

Produção de Games nas Aulas de Matemática: por que não?

Greiton Toledo de Azevedo
Marcus Vinícius Maltempi
José Pedro Ribeiro Machado
Gene Maria Vieira Lyra-Silva

RESUMO

Este trabalho discute os conhecimentos matemáticos construídos pelos alunos do Ensino Fundamental a partir da produção de jogos digitais. Esta iniciativa foi realizada no âmbito do projeto Mattics em uma escola pública da região de Goiânia (GO), orientada por ideias construcionistas e da pesquisa qualitativa. Os resultados obtidos indicam os conhecimentos construídos a partir da mobilização de ideias-conceitos matemáticos ao longo da produção de jogos com o uso de linguagem de programação, evidenciando a importância de uma aprendizagem ‘mão na massa’, ativa e contextual.

Palavras-chave: Conhecimentos Matemáticos. Programação de jogos. Construcionismo.

Games Production in Mathematics: Why not?

ABSTRACT

This work discusses the mathematical knowledge built by Elementary School students from the production of digital games. This initiative was carried out within the scope of the Mattics project in a public school in the region of Goiânia (GO), guided by constructivist ideas and qualitative research. The obtained results indicate the knowledge built from the mobilization of ideas-mathematical concepts throughout the production of games with the use of programming language, highlighting the importance of an active and contextual ‘hand in the mass’ learning.

Keywords: Mathematical Knowledge. Game programming. Construction.

Greiton Toledo de Azevedo é Doutorando em Educação Matemática (UNESP). Atualmente, é Docente do Instituto Federal Goiano. Av. Vereador José Benevento, Qd. 11, s/n, 75780-000, Ipameri/GO – Brasil.

E-mail: greiton.azevedo@ifgoiano.edu.br

Marcus Vinícius Maltempi é Doutor em Engenharia Elétrica e de Computação pela UNICAMP. Docente da Universidade Estadual Paulista (Unesp). Av. 24 A, 1515 – Bela Vista, Rio Claro/SP, Brasil.

E-mail: maltempi@rc.unesp.br

José Pedro Ribeiro Machado é Doutor em Educação Matemática (USP). Docente da Universidade Federal de Goiás (UFG). Av. Esperança, Câmpus Samambaia, 74690-900, Goiânia/GO, Brasil.

E-mail: zepedroufg@gmail.com

Gene Maria Vieira Lyra-Silva é Doutora em Educação (UNICAMP). Docente da Universidade Federal de Goiás (UFG). Avenida Esperança, s/n, Câmpus Samambaia, 74690-900, Goiânia/GO – Brasil.

E-mail: gene.lyra@gmail.com

Recebido para publicação em 11 jun. 2018. Aceito, após revisão, em 18 out. 2018.

DOI: <https://doi.org/10.17648/acta.scientiae.v20iss5id4152>.

PALAVRAS INICIAIS

Os jogos digitais podem ser recursos pedagógicos relevantes para além de brinquedos eletrônicos. Se bem planejados e incorporados ao contexto escolar, eles podem subsidiar um novo tipo de aprendizagem baseado nas tecnologias digitais, tendo possibilitado, a partir da década de 1970, a entrada das crianças no universo da informática (Huizinga, 2007). Os jogos digitais, ao serem utilizados como forma de mobilizar espaços de autonomia aos estudantes para testar ideias, de um modo como poucos brinquedos são capazes de proporcionar, “provaram ser capazes de ensinar aos aprendizes as possibilidades e limitações” (Papert, 2008, p.20) de um novo paradigma de aprendizagem.

Ainda que a produção do jogo digital tenha apresentado bons resultados no desenvolvimento de competências em atividades escolares, muitas ações ainda tratam essas práticas como meras transmissoras de conteúdo (Valente, 2016). Por isso, reconhecemos que, em diálogo com as ações que vêm sendo realizadas no projeto Mattics¹ desde 2015, se faz necessário envolver o aluno no processo de produção do jogo digital, no qual tanto o professor quanto estudante caminhem juntos e se responsabilizem mutuamente pelo processo de mobilização de significados em matemática. O Mattics é, atualmente, um projeto de extensão do Instituto Federal Goiano que nasceu de uma pesquisa (Azevedo, 2017) e, desde então, tem possibilitado aos estudantes da Educação Básica de uma escola pública, localizada em uma cidade da região metropolitana de Goiânia, construir jogos digitais ao mesmo tempo em que desenvolvem ideias e conceitos de matemática de forma crítico-ativos.

Desta forma, este trabalho discute o processo de aprendizagem em matemática dos alunos a partir da produção de jogos digitais na Educação Básica. Destaca o desenvolvimento de jogos como contexto e motor para a produção de significados em matemática. Ao evidenciarmos alguns dados desta experiência, trazemos recortes das falas dos alunos ao produzirem seus jogos,² aliadas aos conteúdos matemáticos à luz das ideias construcionistas (Papert, 1993, 2008; Maltempo, 2012; Rosa, 2008; Azevedo, 2017; Valente, 1999, 2016).

