

MODOS DE USO DA TECNOLOGIA DIGITAL EM ATIVIDADES DE MODELAGEM MATEMÁTICA

Tânia Camila Kochmansky Goulart
Universidade Estadual de Londrina – UEL
maya.tcamila@gmail.com

Lourdes Maria Werle de Almeida
Universidade Estadual de Londrina – UEL
lourdes@uel.br

RESUMO

O objetivo desse artigo é investigar como os alunos usam os recursos tecnológicos em atividades de modelagem matemática. Nesta perspectiva, analisamos uma atividade desenvolvida por um grupo de alunos do curso de Ciência da Computação de uma faculdade particular que estavam cursando a disciplina de Cálculo Diferencial e Integral. Nossa análise foi pautada nos aspectos metodológicos da Análise de Conteúdo sendo que emergiram quatro categorias relativas ao uso de ferramentas digitais em atividades de modelagem matemática. O que podemos concluir também é que a mediação tecnológica é favorecida pelo contexto dos estudantes, neste caso, o curso de Ciência da Computação.

Palavras-chave: Educação Matemática; Modelagem Matemática; Tecnologia Digital.

INTRODUÇÃO

A Modelagem Matemática pode ser apresentada como um convite para o aluno atuar (BARBOSA, 2004) e entendemos que tem como pano de fundo a elaboração, por parte do estudante, de um modelo matemático na tentativa de investigar e analisar por meio da matemática, uma determinada situação-problema que é definida em termos de uma situação da vida real do estudante (BLUM, 2015; ALMEIDA; SILVA VERTUAN, 2012; BASSANEZI, 2018).

Alguns estudos no âmbito da Modelagem Matemática em Educação Matemática apontam que os recursos tecnológicos digitais¹ podem ser usados como ferramentas poderosas para atividades de modelagem (GREEFRATH; HERTLEIF; SILLER, 2018; BORSSOI, 2013,

¹Os recursos da tecnologia digital são classificados em nosso trabalho como artefatos eletrônicos (como celular, *softwares*, calculadoras gráficas, internet, entre outros) ou qualquer dispositivo eletrônico usado pelos alunos ao desenvolverem suas atividades de alguma maneira específica.

BORSSOI; ALMEIDA, 2015; DALLA VECCHIA; MALTEMPI, 2019). Alguns autores, como por exemplo Greefrath *et al.*, (2011, 2018) e Geiger *et al.*, (2011, 2016), justificam que o uso de recursos tecnológicos conduz a uma reflexão das ideias matemáticas e promove uma aproximação da realidade, favorecendo uma afinidade com o conteúdo matemático.

Com o intuito de investigar como os alunos fazem o uso de tais recursos para desenvolver atividades de modelagem analisamos uma atividade desenvolvida por um grupo de alunos de um curso de Ciência da Computação de uma faculdade particular e que estavam cursando a disciplina de Cálculo Diferencial e Integral.

A experiência como docente neste curso nos permite ponderar que a tecnologia é relevante neste contexto, pois os recursos tecnológicos inserem-se de maneira legítima no cotidiano destes estudantes. Devido a esta naturalidade, surgiu a inquietação de nos questionarmos como os alunos usam os recursos tecnológicos quando são envolvidos em atividades de modelagem matemática.

MODELAGEM MATEMÁTICA

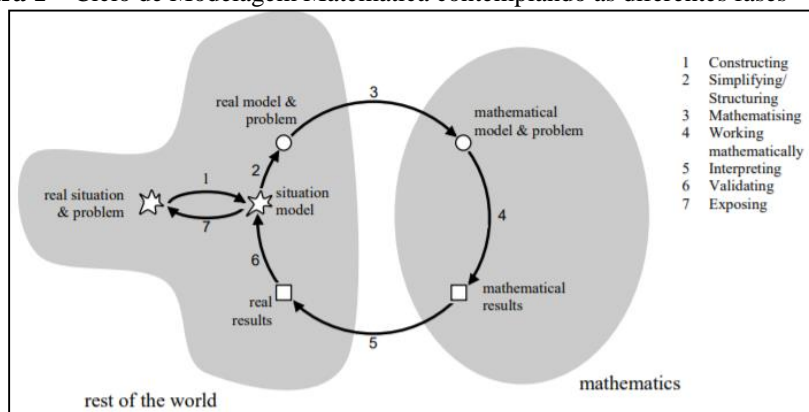
Atualmente, há na literatura, muitos pesquisadores e educadores matemáticos que defendem a inserção de atividades de Modelagem Matemática nas aulas de Matemática (BLUM, 2015; BASSANEZI, 2018; ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012).

Nesse sentido, concordamos com Almeida e Brito (2005) ao discorrerem que a Modelagem Matemática como uma alternativa pedagógica

[...] visa relacionar a Matemática escolar com questões extra-matemáticas de interesse dos alunos, configurando uma atividade que se desenvolve segundo um esquema – um ciclo de modelagem – na qual a escolha do problema a ser investigado tem a participação direta dos sujeitos envolvidos (ALMEIDA e BRITO, 2005, p. 487).

O esquema referido por estes autores é interpretado por Blum (2015) como ciclo de modelagem e refere-se à ação cognitiva dos alunos no processo de resolver problemas do mundo real por meio da matemática, isso é, ao desenvolverem uma atividade de modelagem matemática. Nossa pesquisa seguiu o ciclo de modelagem apresentado por Borromeu Ferri e Blum (2010), que está representado na Figura 1.

