

## A CONSTRUÇÃO DE JOGOS ELETRÔNICOS E A MODELAGEM MATEMÁTICA NA REALIDADE DO MUNDO CIBERNÉTICO

### The construction of electronic games and mathematics modelling in the reality of the cyber world

*Rodrigo Dalla Vecchia*

*Marcus Vinicius Maltempo*

*Tiago Weingarten*

#### Resumo

Este artigo tem como objetivo salientar as potencialidades do processo de construção de jogos eletrônicos para com os processos de ensino e aprendizagem da matemática e a sua relação com a Modelagem Matemática (MM), concebida por nós como um processo dinâmico e não linear. O contexto de pesquisa envolveu oito alunos de um curso de Licenciatura de Matemática, de uma universidade do Sul do Brasil, inscritos, de forma espontânea, em um curso sobre a construção de jogos eletrônicos por meio do Scratch. Para a discussão, adotaremos o contexto abrangido pelo mundo cibernético, na busca de um modelo que diferencia daqueles utilizados em uma linguagem matemática formal, amparados pela potência de atualização que este ambiente proporciona.

**Palavras-chave:** Educação Matemática. Scratch. Modelagem Matemática.

#### Abstract

This article underlines the potentialities of the construction of electronic games in the mathematics teaching and learning process, and the relationship it has with Mathematical Modelling (MM), which we conceive as a dynamic, non-linear process. The context this research was carried out involved eight undergraduate students of the Mathematics Teaching degree of

a university in southern Brazil. All students had spontaneously enrolled in a course on the construction of electronic games based on Scratch. In this discussion, we adopt the context covered by the cyber world, in the search for a model that stands out against those that use a formal mathematical language, and supported by the updating power that this environment affords.

**Keywords:** Mathematics education. Scratch. Mathematical Modelling.

#### O processo de construção de jogos eletrônicos e sua relevância no contexto da Educação Matemática

As investigações acerca das potencialidades dos jogos eletrônicos compõem um quadro que vem mostrando potencialidades para o processo de construção do conhecimento. Autores como Kishimoto (2001), Jenkins et al. (2006), Mattar (2010), Clua e Bittencourt (2005) são exemplos de pesquisadores que defendem o uso de jogos eletrônicos no contexto educativo. Na particularidade da Educação Matemática, no Brasil, destacamos as pesquisas de Valente (1993), Rosa e Maltempo (2004), Rosa (2004), Rosa (2008) e Dalla Vecchia (2012), que trabalham com o processo de construção de jogos eletrônicos.

Os resultados apresentados por essas e outras pesquisas no âmbito da utilização de jogos

eletrônicos na educação, por si só, já mostram a relevância desse entrelaçamento. Entretanto, entendemos ser conveniente expor o contexto motivacional que nos fez/faz imergir nesse âmbito de investigação, defendendo a importância do processo de construção de jogos eletrônicos no processo de ensino e aprendizagem da matemática.

Contudo, autores como Jablonka e Gellert (2007) afirmam que o uso das tecnologias pode contribuir para aquilo que chamam de desmatematização. Segundo esses autores, esse termo se refere a uma trivialização e desvalorização do desenvolvimento da matemática, que ocorre, por exemplo, quando um programa é usado para efetuar algum procedimento matemático. Nesse contexto, defendem que para “[...] o usuário de tecnologia torna-se mais importante, em primeiro lugar, simplesmente confiar na caixa preta e, em seguida, saber quando e como usá-la”<sup>1</sup> (JABLONKA; GELLERT, 2007, p.8). Essa confiança na “caixa preta”, trazida ao contexto que envolve as tecnologias digitais, pode ser entendida como consequência do que Jablonka e Gellert (2007, p.8) chamam de “[...] mito da infalibilidade da tecnologia”.

Defendemos que o processo de construção de jogos eletrônicos, ao mesmo tempo que traz uma gama de potencialidades relacionadas aos recursos tecnológicos digitais, pode contribuir para avançar num sentido contrário ao da desmatematização, uma vez que pode auxiliar na compreensão *‘daquilo que está na caixa preta’*. Procuraremos apresentar neste artigo um pouco de nossas pesquisas, que apresentam resultados que evidenciam a matemática explícita e implícita que envolve algumas construções de jogos eletrônicos feitos por estudantes do curso de Matemática – Licenciatura – da Universidade Luterana do Brasil no ano de 2009. O *software* usado foi o Scratch, que se constitui em uma linguagem de programação visual desenvolvida pelo Massachusetts Institute of Technology (MIT).

