proporcionam, pode-se, inicialmente, destacar como o uso da Modelagem Matemática é benéfica em sala de aula, pois enquanto ambiente de aprendizagem (BARBOSA, 2001) os alunos assumiram uma postura investigativa e foram os protagonistas na busca de solucionar problemas e encontrar soluções, somente esse fato já é relevante.

Mas vale enfatizar também que o uso dos recursos tecnológicos durante o desenvolvimento das atividades proporcionou a coleta de dados de forma mais precisa, com o uso dos aplicativos *Smart Protractor* e *Arduino Science Journal*, oportunizando registro mais fiel à descrição do fenômeno.

A partir do software do *GeoGebra* utilizado na matematização, foi possível discutir os diferentes tipos de curvas que ele apresentava, trazendo assim mais conceitos matemáticos ao estudo, além da facilidade que ele oferece na utilização podendo visualizar a representação gráfica do modelo comparando-a com dados empíricos que os alunos haviam coletado.

A plataforma *Scratch* possibilitou de forma virtual aos alunos criarem um simulador para o fenômeno em estudo, onde cada aluno testou sua criatividade com os códigos de programação possibilitando assim diversos simuladores diferentes sobre o mesmo problema, além do fato que este

tipo de ferramenta possibilita analisar o comportamento do carrinho na descida da rampa em diferentes ângulos de modo a compreender e buscar reproduzi-lo sem precisar manipular materiais físicos, os quais muitas vezes o modelador pode não possuir.

Evidencia-se ainda o laboratório virtual dos projetos que a plataforma *Scratch* tem disponível, onde os alunos puderam compartilhar seus projetos e visualizar os projetos dos demais integrantes da turma, proporcionando assim discussões construtivas e agregando mais conceitos matemáticos, conforme afirma Carvalho e Klüber (2021).

Por esse e por vários fatores, o uso da tecnologia em aula se torna muito interessante não só para o aluno mais também para o professor, pois a partir de uma situação vista no mundo real obtemos dados que nos auxiliaram a criar um simulador virtual que pode ser trabalhado em laboratórios de informática de várias escolas e ser compartilhado entre vários outros professores e alunos.

Referências

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

BARBOSA, J. **Modelagem Matemática: Concepções e Experiências de Futuros Professores**. Doutorado. Universidade Estadual Paulista, 2001.

BIEMBENGUT, M.B. **Modelagem Matemática & Implicações no Ensino e Aprendizagem de Matemática**. 2ª ed. Blumenau: Edifurb, 2004.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**, Ministério da educação, MEC, 2017. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase>>. Acesso em: 03 ago. 2023.

CARVALHO, F. J. R.; KLÜBER, T. E. **Modelagem Matemática e programação de computadores: uma possibilidade para a construção de conhecimento na educação básica**. EMP, São Paulo, v. 23, n.1, p.297-323, 2021.

GREEFRATH, G.; SILLER, H.-S. Modelling and simulation with the help of digital tools. In: STILLMAN, G. A.; BLUM, W.; KAISER, G. (Eds.). **Mathematical modelling and applications**, ICTMA 17. Dordrecht: Springer, 2017. P. 529.

NISS, M.; BLUM, W. **Learning and Teaching of Mathematical Modelling**. Routledge, England, 2020.