Figura 1 – Ciclo de Modelagem Matemática contemplando as diferentes fases



Fonte: (BORROMEIO FERRI; BLUM, 2010, p. 426)

No esquema que representa o ciclo, as setas orientam o desenvolvimento de uma atividade de Modelagem Matemática. Borromeo Ferri e Blum (2010) destacam o ciclo – definido por sete etapas – como particularmente útil para análises cognitivas de tarefas de modelagem. Primeiro, a situação problema deve ser entendida. Nesta fase, o aluno deve ter uma representação mental da situação, onde irá tomar decisões que irão influenciar na simplificação das informações. A matematização irá transformar o modelo real em um modelo matemático e o aluno, trabalhando matematicamente, irá produzir resultados que serão interpretados no mundo real como resultados reais. Então, há a necessidade de uma validação desses resultados. Nota-se que há um ciclo, pois caso o modelo não seja validado, o processo se reinicia.

Na seção a seguir, apresentaremos o entendimento de Greefrath *et al.*, (2011, 2018) em relação ao ciclo de modelagem, onde aponta que todo este processo pode ser suportado com a colaboração de recursos tecnológicos digitais, discutindo a inserção da tecnologia no desenvolvimento de atividades de modelagem.

MODELAGEM MATEMÁTICA COM TECNOLOGIAS DIGITAIS

No contexto da Modelagem Matemática os recursos da tecnologia digital tornam-se cada vez mais importantes. O uso da tecnologia no desenvolvimento de atividades de modelagem favorece uma aproximação com o mundo real, desempenhando “um papel fundamental na expansão do horizonte cognitivo da ciência e da matemática por meio de recursos aprimorados de cálculo, exploração e visualização” (NEVES *et al.*, 2011, p. 332).

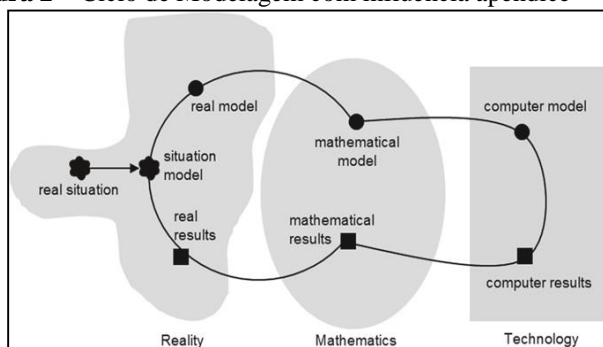
Para Blum *et al.*, (2012) os computadores podem ser usados para experimentos, investigações, simulações, visualizações ou cálculos, justificando o seu uso como ferramentas poderosas para modelar atividades. Concordamos com as assertivas de Goss *et al.*, (2003) ao discorrerem que

[...] a crescente disponibilidade e poder das tecnologias eletrônicas, como computadores e calculadoras gráficas, oferece novas oportunidades para os alunos se comunicarem e analisarem seu pensamento matemático já que os objetos gerados na tela podem atuar como um referente comum para discussão (GOSS *et al.*, 2003, p.74).

Em seu trabalho, Greefrath *et al.*, (2018) discorrem sobre a influência dos recursos tecnológicos em atividades de modelagem matemática no ciclo de Modelagem, apresentando exemplos de situações e seus modos de uso aliados à Modelagem. Nesse sentido, o autor faz ainda alguns questionamentos se a tecnologia auxilia a lidar com fórmulas complexas ou se também pode auxiliar na compreensão do problema. Greefrath *et al.*, (2011) apresentam e discutem as potencialidades entre Modelagem e o uso de *softwares* quando estes propiciam novas possibilidades de aprendizagem pois segundo o autor, ao usar a tecnologia, “algumas reflexões matemáticas internas devem ser feitas, porque a solução criada pela tecnologia tem que ser mantida em mente” (GREEFRATH *et al.*, 2011, p. 315).

Geiger (2011) justifica que a tecnologia tem sido um recurso que se apresenta apenas como suporte durante a resolução da atividade, após o modelo matemático já ter sido obtido, e não como uma ferramenta que dá suporte à sua exploração e ao seu desenvolvimento. Essa ideia alinha-se com ao que suscita Greefrath (2011) em seu trabalho, quando expõe que o uso de recursos tecnológicos em atividades de modelagem, geralmente é visto como um apêndice no ciclo de modelagem e essa ideia, segundo o autor, fornece uma visão restrita do uso ferramentas digitais, conforme está ilustrado na Figura 2.

Figura 2 – Ciclo de Modelagem com influência apêndice

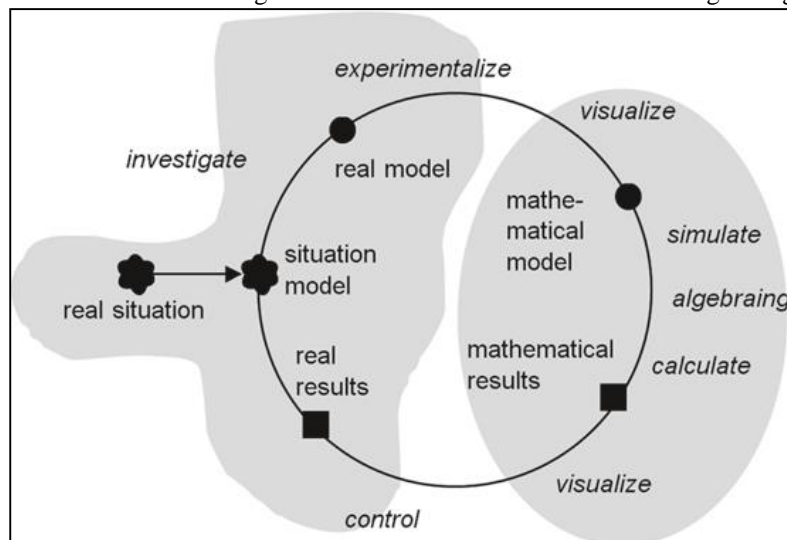


Fonte: (GREEFRATH, 2011, p. 302)