Em nossos trabalhos, olhamos para a construção de jogos eletrônicos sob a ótica da Modelagem Matemática. Esse posicionamen-

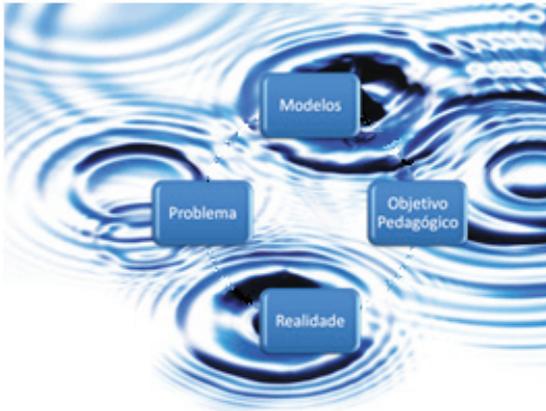
to, que por vezes nos coloca no limite entre a Modelagem Matemática e a programação, nos permite questionar, repensar, discutir e avaliar aspectos que se mostram no âmbito do ontológico, quando pensamos na Modelagem Matemática, principalmente por se tratar de estruturas que abarcam a realidade do mundo cibernético, que é uma dimensão da realidade que se mostra qualitativamente distinta da realidade mundanamente vivida (BICUDO; ROSA, 2010). Apesar de considerarmos que seja esse o cerne de nossa pesquisa, entendemos que as discussões teórico-filosóficas que envolvem essa perspectiva fogem do escopo deste artigo. Desse modo, focaremos apenas nas potencialidades da construção de jogos eletrônicos para com o ensino e aprendizagem da matemática e a sua relação com a Modelagem Matemática.

## Modelagem Matemática

Em nossas investigações, procuramos não somente abordar a MM por meio das tecnologias, mas considerar o próprio processo de construção de jogos eletrônicos como um processo de modelagem. Para tanto, trazemos uma visão de MM que a entende como sendo “[...] um processo dinâmico e pedagógico de construção de modelos sustentados por ideias matemáticas que se referem e visam encaminhar problemas de qualquer dimensão abrangida pela realidade” (DALLA VECCHIA, 2012, p.123). Ao considerar essa visão, entendemos ser possível observar que a MM, quando considera o mundo cibernético como uma dimensão de abrangência, se mostra fluida, em constante transformação. Essa fluidez não se dá somente devido à referência à realidade, que, por si só, já admite distinções qualitativas diante de outras dimensões da realidade, mas também pela composição dos quatro aspectos considerados relevantes: objetivo pedagógico, modelos/linguagem, problema e realidade. De modo alegórico, entendemos que as características múltiplas de cada um se entrelaçam, influenciando o processo de MM, do mesmo modo que pedras atiradas em um lago de águas paradas nele provocam ondulações (Figura 1).

<sup>1</sup> “For the user of technology it becomes more important to, first of all, simply trust the black box and, then, to know when and how to use it”.

Figura 1 – MM vista como um fluxo que se desdobra por meio da multiplicidade dada pelo modelo, pelo problema, pelo objetivo pedagógico e pela realidade.



Fonte: a pesquisa.

Ao visualizar a Figura 1, é possível observar que as ondulações não formam um campo isolado, mas sim campos que se afetam, formando fluxos. Avaliada por meio dessa perspectiva, a MM pode ser vista como um processo, que não se mostra estático, pois qualquer alteração pode influenciar de modo decisivo o encaminhamento na busca de uma solução para o problema. Assim, no âmbito desta investigação, o processo de MM é compreendido como sendo algo não necessariamente linear ou formado por etapas predeterminadas e que somente se mostra ao longo do próprio processo.