A partir do intercruzamento entre produção de dados e análise, apresentamos as ideias intuitivas de matemática mobilizadas pelos alunos e a sua forma de apropriação a partir do recorte feito da produção do jogo *Poluição do Ar* construído pelos alunos no Mattics usando a linguagem *Scratch*. Ressaltamos que este trabalho aponta estratégias de aprendizagem, evidenciando uma formação ‘mão na massa’, dinâmica e ativa.

¹As ações e atividades do Projeto Mattics podem ser acessadas em <www.mattics.com.br>.

² Temos ciência que a pesquisa apresentada, ao envolver seres humanos, foi submetida ao Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal de Goiás (CEP/UNESP) de modo a garantir um trabalho ético, sem anonimato, obedecendo às normas e diretrizes estabelecidas.

O USO DO JOGO DIGITAL NA EDUCAÇÃO SITUADO NA LINHA DO TEMPO

A trajetória da pesquisa sobre jogos digitais educacionais surge mais fortemente em países de língua inglesa, especialmente nos Estados Unidos, sendo mais tarde disseminada em outros países. Um dos principais objetivos destas pesquisas iniciais “foi o de estudar os efeitos dos jogos digitais – comportamento agressivo, dependência, isolamento, desempenho escolar etc.” (Marinho & Struchiner, 2013, p.10). Porém, se preocupavam também em compreender o potencial dos jogos nos processos de ensino e aprendizagem tanto para quem joga quanto para quem o constrói.

Em 1980 já havia certo interesse dos pesquisadores e professores, em diferentes áreas do conhecimento, em utilizar os jogos digitais na Educação Básica (Squire, 2003). O pensamento que se tinha não era muito diferente do que se tem hoje, pretendia-se explorá-los não apenas como uma forma de entreter e motivar, mas também como estratégia que possibilitasse ambientes mais atraentes de aprendizagem e contribuir com o processo de formação e autonomia do estudante (Jonassen & Land, 2000, Valente, 2016). Já no início da década de 1990 (Papert, 2008), fortaleceu-se o entusiasmo em aproveitar os benefícios que os jogos digitais trariam à construção de conhecimento. Tal entusiasmo se centrou como uma alternativa para possibilitar a criação de ambientes de aprendizagem em que os alunos pudessem ter uma participação mais ativa, menos estanque e mais crítica. Desde então, a tecnologia de jogos digitais vem evoluindo, mas, por outro lado, os estudos e as formas de incorporá-los aos ambientes de aprendizagem não têm acompanhado na mesma velocidade (Valente, 2016). Apesar dos avanços feitos, ainda hoje, estudos nessa área carecem de mais atenção e mais cuidado.

A incorporação de jogos digitais no cenário escolar brasileiro, a partir dos anos 2000, começa a se intensificar mesmo que timidamente e tem se tornado cada vez mais conhecida (Azevedo, 2017). No entanto, é preciso alertar que a sua incorporação não se trata de algo direto e nem trivial, pois não basta “acreditar que a simples introdução de um jogo qualquer seja o suficiente para uma nova abordagem que motive e faça com que os alunos construam conhecimento” (Valente, 2016, p.9). Os jogos digitais podem trazer benefícios se bem explorados, porém, por não serem neutros, demandam um novo pensar das práticas pedagógicas a serem desenvolvidas (Azevedo, 2017).

O trabalho com jogos digitais no contexto escolar pressupõe uma nova organização de ensino e exige uma nova postura tanto do professor quanto do aluno para a construção de conhecimento. Isso porque, o jogo digital, além de ter um caráter dinâmico e educacional, é uma atividade que se instaura no contexto de ludicidade, regras, confrontos, mas que se sustenta no objetivo comum de aprendizagem, em particular, no campo de matemática. Diante disto, partimos a para próxima seção na tentativa de compreender a produção do jogo digital como estratégia de ensino e aprendizagem de ideias de matemática.

MATEMÁTICA E GAMES? EIS A QUESTÃO!

A produção de conhecimento, em campos específicos, legitimados pela escola, a partir de jogos digitais, pela qual argumenta Kafai (2006), não está no ato de jogá-los ou no ato de entreter-se e envolver-se somente nele; mas, sim, sobretudo, no processo de produzi-lo e de (re)inventá-lo, uma vez que essa configuração, “de pôr a mão na massa”, possibilitaria o estudante situações ricas, menos burocráticas e desafiadoras. A produção do jogo é uma proposta pedagógica que une não somente a criatividade e o desenvolvimento de habilidades específicas, como imaginar, criar e inventar, cenários, personagens, a trama e as etapas (fases), mas também propõe, em sua própria dinâmica e organização, a possibilidade do estudante estabelecer ideias, produzir significados e traçar diferentes estratégias para construí-los a partir da análise, interpretação e composição dos mais variados algoritmos³ lógicos, relacionais e operatórios matemáticos.