Em contrapartida, Greefrath *et al.*, (2011) e Geiger *et al.*, (2011) justificam que essa é uma ideia muito simplista em relação ao uso da tecnologia. Geiger (2011) assevera que “a tecnologia também desempenha um papel central na coordenação da investigação, raciocínio e sistematização” (GEIGER, 2011, p. 307) e Greefrath (2011) acrescenta que uso de tecnologia “não apenas cria um apêndice importante ao ciclo de modelagem, mas também influencia cada

parte do ciclo” (GREEFRATH, 2011, p. 302) e ainda justifica que também é possível usar as ferramentas digitais em muitas fases do processo de modelagem, como descreve a Figura 3.

Figura 3 – Ciclo de Modelagem com influência adicional das Tecnologias Digitais



Fonte: (GREEFRATH, 2011, p. 303)

Ao olharmos para o que é apresentado por Greefrath (2011) (Figura 3) entendemos que o autor procura discutir algumas especificidades sobre Modelagem Matemática e tecnologia. O autor evidencia tais especificidades alinhadas com os modos de uso dos recursos tecnológicos onde podem emergir funções como *investigação*: investigar situações – através da internet por exemplo – dos problemas reais; *experimentação*: a experiência de simular situações reais; *visualização*: manifestada em dois momentos diferentes, ora para evidenciar aspectos que ainda não tinham sido notados, ora para visualizar os resultados obtidos; *simulação*: auxilia na exploração de uma maior quantidade de modelos; *algebrização*: caracterizada pelo fato de que dados reais são inseridos no computador e o computador fornece uma representação algébrica, *calculação*: cálculo de resultados numéricos ou algébricos e controle: nesta etapa o modelo matemático pode ser controlado numericamente ou graficamente.

Por esta razão concordamos com as assertivas de Doerr *et al.*, (2017) ao sistematizarem que quando as tecnologias digitais são introduzidas nas atividades de modelagem, a não linearidade das etapas do ciclo de modelagem torna a atividade mais dinâmica. Assim, investigamos como os cursos de Ciência da computação usam recursos da tecnologia quando

desenvolvem atividades de modelagem matemática na disciplina de cálculo diferencial e integral.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

Em nossa pesquisa utilizamos a Análise de Conteúdo (BARDIN, 2016) como uma metodologia da análise de dados de uma pesquisa qualitativa em Educação Matemática. A Análise de Conteúdo tem o intuito de mensurar e suprir as necessidades de organizar uma pesquisa em torno das seguintes fases: pré-análise, exploração do material, tratamento dos resultados e interpretação.

A partir do desenvolvimento de uma atividade de modelagem matemática, buscamos tal metodologia como uma ferramenta para nos orientar na busca informações e irmos além da análise desenvolvimento da atividade, possibilitando ponderar como os estudantes usam recursos tecnológicos em atividades de modelagem matemática.

A ATIVIDADE DESENVOLVIDA

Para investigar os modos de uso da tecnologia digital, nos fundamentamos no desenvolvimento de uma atividade de modelagem matemática realizado por um grupo de 4 alunos (A1, A2, A3, A4) do curso de Ciência da Computação de uma faculdade particular. A atividade: “Uma análise das bombas no jogo *Bombberman*” foi elaborada pelo grupo sendo que um destes alunos participa de um projeto na instituição voltado para a criação de jogos eletrônicos.

O desenvolvimento da atividade ocorreu durante 06 aulas da disciplina de Cálculo Diferencial e Integral que foi ministrada por uma das autoras deste artigo. Nossa análise vem pautada nos áudios, filmagens por câmera, gravação em tela com a utilização do software OBS² permitindo que em um mesmo vídeo fossem registradas as falas e as capturas de telas dos alunos bem relatório escrito e digital dos alunos, que postavam todas as suas atividades no aplicativo *Classroom*, adotado como metodologia pela professora da disciplina.

O jogo *Bombberman*, publicado pela empresa Hudson Soft é um jogo virtual em que o jogador controla um robô, cujo nome leva o nome do jogo. O contexto é uma fábrica de desenvolvimento de bombas, onde o personagem tem o ‘poder’ de colocar uma bomba no chão, que, após um período curto de tempo, explode, criando uma cruz de fogo. Esta cruz se torna mais potente conforme o jogador coleta *Power ups* (SOFT, 1983). Nesse sentido, o grupo de

²OBS (*Open Broadcaster Software*) é um *software* que permite a gravação de tela com áudio e disponibilizam ferramentas tanto de gravação como edição do vídeo. Disponível em: <https://obsproject.com/download>.

alunos tinha como objetivo investigar: *qual é a potência da bomba e qual o seu impacto, caso ela existisse no contexto da realidade.*

Assim, neste estudo, olhamos para os modos de uso dos recursos tecnológicos digitais no desenvolvimento da atividade de modelagem matemática.