### O software Scratch

Entre os programas que abordamos em nossas ações educativas e investigativas, destacamos o Scratch, que é um *software* livre de-

envolvido no MIT (Massachusetts Institute of Technology). O Scratch se constitui como uma linguagem de programação visual que permite ao usuário construir interativamente suas próprias histórias, animações, jogos, simuladores, ambientes visuais de aprendizagem, músicas e arte. Para manuseio do Scratch, o usuário obrigatoriamente necessita expressar seu pensamento na forma de comandos. Toda ação de qualquer objeto deve ser programada e explicitada. Os comandos são visualizados por meio de blocos que são arrastados para uma área específica e conectados, formando a programação do ambiente (Figura 2).

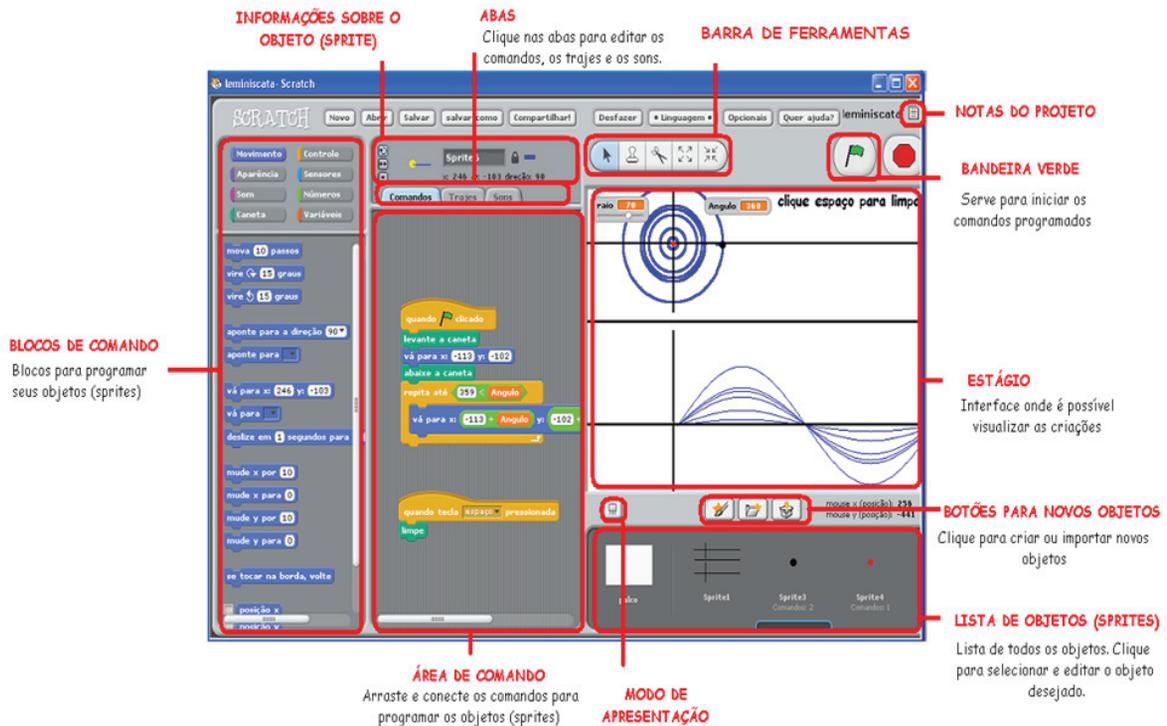
Figura 2 – exemplo de programação feita no Scratch.



Fonte: a pesquisa.

A interface é intuitiva, e o manuseio de suas ferramentas não requer comandos complexos. Cabe salientar ainda que o programa possui a opção da linguagem em português. Todos os ambientes criados nessa linguagem são em duas dimensões (2D). Sua interface é composta por três principais áreas: a área formada pelos blocos de comando, que fica à esquerda; a área de comando no centro, na qual os blocos de comando são arrastados e conectados; e o estágio, que fica à direita e é a interface na qual é possível visualizar as criações (Figura 3).

Figura 3 – interface do Scratch.



Fonte: a pesquisa.

Conforme Lifelong Kindergarten Group,<sup>2</sup> o Scratch possui uma série de conceitos relacionados à matemática e à computação, a saber, conceitos sequenciais, de interação (*looping*), argumentos condicionais, variáveis, listas (sequência de ordens), manipulação de eventos, linhas paralelas de execução, aleatoriedade de números, lógica booleana, interação dinâmica e *design* de interfaces interativas (LIFELONG KINDERGARTEN GROUP, 2007).