A proposta de se produzir jogos, a partir da composição de algoritmos de programação, em especial, nos processos de ensino e aprendizagem em matemática, não é uma tarefa direta e trivial, isso porque pressupõe, no mínimo, por não ser neutra, ações efetivas e integradoras, que requerem comprometimentos dos estudantes e professores. A construção de jogos digitais, sem se limitar ao currículo de matemática, deve ser desenvolvida pelo estudante e professor, na qual ambos caminham juntos como parceiros de um processo maior, menos hierárquico e mais dialógico.

A proposta de romper com a aula e o modelo tradicional, segundo Papert (2008), não significa diminuir a responsabilidade do professor e deixar o aprendiz fazer o que quiser. Pelo contrário, é um movimento que pressupõe a parceria de ambos durante todo processo de produção de significados, de ideias e contextos, e de conhecimentos matemáticos. Essa busca pela mudança tem por finalidade descentralizar o foco excessivo do conteúdo procedimental matemático, que muitas vezes se reduz aos aspectos mecânicos, e privilegiar espaços associados à investigação, à exploração, à participação e à curiosidade do aluno.

Não é inserir a produção do jogo digital de qualquer forma na sala de aula de matemática, mas encontrar meios para explorá-lo sem desconsiderar o currículo vigente. É encontrar meios que potencialize a aprendizagem crítica e criativa do estudante por meio dele. E para isso é preciso “refletir sobre o papel histórico da escola, sobre o tipo de sociedade que queremos, sobre o tipo de aluno que queremos formar, sobre qual matemática acreditamos ser importante para esse aluno” (Fiorentini & Miorim, 1990, p.9).

O conteúdo curricular de matemática não pode mais ser puramente estável, nem somente previsível, com ações fechadas e atividades totalmente prontas desde o início do primeiro bimestre. Pelo contrário, é preciso reservar um espaço na programação do currículo para a curiosidade, o questionamento, a descoberta, a imprevisibilidade, a criatividade e a inovação. Acreditamos assim que o currículo de matemática deve ser “[...] concebido como algo em andamento, instável e dinâmico, em que a organização

³ Em informática, um algoritmo é visto como conjunto de regras e procedimentos lógicos e operacionais perfeitamente definidos, que levam à solução de um problema em um número finito de etapas.

e as atividades são definidas conforme o curso se desenvolve” (Mattar, 2010, p.51). E isso não significa dizer que o desenvolvimento do currículo seja feito de forma não intencional e sem organização. Mas pressupõe dizer que este deve ser organizado de modo a prestigiar a flexibilização e o trabalho que se desenvolve não apenas na zona de conforto, mas também na zona de risco.

Pressupõe, ainda, oportunizar não só o trabalho com o conteúdo conceitual matemático, mas também a mobilização das características do fazer matematicamente, como: abstrair, organizar, induzir, generalizar, interpretar, etc. É perceber o aprendiz como um construtor de conhecimento, e que seja capaz de desenvolver o seu raciocínio matemático e a sua capacidade para criar, elaborar e resolver diferentes tipos de problemas; fazer observações sistemáticas de aspectos quantitativos e qualitativos, ler e interpretar diferentes representações matemáticas; saber selecionar e organizar dados; produzir informações relevantes, para interpretá-las e avaliá-las.

Desta forma, reconhecemos que a construção de jogos não deve se limitar ao conteúdo matemático, mas oportunizar ao estudante a pensar em outras estratégias que o faça ter um olhar não limitado e mais problematizado. Ter a chance de vislumbrar múltiplos e amplos olhares que não se encerrem aos testes standardizados. Isso porque concebemos a sala de aula como espaço formativo e não de treinamento, a compreendemos como um lugar para que o aluno desenvolva ideias e o seu potencial criativo, e que isso possa trazer contribuições à sociedade (Azevedo, 2017).

Tal construção pode servir como instrumento para os aprendizes desenvolverem o seu pensamento conceitual e analítico de matemática, como fonte para expressarem novas ideias. Deve ser como última instância a instruir um “[...] programa de exercício e prática dizendo-me para fazer uma soma ou escrever uma certa palavra” (Papert, 2008, p.158). É um programa de computador construído pelo estudante de modo a possibilitar a compreensão não só do tema e personagens, mas também da construção dos algoritmos por meio da linguagem de programação utilizada. Uma das preocupações que levantamos é a forma de utilização desta programação na Educação Básica. Ela deve ter um caráter intuitivo de modo que não prenda o aluno em formalismos desnecessários e o coloque em armadilhas sem fundamentos.

LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO SCRATCH

O *Scratch* é uma linguagem de programação, baseada em blocos que se encaixam, e foi desenvolvida pelo grupo *Lifelong Kindergarten* do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT). Para o manuseio da linguagem *Scratch*, o estudante necessita expressar o seu pensamento e suas ideias na forma de comandos. Tais comandos se estruturam em forma de blocos que são combinados, assim como seria feito com as peças de um quebra-cabeça ou os blocos de um brinquedo Lego®.