O USO DA TECNOLOGIA DIGITAL NA ATIVIDADE

Nossas argumentações com relação ao uso da tecnologia digital vão sendo elucidadas na medida em que apresentamos como os alunos desenvolveram a atividade.

Para dar início à atividade, um aluno (A1) expõe ao grupo necessidade de determinar o que tem no interior da bomba:

A1: a gente tem uma bomba que a gente não sabe o tamanho dela, a gente não sabe o que tem dentro, não sabe como funciona...sei lá...se tem nitrogênio, se é pólvora, mas primeiro a gente tem que descobrir o tamanho da bomba, porque o tamanho da bomba importa o quão forte ele é”.

O aluno (A1) sugere que seja feita uma investigação em relação ao tipo de bomba usado pelo personagem. Como a bomba é representada por uma bola preta com um pavio branco saindo de sua extremidade superior, (Figura 4) os alunos em sua pesquisa, encontraram um tipo de bomba semelhante ao jogo com outros tipos de bombas existentes encontrados na história.

Figura 4 – Representação da bomba do jogo



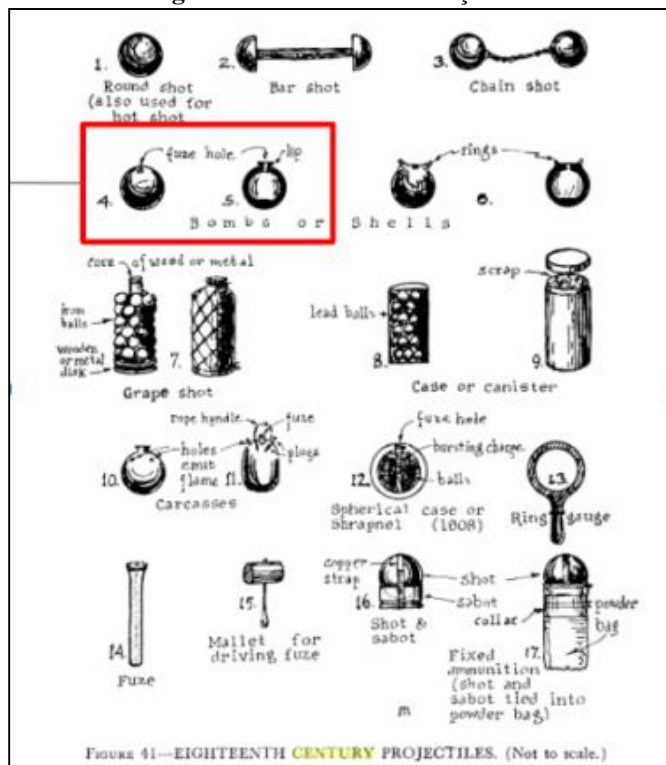
Fonte: Do grupo de alunos (retirado de Nintendo of America Inc., 1983)

Em sua pesquisa O grupo encontrou algumas semelhanças entre a bomba do jogo e os canhões de argamassa. Os alunos apresentam em seu relatório que estes tipos de canhões são curtos, usados em elevada angulação para o disparo de projéteis. Relatam que, de acordo com Manucy (1985) sua munição consistia de esferas de ferro fundido, contendo pólvora e um pavio

encaixado em um colarinho para ignição, que, de acordo com o grupo, é a representação ideal da bomba do jogo (Figura 5) e ainda, a aluna(A2) durante a apresentação da situação, relata:

A2: *Neste artigo, o autor ‘fala’ da cartunização de bombas, pois estas bombas eram as usadas nos séculos XIII e XIX na França, junto com a criação de desenhos, e por isso aparecem nos cartoons.*

Figura 5 – Modelos de munição



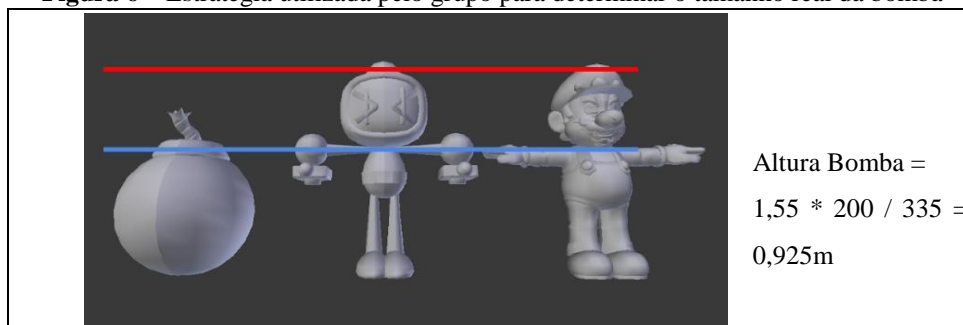
Fonte: Relatório final entregue pelos alunos (retirado de Manucy, 1994, p.66)

Assim, podemos inferir que um uso da tecnologia nesse caso se dá ainda na fase de interação com a situação uma vez que foi este o meio usado pelos alunos para delinear possíveis representações da bomba, para então seguir o desenvolvimento da atividade, conforme relata A2: *“Mas...para determinar o quão ela é forte, temos que ter como ela é!”*

Feita a escolha da bomba, o grupo dá início os cálculos para encontrar a quantidade de explosivo em seu interior com a finalidade de a encontrar o seu tamanho real. O aluno (A1), em sua fala, enuncia: *“Mas acontece que a gente não conseguiu descobrir o tamanho da bomba!...mas...o Bomberman e o Mário já apareceram juntos e podemos fazer esta proporção.* Assim, o grupo utilizou outro personagem que tem sua altura divulgada na literatura e foi criado pela mesma empresa: o personagem *Mario Brothers* com 1,55 m (Nintendo of América Inc.). Ao fazer esta investigação, os alunos tinham como objetivo calcular a altura da bomba (diâmetro) utilizando como unidade de medida o número de *pixels* e em seguida, fazer sua

proporção em relação ao personagem que possui a altura conhecida. Para isso, o grupo usou o *software* Blender³, conforme indica a Figura 6, encontrando que a bomba do jogo mede 200 *pixels* o que representa 0,925 m de diâmetro.