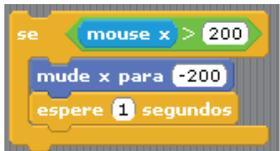
A esse conjunto de aspectos explicitados, acrescentamos ainda um comando associado a

funções, que pode ser encontrado no bloco de comando “números”. Este pode ser utilizado para modelar as mais diversas situações, dar efeitos a objetos e utilizar na plotagem de gráficos. O usuário pode utilizar as funções seno, cosseno, tangente, arc-seno, arc-cosseno, arc-tangente, raiz quadrada, logaritmo natural, logaritmo de base 10, exponencial de base 10 e exponencial com base o número de Euler.

O Quadro 1 apresenta alguns comandos utilizados para o desenvolvimento, visando a uma melhor compreensão das funcionalidades do Scratch e sua relação com a matemática.

<sup>2</sup> Grupo responsável pela criação do Scratch.

Quadro 1 – Representação dos conceitos matemáticos e computacionais relacionados ao Scratch.

Conceito	Explicação	Exemplo
Sequência	Para criar um programa no Scratch, é necessário pensar sistematicamente sobre a ordem dos passos.	
Iteração ( <i>looping</i> )	<b>Sempre</b> e <b>repita</b> podem ser usados para iterações (repetindo uma série de instruções).	
Argumentos condicionais	<b>Se</b> e <b>se-senão</b> conferem uma condição.	
Variáveis	Os blocos de variáveis permitem a criação de variáveis para usá-las na programação. O Scratch suporta variáveis globais (servem para todos os objetos) e específicas (são usadas para um único objeto).	
Listas (ordens)	Os blocos de lista permitem armazenar e acessar uma lista de números e coisas. Esse tipo de estrutura de dados pode ser considerada uma “ordem dinâmica”.	
Manipulação de evento	<b>Quando tecla pressionada</b> e <b>quando objeto clicado</b> são exemplos de eventos de manipulação – que respondem a eventos ativados pelo usuário ou outra parte do programa.	

Conceito	Explicação	Exemplo
Linhas (execução paralela)	Duas pilhas de comandos criam duas linhas independentes que executam os comandos ao mesmo tempo.	
Coordenação e sincronização	<b>Anuncie para todos</b> e <b>quando eu ouvir</b> podem coordenar ações de múltiplos objetos ( <i>sprites</i> ). Usando <b>anuncie para todos</b> e <b>espere</b> permite sincronizações.	<p>Por exemplo, o objeto 1 pode enviar a mensagem Vencedor quando esta condição é satisfeita.</p> <p>Este comando no objeto 2 inicia quando a mensagem é recebida.</p>
Aleatoriedade de números	O bloco <b>sorteie um número entre</b> seleciona números aleatórios entre dois números escolhidos.	
Lógica booleana	<b>E, ou, não</b> são exemplos de álgebra booleana.	
Interação dinâmica	<b>Mouse x, mouse y</b> e <b>volume do som</b> podem ser usados como uma entrada dinâmica de interação em tempo real.	
Design de interfaces interativas	É possível criar interfaces interativas no Scratch. Por exemplo, usando objetos clicáveis para criar botões.	

Conceito	Explicação	Exemplo
Funções	É possível utilizar funções para modelar situações, dar efeitos a objetos e utilizar na plotagem de gráficos. São apresentadas as funções seno, cosseno, arcseno, arccosseno, tangente, arcotangente, raiz quadrada, logaritmo natural, logaritmo na base 10, exponencial na base 10 e na base e. Além dessas existe a função valor absoluto.	

Fonte: a pesquisa.

### Metodologia e contextualização

A metodologia utilizada na realização da investigação foi de caráter qualitativo. Nessa abordagem, conforme Lincoln e Guba (1985), o propósito fundamental é a compreensão, a explicação e a interpretação do fenômeno estudado, visando a uma interlocução coerente entre pesquisadores, pesquisa e pesquisado.