Toda ação de qualquer objeto, que pode ser um personagem, um cenário, entre outros, deve ser programada e explicitada, o que possibilita o aluno a pensar sobre o pensar e a pensar sobre a sua própria ação. A título de exemplo, ilustramos abaixo uma ação particular do personagem Dino quanto ao seu movimento.

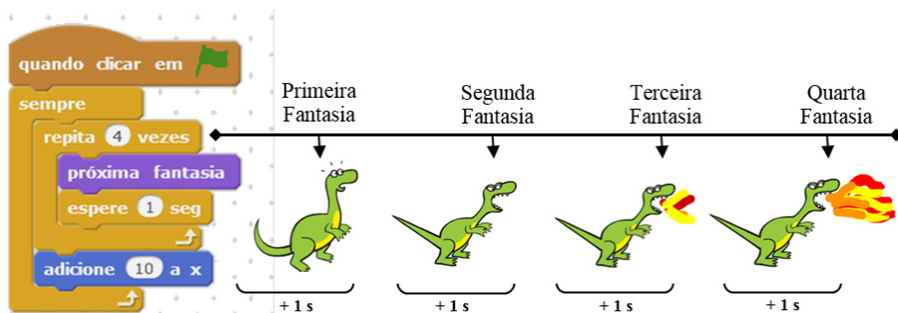


Figura 1. Algoritmo em Scratch: ação do personagem Dino (Azevedo, 2017, p.45).

Observa-se na figura acima o algoritmo da ação do personagem Dino, explicitado em forma de blocos que se encaixam ao serem combinados. Observa-se nesse algoritmo uma organização lógica e sequencial dos *laços de repetição* finito e infinito, que são um dos termos da linguagem de programação. O *repita 4*, por exemplo, irá executar quatro vezes o que está dentro dele (fantasia e o tempo de espera – dado em segundos). Assim que esse comando for executado completamente pelo número de vezes determinado, o personagem, Dino, então, caminhará um passo de tamanho 10 para frente. O comando 'sempre', que envolve toda estrutura algorítmica, fará com que o Dino repita tudo novamente, reproduzindo sequencialmente as fantasias (susto, abre a boca, cospe fogo e intensifica o fogo, caminha um passo de 'comprimento 10').

O movimento do personagem Dino, que é situado em um sistema de coordenadas cartesianas (em pixels, 480 x 360) no plano cartesiano, faz com que ele caminhe para frente e não para trás, pois o valor do parâmetro escolhido é 10 e é positivo e, assim, faz com que ele caminhe para direita em x. Se contrário, caminhará na direção oposta, que seria um parâmetro inteiro negativo, como, por exemplo, -10. Observa-se, ainda, que há uma ordem/seqüência dos comandos a serem executados, se houver alguma troca ou retirada de blocos, a ordem de execução se modifica.

Em resumo, o *Scratch* permite a construção de programas no formato bidimensional (2D) e possui uma série de conceitos de programação relacionados à matemática, tais como: seqüências, iterações, variáveis, argumentos condicionais (se, senão), álgebra booleana, manipulação e controle de eventos, desigualdades algébricas, números, termos geométricos, etc.

O CENÁRIO DE PESQUISA E AS IDEIAS CONSTRUCIONISTAS

O Projeto Mattics, um estúdio de games criado em uma escola pública brasileira, se constitui como um cenário de pesquisa e formação. Propõe a construção de conhecimento matemático e a produção de tecnologia utilizando programação, robótica e materiais de eletrônica em situações investigativas e criativas, buscando conferir aos seus sujeitos autonomia e participação ativa na aprendizagem contextual e mão na massa. Em forma de recorte, discutimos, neste trabalho, a construção de um jogo, *Poluição do Ar*, feito pelos alunos e centramos esforços nas ideias matemáticas mobilizadas à luz do construcionismo.

O construcionismo nega a transmissão de conhecimento (Papert, 2008) e põe em suspensão o valor da instrução domesticada. O conhecimento não é descoberto e nem é transmitido de uma pessoa para outra. O construcionismo é uma teoria de aprendizagem em que a formação do aluno é vista como uma interação dinâmica, permeada por significados que se atualizam conjuntamente a construção de artefatos que podem ser compartilhados e discutidos com outras pessoas (Azevedo, 2017). O aprendizado deve ser “um processo ativo, em que os aprendizes ‘colocam a mão na massa’ na produção de artefatos [que pode ser um jogo digital, um robô, um sensor, etc.], em vez de ficarem sentados e atentos a fala do professor” (Maltempì, 2012, p.288).