Figura 6 – Estratégia utilizada pelo grupo para determinar o tamanho real da bomba



Fonte: Relatório final entregue pelos alunos

Em seu relatório, os alunos justificaram que, de acordo com Manucy (1994) neste modelo de bomba o diâmetro da câmara interna é proporcional a 24/32 do diâmetro total da bomba e de acordo com os cálculos do grupo (Figura 7) possui um volume interno de 7934,215781 cm³.

Surge então a necessidade obter informações para calcular o material que a compõe. Desconsiderando o pavio, os alunos concluíram que se trata de ferro fundido. De acordo com Viana, et al. (2014) o ferro fundido tem uma densidade de 7,2 g/cm³ e 16 onças líquidas de pólvora equivalem a 1 libra americana. Assim, considerando que uma onça líquida tem 30 cm³ e 1 libra tem 0,45 kg o grupo obteve as tabelas apresentadas na Figura 7, encontrando a capacidade de pólvora da bomba de 163,8168846 kg.

Figura 7 – Tabelas para o cálculo do diâmetro e do volume da bomba

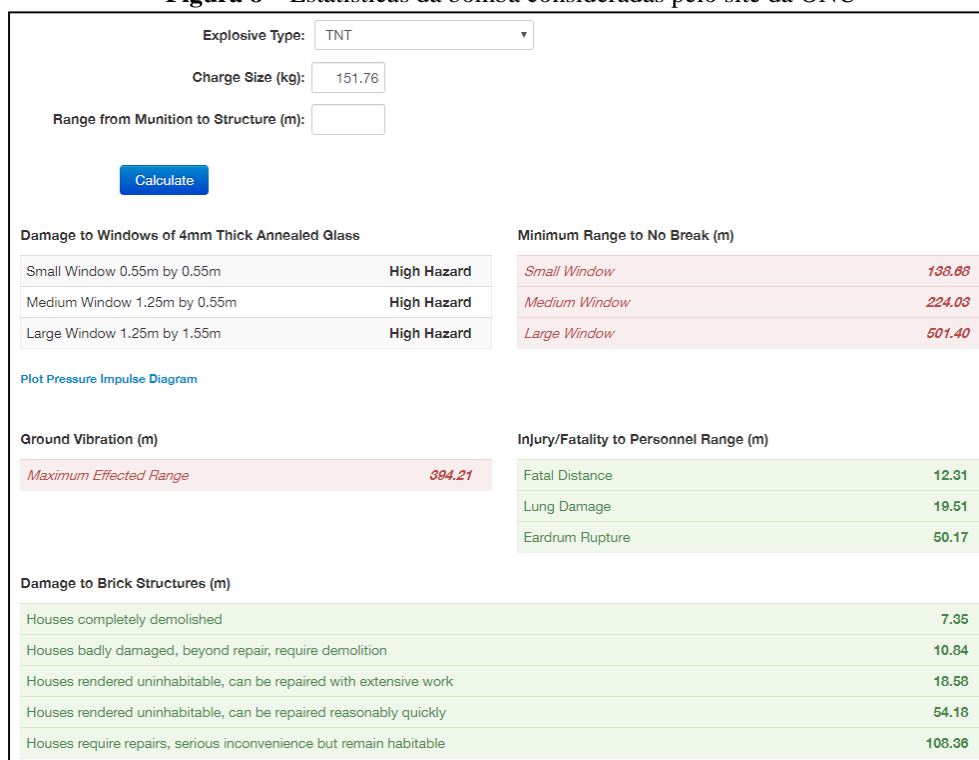
Cálculo do diâmetro para volume interno da bomba					
Diâmetro Bomba (cm)	Diâmetro Interno (cm)	Volume total (cm ³)	Volume interno (cm ³)	Volume Casco (cm ³)	
33	24,75	18807,03	7934,215781	10872,81422	
92,5	69,375	414193,8021	174738,0103	239455,7918	
Cálculo do volume e o peso da bomba					
Volume interno (cm ³)	Volume Casco (cm ³)	Peso Casco (Kg)	Volume Interno (Onça)	Peso Pólvora (kg)	Peso Bomba (kg)
7934,215781	10872,81422	78,28426238	264,4738594	7,438327295	85,72258967
174738,0103	239455,7918	1724,081701	5824,600342	163,8168846	1887,898586

Fonte: Relatório final entregue pelos alunos

³A ferramenta *Blender* é um programa de computador livre e de código aberto, desenvolvido pela *Blender Foundation* usado para modelagem, animação e edição de vídeo. Disponível em: <https://www.blender.org>.