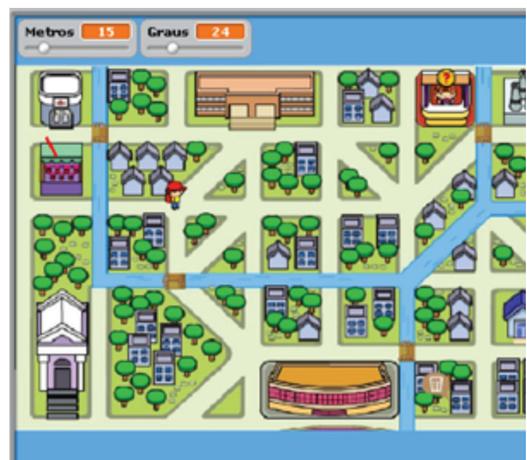
Os sujeitos da pesquisa foram oito alunos do curso de Licenciatura em Matemática de uma universidade do Sul do Brasil que participaram de um curso intitulado “Construção de Jogos Eletrônicos”, ocorrido no primeiro semestre do ano de 2009, com duração de 20 horas. O *software* utilizado para a criação dos jogos eletrônicos foi o Scratch.

A produção dos dados deu-se por meio de filmagens feitas com o *software* Camtasia,<sup>3</sup> que permite filmar simultaneamente a tela do computador e as pessoas que o estão manipulando, gravando seus gestos e argumentações. A análise envolveu um entrelaçamento entre aspectos teóricos e dados, mesclando transcrições literais, relato e compreensão do ocorrido.

Para o escopo deste artigo, avaliaremos a construção de um jogo construído pelos estudan-

tes<sup>4</sup> que se reuniram em duplas. Em particular, apresentaremos o jogo produzido pelas estudantes Eduarda e Fernanda, formado por uma figura de fundo, dada por um mapa no qual um objeto deveria movimentar-se por meio da mudança de duas variáveis que indicavam a angulação e a distância percorrida, criadas no jogo e denotadas por “metros” e “graus”. A Figura 5 apresenta a interface do jogo na área de estágio do Scratch.

Figura 4 – A interface do jogo produzido por Eduarda e Fernanda.



Fonte: a pesquisa.

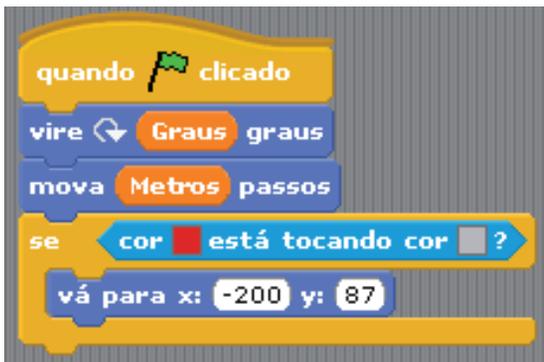
<sup>3</sup> Camtasia Studio® é uma marca registrada TechSmith, disponível em: <http://www.techsmith.com/camtasia.html>. Esse *software* tem a finalidade de criar e editar vídeos, tanto capturados na tela do computador, quanto gravações externas.

<sup>4</sup> A escolha do tipo de jogo que seria construído ficou a cargo dos próprios estudantes.

## A construção do conhecimento matemático e o Scratch

Mesmo sendo um *software* no qual a matemática pode se mostrar de modo indireto, utilizamos o Scratch em ações pedagógicas e de pesquisa. Nesta seção, apresentaremos um recorte de nossas pesquisas que foca a apresentação da matemática do Scratch quando trabalhado de modo aberto, isto é, quando a escolha dos projetos e dos temas parte dos próprios estudantes. Consideramos importante apresentar que, embora em alguns casos do uso do Scratch a matemática como conhecida no contexto escolar se mostre de modo indireto, há a possibilidade de ser tratada e discutida também de modo explícito. É esse o caso do modelo apresentado pelas construções feitas pela dupla Eduarda e Fernanda. Sua estrutura pode ser observada na Figura 5.

Figura 5 – modelo que se refere ao movimento do objeto ao longo do mapa.



Fonte: a pesquisa.