Sendo uma teoria de aprendizagem, o construcionismo considera que o conhecimento não pode ser simplesmente transmitido de uma pessoa para outra, uma vez que cada sujeito faz a releitura pessoal das ações interpretadas e vivenciadas. Para compreender a construção do conhecimento do aluno em matemática e seu processo formativo, lançamos luz ao *Turbilhão de Aprendizagem* (TA) (Rosa, 2008), que não se limita na relação aluno-computador na produção do jogo e se mostra dialógica, destacando as seguintes ações: *descrição/expressão*, *execução compartilhada*, *reflexão/discussão* e *depuração compartilhada* (Rosa, 2008). A interação do aluno vai além da construção do jogo, pois ao longo do processo compartilha e aprimora ideias coletivamente.

Tendo assumido o processo de aprendizagem do aluno em matemática a partir da produção de jogos de forma coletiva como campo investigativo, pondera-se que essa região se mostra de modo qualitativo. A partir deste cenário, nosso trabalho se sustenta numa perspectiva naturalística de investigação, pois buscou “[...] atingir aspectos humanos sem passar pelos crivos da mensuração, sem partir de métodos previamente definidos” (Bicudo, 2006, p.107).

A pesquisa contou com a participação de 25 alunos da segunda fase do Ensino Fundamental. Produzimos os registros dos alunos em diferentes formas, como entrevistas, transcrições, filmagens, além dos cadernos de memórias nos quais eram registradas as ideias/estratégias/impasses dos alunos. A fim de preservar o anonimato dos alunos (participantes da pesquisa), decidimos chamá-los de M (Matticker) acrescido de um número, tal que $1 \leq n \leq 25$. Por exemplo, M4: Matticker 4. Os cadernos de memórias

dos sujeitos (Mattickers) são representados por CMM número. Os dados coletados foram analisados em diálogo com nosso referencial teórico.

Estruturamos a seção da análise em dois principais momentos. Analisamos, inicialmente, o processo da produção do jogo *Poluição do Ar* pelos alunos e a forma como as ideias matemática surgiram, e mutuamente se formaram, ao longo dos diálogos mobilizados entre os grupos de alunos. No segundo momento, articulamos o processo da aprendizagem dos alunos em matemática a partir dos registros produzidos no projeto e, a partir dos dados identificados, apontamos os efeitos destas interações como contribuição à aprendizagem do aluno a partir do questionamento e das ideias quanto ao TA.



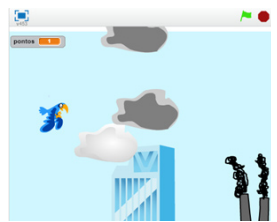
RECORTE: JOGO POLUIÇÃO DO AR

A escolha do tema Poluição no ar se deu após muita discussão entre os alunos. O grupo inicialmente havia decidido trabalhar com a poluição dos mares, uma vez que eles tinham muita vontade de conhecê-los, além de ser um assunto, conforme suas descrições nos cadernos de memórias, recorrente nos veículos de comunicação. Mas a ideia de trabalhar com a poluição dos mares não vingou. Uma razão defendida pelo grupo foi que o tema água já estava sendo trabalhado pelos dois outros grupos e que eles tinham outra ideia também bem legal de ser desenvolvida. Tratava-se da poluição encontrada nas alturas. Segundo seus relatos, a poluição do ar é um fator importante à comunidade não só local, como no mundo todo.

Dois alunos do grupo relataram que, ao brincar de soltar pipas no bairro, viam o céu poluído e, alguns lados, cheio de fumaças escuras. Eles discutiam que essa poluição é proveniente da emissão de gases dos carros e das fábricas locais. O jogo, conforme o grupo, deve trazer a conscientização às pessoas sobre os prejuízos acarretados por essas emissões à atmosfera e como poder evitá-las, além do conteúdo matemático.

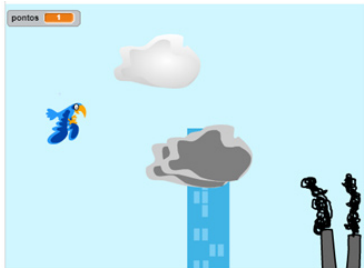

Quadro 1

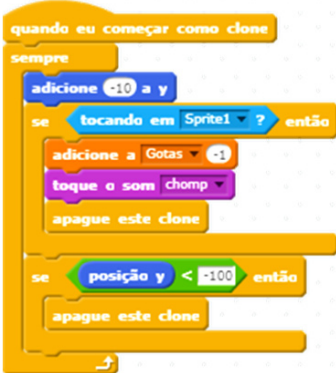
Etapas do jogo Poluição do ar (Azevedo, 2017).