Para determinar a capacidade explosiva da bomba, o grupo utilizou uma ferramenta de cálculo fornecida pelo site da ONU (Organização das Nações Unidas) que calcula o potencial de destruição de uma bomba contendo diversos tipos de explosivos, optando pela pólvora de TNT. De acordo com as pesquisas feitas pelo grupo, 1 kg de pólvora libera 3,878 MJ de energia durante a sua queima e 1 kg de TNT tem potencial energético de 4,186 MJ, assim o grupo calculou que a bomba possui 151,76 kg de TNT, conforme a Figura 8.

Figura 8 – Estatísticas da bomba consideradas pelo site da ONU



Fonte: Relatório final entregue pelos alunos

Assim, o grupo conclui com o auxílio do site da ONU que o raio da morte instantânea de uma explosão da bomba investigada pelo grupo (chamada por eles de bomba realística) é de 12,31 m. Assim, com o intuito de organizar suas ideias iniciais, o grupo retoma a situação-problema ou seja, o grupo volta ao contexto do jogo.

Com o intuito de observar o que haviam encontrado em seu desenvolvimento, o grupo faz uma comparação com o raio de alcance real da bomba, agora no jogo. Para isso, os alunos consideram que cada bloco na parede do jogo tem 1 m de comprimento, obtendo o esquema mostrado na Figura 9.

Figura 9 – Alcance de explosão em relação ao mapa do jogo



Fonte: Relatório final entregue pelos alunos

A partir daí, para obter conclusões não só através da visualização e da simulação do raio de fatalidade dentro do jogo, o grupo comparou o raio de fatalidade – calculado como no *site* da ONU com o número de *Power ups* ‘conquistados’ pelo personagem do jogo, conforme exibe o quadro 1.

Quadro 1 – Quantidade de pólvora e *Power ups*

Tamanho da Carga (Kg de TNT)	Tamanho da Carga (Kg de Pólvora)	Raio de Fatalidade (m)	Power Ups
0,1	0,1079422383	1	0
0,7	0,7555956679	2	1
2,2	2,374729242	3	2
5,2	5,61299639	4	3
10,15	10,95613718	5	4
17,8	19,21371841	6	5
28	30,22382671	7	6
42	45,33574007	8	7
59,3	64,00974729	9	8
82	88,51263538	10	9
108,2	116,7935018	11	10
151,76	163,81	12,3	11

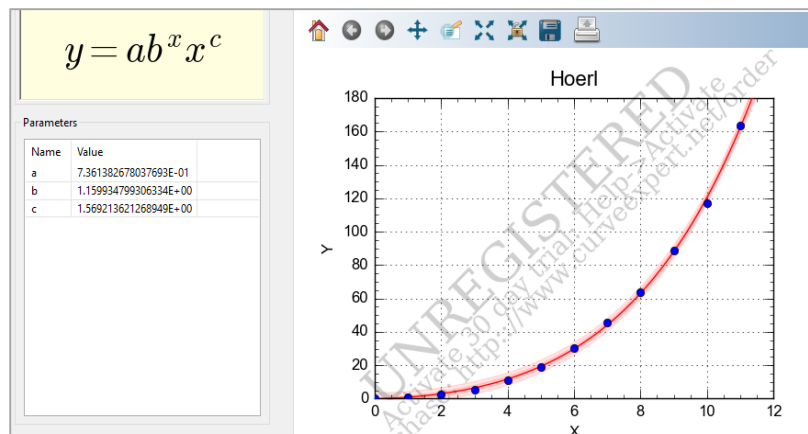
Fonte: Relatório final entregue pelos alunos

Um dos alunos do grupo (A1) sugere para que coloquem os dados obtidos (quadro 1) no *software Curve Expert*⁴ para, nas palavras do aluno, *ver se existe alguma relação entre a*

⁴Software livre utilizado para fazer ajuste de curvas e análise de dados.

quantidade de pólvora na bomba com o número de Power ups do Bomberman conforme está retratado na Figura 10.

Figura 10– Alcance de explosão em relação ao mapa do jogo



Fonte: Relatório final entregue pelos alunos

Os alunos do grupo, fazendo o uso do *software*, escolhem uma curva para representar a situação, sendo que este foi considerado por eles como o modelo matemático ideal obtendo: $f(x) = 0,7361383 \cdot 1,159935^x x^{1,569213}$ que relaciona a quantidade de pólvora na bomba (y) em relação ao número de *Power ups*(x).

Em relação ao modelo matemático encontrado, os alunos expõem os seguintes comentários em sua apresentação:

A1: Apesar de estar fora da realidade, o jogo não é tão irreal assim... isso para nós (referindo-se ao grupo) foi muito legal, pois os cálculos que encontramos da bomba encaixou-se com uma exatidão surpreendente em relação ao alcance da bomba no mapa do jogo.

A2: E também, observamos que quanto mais pólvora você coloca, você não vai ter uma bomba necessariamente maior... não é proporcional... é exponencial.

Já em seu relatório final, o grupo justifica que futuros estudos poderiam investigar a quantidade de *Power ups* no jogo que, por exemplo, atravessassem as paredes levando em consideração a resistência do casco da bomba, que foi desconsiderada no modelo matemático apresentado.

DISCUSSÃO

Levando em consideração o detalhamento da atividade que apresentamos e o nosso entendimento sobre Modelagem Matemática olhamos para os modos de uso dos recursos tecnológicos digitais durante o desenvolvimento de uma atividade de modelagem matemática.