Nessa construção, as discentes utilizaram duas variáveis em sua estrutura, denominadas pelas participantes por “Graus” e “Metros” (Graus, Metros). Nesse caso, o deslocamento do objeto se dá por meio da alteração dessas variáveis pelo jogador. Esse deslocamento é feito junto à tela de estágio mediante a movimentação de uma barra de rolagem (Metros 15, Graus 24) na qual é possível escolher um valor para “Graus”, indicando assim a rotação do objeto, e outro para “Metros”, apresentando a quantidade de passos que deve avançar na direção selecionada.

Em termos matemáticos, o que se mostra nesse aspecto é que o deslocamento desse ponto ao próximo ponto se dá por meio das mesmas ideias utilizadas em *coordenadas polares*, isto é, considerando o ponto de partida de cada alteração como uma origem, o ponto final do deslocamento pode ser apresentado como sendo o par  $(r; \theta)$ , onde  $r$  é o raio (apresentado pela variável “Metros”) e  $\theta$  é o ângulo (apresentado pela variável “Graus”).

Esse modo de deslocar o objeto se associa a uma estrutura mais ampla que envolve, além do movimento, a interação com os outros objetos que compõem o jogo (Figura 7). Essa estrutura pode ser interpretada em termos lógicos matemáticos proposicionais. Diferentemente dos modelos lógico-matemáticos apresentados anteriormente, esse necessita, além de algumas das operações já apresentadas, dos operadores lógicos “e” e “ou”, dadas pelos símbolos  $\wedge$  e  $\vee$  respectivamente. Segundo Rocha (2006) e Machado e Cunha (2005), o uso da operação “e” entre duas proposições só será verdadeiro quando as duas assumirem valores lógicos verdadeiros, sendo as outras combinações possíveis falsas, enquanto para a operação “ou” o valor lógico falso só será assumido quando as duas forem falsas, sendo as demais combinações verdadeiras. Nomeando o movimento por  $M$ , é possível descrevê-lo como:

$M(G, N, A)$ , onde  $G$ ,  $N$  e  $A$  são proposições compostas tais que:  $G$  está associada ao giro do objeto e pode ser expressa por

$$G = p \rightarrow (g \rightarrow q)$$

Onde

$p$  é a tecla “bandeira verde” clicada



$g$  é a alteração na variável Graus



$q$  é o giro causado pela alteração da variável Graus



$N$  está associada ao deslocamento do objeto e pode ser expressa por

$$N = p \rightarrow (m \rightarrow r)$$

Onde

$p$  é a tecla “bandeira verde” clicada



$m$  é a alteração na variável Metros



$r$  é a movimentação causada pela alteração da variável Metros (  )

$A$  está associada ao posicionamento do objeto depois de ter sido feita a alteração das variáveis, que o faz retornar ao posicionamento inicial, caso tenha ultrapassado o contorno do mapa (desde que sua cor, que é vermelha, se sobreponha à cor cinza, que está associada aos contornos do mapa).

$$A = [p \wedge (q \vee r)] \rightarrow (t \rightarrow u)$$

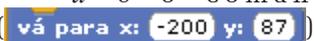
Onde

$p$  é a tecla “bandeira verde” clicado (  )

$q$  é o giro causado pela alteração da variável Graus (  )

$r$  é a movimentação causada pela alteração da variável Metros (  )

$t$  é o sensor “cor está tocando cor” (  )

$u$  é o comando “vá para” (  )

Desse modo, é possível observar que associada ao modelo construído está uma série de conceitos lógico-matemáticos, que permitem mostrar que o movimento  $M$  depende de três proposições compostas dadas por  $G$ ,  $N$  e  $A$ , que por sua vez são organizadas por operações entre proposições simples. Além disso, no caso específico da construção feita pelas estudantes, há a apresentação de aspectos matemáticos explícitos, como a utilização de angulação e movimentação, que pode ser associada ao contexto abrangido pelo estudo das coordenadas polares.