Desenho (em construção) (<i>Caderno de memórias</i>)	Discussão e organização (<i>Decidindo/escrevendo os scripts</i>)	Interface gráfica do jogo (<i>Lixo no Poluição do ar</i>)
		
<p>Jogo disponível em: <https://scratch.mit.edu/projects/138093690/>.</p>		

O jogo trata sobre a poluição do ar que prejudica não só as pessoas como também os animais. Os Mattickers 1, 3, 7 e 8 decidiram, ao longo dos quatro encontros, construir um cenário móvel em que as nuvens vão passando e os *scripts* também, enquanto o pássaro deve fugir das nuvens escuras e capturar as nuvens claras (não poluídas) para ganhar pontos. Entendemos que o grupo ao pensar no jogo, nas distintas fases de sua construção, não só apresenta elementos comumente de sua própria realidade, mas também elementos figurativos – como, por exemplo, a separação das nuvens entre as cores, as ações atribuídas ao pássaro, etc. O grupo utiliza alguns comandos de programação, que articulam ideias de matemática em relação ao deslocamento (movimento) dos personagens, como: sistema de coordenadas, números racionais, variáveis, sistema de aleatoriedade, tempo, condições, entre outros. Alguns destes tópicos podem ser vistos no quadro 2.

Quadro 2
Ideias e conteúdos matemáticos mobilizados (Azevedo, 2017).

<p>Programação em Scratch (Comandos de programação)</p>	<p>Matemática (Conceitos e algumas ideias)</p>
	<p>O cenário do jogo é estruturado em plano cartesiano (2 dimensões). As suas dimensões são:</p> <ul style="list-style-type: none"> - $240 \leq x \leq 240$ (eixo horizontal – comprimento) - $-180 \leq y \leq 180$ (eixo vertical – altura ou largura) <p>Para localizar qualquer personagem do jogo no cenário, utiliza-se as coordenadas cartesianas ou pares ordenados (x, y). Por exemplo, podemos localizar o pássaro (personagem) na seguinte posição (240, -180), onde $x = 240$ e $y = -180$.</p>
	<p>MOVIMENTO DO PÁSSARO</p> <p>Para mover o pássaro (para direita, para esquerda, para cima e para baixo) é preciso utilizar a ideia de coordenadas cartesianas (x, y). Utilizam-se, também, números positivos, negativos, além do zero (números inteiros) para indicar se o pássaro vai à direita ou à esquerda. À esquerda -10 e à direita 10, utilizando a variável x. Enquanto para cima ou para baixo, utiliza-se a variável y.</p>

Programação em Scratch (Comandos de programação)	Matemática (Conceitos e algumas ideias)
	AR POLUÍDO (MÓVEL) Percebem-se na estrutura algorítmica os <u>argumentos condicionais</u> – SE. O ar poluído inicia-se na posição $y=180$ e cada novo instante, a partir do <i>looping</i> de repetição, decresce sucessivamente num valor igual a -10 , até chegar no valor menor que -100 , isto é, $n+1 < -100$ (operatória). Além disso, se o ar poluído ‘tocar’ no Sprit 1, que é o pássaro, a variável será incrementada em uma unidade. Ou seja, $0+1 = 1$; depois, $1+1 = 2$; e assim sucessivamente até alcançar a pontuação determinada no jogo [outro programa].

O quadro acima apresenta os conteúdos de matemática e de programação que foram mobilizados pelos alunos ao longo da produção do jogo Poluição do Ar. Estes conteúdos se mostram em suas ações ao produzir cada objeto do jogo. Uma destas ações pode ser notada nas descrições dos cadernos de memórias dos Mattickers 1, 3 e 7.

A partir dos recortes acima, percebemos que os conceitos matemáticos não são explorados isoladamente em sala de aula pelos alunos. Há uma discussão entre eles quando utilizam as ideias matemáticas para resolver problemas que se encaminham ao longo da produção do jogo. Problemas de como fazer um personagem movimentar, de como fazer a estrutura do cenário atender as dimensões permitidas em plano cartesiano, etc. Ao longo deste percurso de produção, notamos que as características do fazer matematicamente se apresentam naturalmente nas interações dos alunos, tais como: *conjecturar*; *verificar*; *comparar*; *calcular* e *analisar*. Estas ações apontam à construção de significados matemáticos a partir do diálogo, do questionamento e da busca permanente de entender o que se faz ao produzir um conjunto de algoritmos que dá vida ao personagem. Não é apenas usar o conteúdo matemático durante a produção do jogo, é uma forma de pensar nas diferentes soluções a partir dele para resolver situações-problema. Desta forma, o conteúdo de matemática se mostra como um movimento dinâmico que se constrói à medida que ocorrem os processos de transformação das atividades práticas, ganhando forma e recebendo significado (Poeta & Geller; 2014).

CMM 1 primeiro escolhemos a posição das nuvens - é onde elas vão começar. Depois pensamos [*conjecturar*] no jeito que elas iam andar [...] devem vir do lado contrário [horizontal] elas vem [do lado direito] e o pássaro vai contra elas [do lado esquerdo] daí dá a ideia de movimento, mudamos o valor de x para negativo [*verificar*], pois aí a nuvem ia diminuindo [a nuvem caminhava em direção à esquerda].