A partir de nossas análises agrupamos quatro categorias (Quadro 2) com relação aos modos de uso da tecnologia digital em atividades de Modelagem Matemática. Em acordo com Moraes (1999, p. 13), o procedimento de agrupar dados considera a parte comum existente entre eles, assim, “classifica-se por semelhança ou analogia, segundo critérios previamente estabelecidos ou definidos no processo”.

Quadro 2 – Categorias emergentes das nossas análises

	Categorias	Exemplo das evidências encontradas na categoria
Os modos de uso da tecnologia digital em atividades de Modelagem Matemática	Uso do recurso tecnológico para investigar a situação problema	Investigação através de buscas na internet, como por exemplo, em relação ao tipo da bomba, ao seu tamanho quando comparado a outros personagens de <i>games</i> , em relação às suas proporções internas ou a qual seria o seu impacto real de acordo com o <i>site</i> da ONU.
	Uso do recurso tecnológico para lidar com cálculos associados aos dados da situação-problema.	O uso do Excel para calcular os dados da bomba como por exemplo o peso, volume e tamanho do casco (Figura 7). Neste caso os alunos também usaram o site da ONU para calcular o raio de fatalidade de cada bomba do jogo (quadro 1) e as medidas reais da bomba através do <i>software Blender</i> , usando <i>pixels</i> como unidade de medida.
	Uso do recurso tecnológico para investigar o que ainda não havia sido observado pelos alunos do grupo	Nesta categoria o uso da tecnologia ficou evidenciado quando os alunos compararam os cálculos obtidos e o alcance a explosão real da bomba em relação ao mapa do jogo.
	Uso do recurso tecnológico para auxiliar no ajuste de curvas e validação do modelo matemático encontrado	Os alunos usaram o <i>software CurveExpert</i> para identificar alguma relação entre a quantidade de pólvora na existente bomba e a quantidade de <i>Power ups</i> conquistados pelo personagem no jogo.

Fonte: Das autoras

Na situação apresentada e no que diz respeito aos modos de uso de tecnologias digitais em atividades de modelagem matemática podemos inferir que a tecnologia esteve presente durante todo o desenvolvimento da atividade e, concordamos com as assertivas de Greefrath (2011, p. 302) ao discorrer que “as diferentes funções das ferramentas digitais nas aulas de Matemática são importantes para problemas de modelagem em diferentes fases do ciclo de modelagem”. Por exemplo, na compreensão da atividade, na *simplificação* da situação e na *matematização*, os alunos relacionaram os resultados matemáticos obtidos ao dado da situação real. Nos entendimentos de Greefrath *et al.*, (2011) quando usamos a tecnologia para estes

casos, “algumas reflexões matemáticas internas devem ser feitas, porque a solução criada pela tecnologia deve ser mantida em mente” (p.316).

Além disso, os diferentes modos de uso do recurso tecnológico pelo grupo tiveram uma função de investigação da situação muito similar à de simular dados da situação real. Como por exemplo, a utilização de *pixels* para unidades de medida ou da na simulação do raio de alcance da bomba. Também podemos destacar o uso dos recursos especialmente no cálculo de resultados numéricos e na organização dos dados para encontrar o modelo matemático, caracterizando o fato de que os dados reais são inseridos no computador e este fornece uma representação algébrica (Greefrath, 2011). Neste caso, entendemos que a tecnologia foi usada pelos alunos no como um “agente provocativo para estimular a exploração de conceitos matemáticos dos alunos” (Geiger, 2011, p.311). Assim, podemos inferir que os alunos tiveram a possibilidade de resolver um problema matemático que não seria resolvido se as ferramentas digitais não tivessem disponíveis.

Nesse sentido, com este trabalho, também pudemos evidenciar a aquisição das subcompetências de modelagem (Greefrath, 2018) –como simplificar, matematizar, interpretar e validar – retratada de maneira diferenciada em relação aos modos de uso dos recursos tecnológicos. Além disso, concordamos com Greefrath (2011) ao observarmos que o uso da tecnologia como uma área separada localizando-se exclusivamente entre o modelo matemático e a solução não descreve os processos de desenvolvimento desta atividade de maneira suficiente.

Em acordo com o nosso referencial teórico, que nos apresenta a modelagem matemática como uma alternativa pedagógica para o ensino e aprendizagem de matemática, entendemos que o contexto da atividade – o jogo do *Bombberman* – permitiu criar situações dentro do cotidiano do estudante de Ciência da Computação, em particular, os integrantes deste grupo, que desenvolvem na instituição, jogos educativos como projeto de pesquisa. Para tanto, o uso de recursos tecnológicos foi entendido como uma “oportunidade de promover experiências de aprendizagem em que os alunos possam aprender fazendo, de modo a aprimorar continuamente seus conhecimentos e construir novos conhecimentos” (BORSSOI, 2013, p. 214).

Além disso, acreditamos que o presente trabalho pode contribuir para uma discussão sobre “como a tecnologia pode ser usada para promover as habilidades de modelagem dos alunos” (GREEFRATH, et al., 2018, p. 10). Segundo Greefrath *et al.*, (2018), a integração da tecnologia no ciclo de modelagem pode ser útil, levando a uma aplicação intensiva de tecnologia na educação. Assim, o ‘mundo da tecnologia’ descreveu o ‘mundo’ em que os problemas são resolvidos com a ajuda da tecnologia e, desta maneira este poderia ser um

conceito de aliar as atividades de modelagem em um contexto interdisciplinar com a Ciência da Computação.