## Considerações finais

Reunindo as discussões deste artigo, entendemos ser possível fazer uma avaliação que envolve o processo de construção de modelos quando é considerado o mundo cibernético como *locus* para a atualização dos mesmos. Nesse contexto, o modelo é expresso por uma linguagem específica, própria para o espaço abrangido pelas tecnologias digitais. Essa linguagem, embora tenha uma sustentação baseada na lógica proposicional, pode também apresentar a matemática utilizada no contexto escolar e acadêmico de modo explícito (como é o caso no qual são in-

seridas funções dadas pelos comandos da seção “números”). Além disso, permite que, em sua estrutura, sejam utilizados aspectos referentes à linguagem materna, ao contexto estético/visual e a aspectos sonoros, por meio de comandos que podem ser “encaixados”. Isso mostra um tipo de modelo que se diferencia daqueles que comumente são utilizados em uma linguagem matemática formal e que somente se configura como tal no contexto abrangido pelo mundo cibernético, onde encontra sustentabilidade e potência para se atualizar por meio da tela do computador. Devido a essas particularidades, entendemos ser coerente tratá-lo como um modelo matemático/tecnológico.

Por meio das associações vistas, vemos a construção de jogos eletrônicos como um ambiente potencial para o processo de ensino e aprendizagem da matemática, quando abarcado sobre a ótica da Modelagem Matemática. Nesse contexto, entende-se que a MM pode-se fazer de uma multiplicidade de linguagens, entre elas linguagens computacionais como as do Scratch que, além de notadamente apresentar aspectos matemáticos, pode contribuir para desmistificar a ideia de que o computador gera resultados que garantem certeza.

## Referências

CLUA, E.; BITTENCOURT, J. *Desenvolvimento de jogos 3D: concepção, design e programação*. Anais da XXIV Jornada de Atualização em Informática do Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, p.1313-1356, São Leopoldo, Brasil, julho de 2005.

DALLA VECCHIA, R. *A modelagem matemática e a realidade do mundo cibernético*. Rio Claro: UNESP, 2012. Tese (Doutorado em Educação Matemática), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2012.

GELLERT, U.; JABLONKA, E. *Mathematisation and Demathematisation*. Rotterdam: Sense Publishers, 2007.

JENKINS et al. *Confronting the Challenges of Participatory Culture: Media Education for the 21<sup>st</sup> Century*. The MacArthur Foundation, Chicago, 2006. Disponível em: <[http://digitalllearning.macfound.org/atf/cf/%7B7E45C7E0-A3E0-4B89-AC9C-E807E1B0AE4E%7D/JENKINS\\_WHITE\\_PAPER.PDF](http://digitalllearning.macfound.org/atf/cf/%7B7E45C7E0-A3E0-4B89-AC9C-E807E1B0AE4E%7D/JENKINS_WHITE_PAPER.PDF)>. Acesso em: 19 ago. 2012.

KISHIMOTO, T. M. (Org.). *Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação*. São Paulo: Cortez, 2001.

LIFELONG KINDERGARTEN GROUP. *Programming Concepts and Skills Supported in Scratch*. MIT Media Lab, 2007. Disponível em: <<http://scratch.mit.edu/files/program-concepts-v5.pdf>>. Acesso em: 5 abr. 2009.

LINCOLN, Y.; GUBA, E. *Naturalistic Inquiry*. Califórnia: Sage Publications, 1985.

MACHADO, N. J.; CUNHA, M. O. *Lógica e linguagem cotidiana: verdade, coerência, comunicação, argumentação*. Belo Horizonte: Autêntica, 2005.

MATTAR, J. *Games em educação: como os nativos digitais aprendem*. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

ROCHA, E. *Raciocínio lógico: você consegue aprender*. 2.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

ROSA, M. *A Construção de identidades on-line por meio do Role Playing Game: relações com ensino e aprendizagem matemática em um curso a distância*. Rio Claro: UNESP, 2008. Tese (Doutorado em Educação Matemática), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2008.

ROSA, M. *Role playing game eletrônico: uma tecnologia lúdica para aprender e ensinar matemática*. Rio Claro: UNESP, 2004. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2004.

VALENTE, J. A. *Computadores e conhecimento: repensando a educação*. Campinas: UNICAMP/NIED, 1993.

---

**Rodrigo Dalla Vecchia** – Doutor em Educação Matemática pela UNESP, professor do curso de Licenciatura em Matemática da ULBRA e professor colaborador do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da ULBRA.

**Marcus Vinicius Maltempo** – Doutor em Engenharia Elétrica e de Computação UNICAMP, professor do Curso de Computação da UNESP e Professor do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da UNESP.

**Tiago Weingarten** – Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da ULBRA.