CMM 3 [Explicação do algoritmo] marca um ponto, depois a nuvem esconde, espera um segundo e mostra novamente a nuvem, mas agora em outro lugar porque tem o [comando] aleatório. Dentro do sempre, tem outro laço que é de 50 vezes e dentro [deste] laço tem $x = -13$. [Ou seja] ela vai diminuir 650 vezes [-650]. Porque fizemos [calcular] - 13 x 50 e dá esse valor. Olhamos [comparar] o tamanho do palco [na horizontal 480] e quando a nuvem ‘andar’ 650 à esquerda [- 650] a nuvem estará fora do palco e aí vai terminar esse laço finito e volta novamente para o infinito. Vem outra nuvem e repete tudo de novo até acabar o jogo.

CMM 7 escolhemos começar com zero pontos. Estamos tentando [analisar] construir um algoritmo para as nuvens pretas e brancas. Se tocar na branca marca 1 ponto e na preta -1. Sabemos que a variável armazena as coisas. Então é o seguinte ... se o pássaro tocar 8 vezes na nuvem branca, a gente precisa colocar uns comandos de marcar ponto igual a 1. Tipo, o ponto muda para 9, porque $8 + 1 = 9$, e assim por diante. Se o jogador tocar na nuvem negra perde pontos. [por exemplo] [...] se no jogo tiver 7 pontos marcados, então vai ficar com 6. Porque vai colocar (-1) na variável pontos [$V = 7 + (-1) = 6$; V: variável]

Um fato que se destaca é a fala do Matticker 7 sobre o funcionamento da variável em relação ao conceito de matemática e programação. Observa-se que a sua compreensão sobre variável vai além daquilo que se entende por ‘variar um valor’ em um determinado contexto-problema. Variável na linguagem matemática poderia de forma intuitiva se sustentar por esse mesmo argumento. O que se nota é que, durante a produção do jogo, o aluno apresenta que variável pode ser também compreendida como uma forma de armazenar valores e que podem ser alteradas ao receber outros valores. Isso se nota quando ele descreve: [...] Sabemos que a variável armazena as coisas “[...] se o pássaro tocar 8 vezes na nuvem branca, a gente precisa colocar uns comandos de marcar ponto igual a 1. Tipo: o ponto muda para 9, porque $8 + 1 = 9$ ”. Entendemos que, à medida que os algoritmos vão sendo construídos, novos significados e ideias matemáticas vão sendo ampliados e contextualizados pelos alunos.

Essa situação se confere àquilo que é defendido pelo Construcionismo como dimensão semântica, uma vez que atribui significados ao que o estudante faz e dá sentido para a sua construção, “em vez de formalismos e símbolos, além de trazer dentro de si conceitos e ideias que sejam representativos do assunto que está sendo estudado” (Maltempo, 2012, p.291). Outro fator que nos chama a atenção durante a produção do jogo é o registro (em forma de desenhos e rascunhos) apresentado no caderno de memória do Matticker 8. Ele apresenta o esboço dos personagens e sinaliza algumas preocupações quanto a execução dos algoritmos, conforme registro seguinte.