Finalmente, concluímos o uso de recursos tecnológicos no desenvolvimento desta atividade, potencializou o seu desenvolvimento. Também destacamos que o uso da linguagem gráfica revitalizou a importância deste uso, principalmente, pelo fato desta atividade partir do contexto destes alunos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. M. W.; BRITO, D. S. Atividades de Modelagem Matemática: que sentido os alunos podem lhe atribuir? **Ciência & Educação**, v. 11, n. 3, p. 483 – 498, 2005.

ALMEIDA, L. W. de; SILVA, K. P. da; VERTUAN, R. E. **Modelagem Matemática na educação básica**. 1ª ed. 1ª reimpressão. São Paulo: Contexto, 2012.

BARBOSA, J. C. Modelagem Matemática: O que é? Por quê? Como? **Veritati**, n. 4, p. 73 – 80, 2004.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. Tradução: Luís Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2016.

BASSANEZI, R.C. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia**. 4. ed., 1ª reimpressão – São Paulo: Editora Contexto, 2018.

BORROMEO FERRI, R.; BLUM; W. Insights into Teachers' Unconscious Behaviour in Modeling Contexts. In: LESH, R.; GALBRAITH, P.; HAINES, C. R.; HURFORD, A. (Org.). **Modeling Students' Mathematical Modeling Competences**. New York: U.S.A., Springer, 2010.

BORSSOI, A. H. **Modelagem Matemática, Aprendizagem Significativa e Tecnologias**: Articulações em diferentes contextos educacionais. Londrina, 2013. Tese de Doutorado – Programa de Pós-Graduação em ensino de Ciências e Educação Matemática Universidade Estadual de Londrina, 2013.

BLUM, W. Quality Teaching of Mathematical Modelling: What Do We Know, What Can We Do?. In: **The Proceedings of the 12th International Congress on Mathematical Education**. Cham: Springer International Publishing, CHO, S. (Ed), fev. 2015. p. 73 – 96.

DALLA VECCHIA, R. MALTEMPI, M. V. O Problema na Modelagem Matemática: determinação e transformação. **Bolema**, Rio Claro – SP, v. 33, n. 64, p. 748 – 767, agosto 2019.

DOERR, H. M.; ÄRLEBÄCK, J. B.; MISFELDT, M. Representations of Modelling in Mathematics Education. In: **International Perspectives on the Teaching and Learning of Mathematical**. Cham: Springer International Publishing, STILLMAN, et al. (Ed.), 2017, p. 71 – 81.

GEIGER, V. Factors Affecting Teacher's of Innovative Practices with Technology and Mathematical Modelling. In: **Trends in Teaching and Learning of Mathematical Modelling (ICTMA 14)**. Dordrecht: KAISER, G.; BLUM, W.; FERRI, R. B.; STILLMAN, G. (Eds.), 2011, p. 305–314.

GEIGER, V.; CALDER N.; TAN H.; LOONG, E.; MILLER J.; LARKIN K.. Transformations of Teaching and Learning Through Digital Technologies. In: **Research in Mathematics Education in Australia 2012-2015**. Springer, MAKAR K.; DOLE S.; VISNOVSKA J.; GOOS, M.; BENNISON, A.; FRY, K. (Eds.), 2016, p. 255 – 280.

GREEFRATH, G. Using Technologies: New Possibilities of Teaching and Learning Modelling – Overview. **In: Trends in Teaching and Learning of Mathematical Modelling (ICTMA 14)**. Dordrecht: KAISER, G.; BLUM, W.; FERRI, R. B.; STILLMAN, G. (Eds.), 2011, p. 301–304.

GREEFRATH, G.; SILLER, H.-S.; WEITENDORF, J. Modelling Considering the Influence of Technology. **In: Trends in Teaching and Learning of Mathematical Modelling (ICTMA 14)**. Dordrecht: Springer, KAISER, G.; BLUM, W.; FERRI, R. B.; STILLMAN, G. (Eds.), v. 1, 2011, p. 315 – 329.

GREEFRATH, G.; HERTLEIF, C.; SILLER, H.-S. Mathematical modelling with digital tools – a quantitative study on mathematising with dynamic geometry software. **ZDM**, p. 1–12, 2018.

GOSS, M.; GALBRAITH, P.; RENSHAW, P.; GEIGER, V. Perspectives on technology-mediated learning in secondary school mathematics classrooms. **Journal of Mathematical Behavior**. v. 22, Abril, 2003, p. 73 – 89.

MANUCY, A. C. **Artillery through the Ages: A Short Illustrated History of Cannon, Emphasizing Types Used in America**; DIANE Publishing, 1994.

MORAES, R. Análise de Conteúdo. **Educação**, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

NEVES, J. C. S.; TEODORO, V D. Modelling Considering the Influence of Technology. **In: Trends in Teaching and Learning of Mathematical Modelling (ICTMA 14)**. Dordrecht: Springer, KAISER, G.; BLUM, W.; FERRI, R. B.; STILLMAN, G. (Ed.), v. 1, 2011, p. 331 – 339.

SOFT, H. **Bomberman Operation Manual for the NES**. Nintendo of America Inc. Japão, 1983.

SOUZA, H. C. T. **Um olhar sobre o fazer Modelagem Matemática à luz da filosofia de Wittgenstein**. Tese de Doutorado—Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2018.

VIANNA, Y. T.; DUARTE, D. F.; NOGUEIRA, É. **Alumínio e ferro fundido na produção de carcaças de motores elétricos aletados: eficiência, custos, aspectos operacionais e ambientais**; Cadernos UniFOA, Edição Especial, 2014.