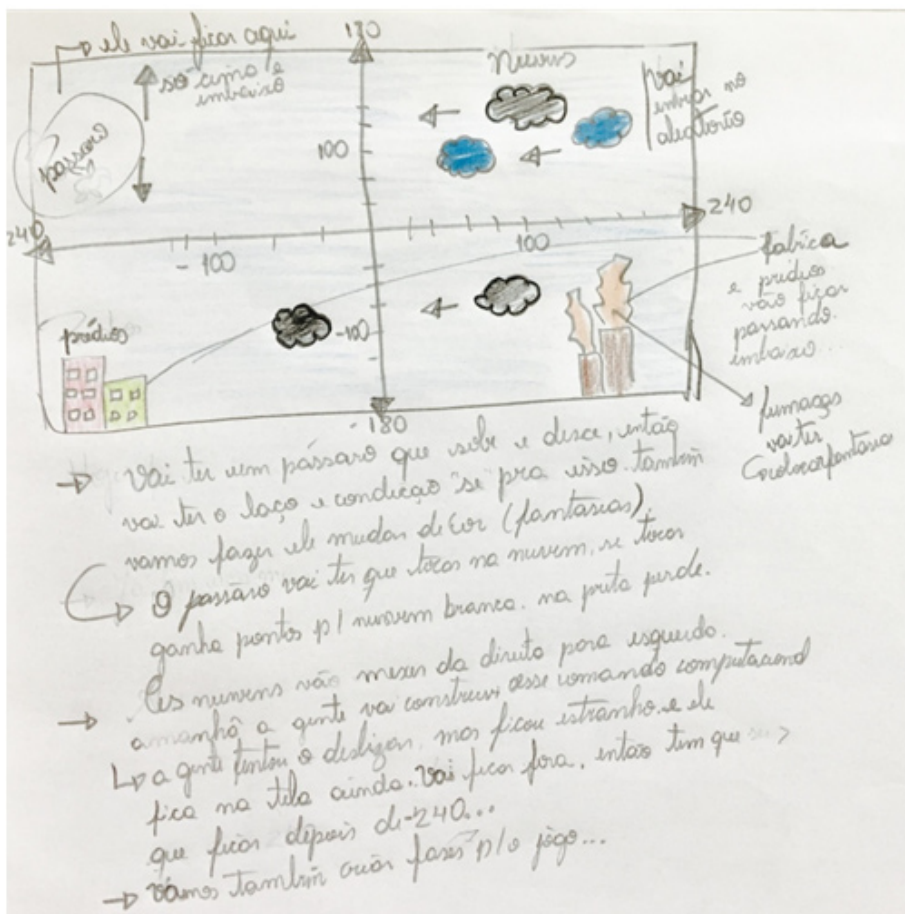


Figura 2. Esboço inicial do jogo "Poluição do ar" (Azevedo, 2017, p.193).

A Figura 2 apresenta a ideia inicial do grupo em relação à produção do jogo. O rascunho definido se altera e mostra o movimento do pássaro – já na versão final, reforçando uma construção dinâmica, marcada por idas e vindas, que se constitui por meio de decisões que vão sendo feitas pelo grupo de alunos. É um movimento que descarta a ideia de um processo linear e fechado de etapas previamente definidas.

Notamos que a construção deste jogo parte da localização dos personagens até a sua forma de interação no palco em termos das dimensões cartesianas. Mas isso não é uma receita de construção de um jogo, é apenas um caso particular de produção. Muito mais do que apresentar um possível escopo do jogo, o grupo mostra uma preocupação quanto ao funcionamento dos personagens “[...] as nuvens vão mexer da direita para esquerda [sempre nessa ordem], amanhã a gente vai construir esse comando computacional, a gente tentou o deslizar, mas ficou estranho...”. Observamos que, até mesmo no esboço inicial,

o grupo se mostra atento aos detalhes do jogo e reforçam suas ideias de construção do que é necessário ser feito para torná-lo exequível. Entendemos que, nessas situações, nas quais se articulam a mobilização de ideias e encadeamento de produção lógica dos algoritmos de cada personagem, os alunos são levados à refletirem e discutir as distintas etapas do processo de produção do jogo.

Ao dizer “[...] as nuvens vão mexer da direita para esquerda, [...] a gente tentou [a nuvem] vai ficar fora [do palco], então tem que ficar depois de -240 [se não a nuvem continuará aparecendo no palco do jogo]”, observa-se que os alunos se preocupam não só com o movimento do personagem no jogo, mas também definem uma possível estrutura de funcionamento dele. Ao fazerem isso, intuitivamente, eles começam a carregar ideias de matemática conectadas com a compreensão do uso de linguagem de programação. Nesse sentido, a construção de ideias matemáticas e a consequente forma de interpretar a interação dos personagens não partem necessariamente de conceitos formais matemáticos ao longo do processo de uma produção. Partem de ideias intuitivas, que se consolidam durante a argumentação, análise e depuração ao construí-lo.

Existe uma construção que se mostra particular entre os grupos e que se reforça quando eles são incentivados a descrever, compreender e argumentar cada etapa de produção do jogo. Tal processo se fundamenta na construção pela produção quando há uma participação ativa dos alunos e quando há espaço à argumentação entre eles.

APRESENTAÇÃO/ARGUMENTAÇÃO COPARTICIPATIVA DA PRODUÇÃO DO JOGO

A discussão/argumentação dos algoritmos do jogo é realizada sempre quando os alunos terminam suas produções no Mattics. É a fase de aprimorar algumas ideias e deixar outras para trás. Em particular, nessa produção, percebemos que as ideias matemáticas mobilizadas pelo grupo do jogo Poluição do Ar, se reforçavam e iam ganhando significados à medida que interagiam com outros colegas. Uma destas situações se evidencia na discussão do movimento do pássaro e seu funcionamento.



O grupo apresenta/argumenta o algoritmo do movimento do pássaro.

PP: Como vocês fizeram para fazer o pássaro subir, descer e ir para os lados aí?

M2: Primeiro a gente colocou a ideia do ‘quando clicar na bandeira verde’. Daí, começa a estrutura do algoritmo. Se o jogador pressionar a tecla para cima adiciona 10 a y, isso faz o pássaro subir. Se alguém tocar na tecla do computador para baixo vai adicionar -10 a y. Daí o pássaro vai para baixo [mostra o algoritmo na tela].

M4: [Pergunta] Mas, por que vocês alteraram os sinais de y? [positivo e negativo].

M2: Porque se fosse só positivo, o pássaro iria subir e subir sempre. Não ia descer [...]

M12: [Explica o algoritmo do movimento pássaro] [...] quando a tecla para direita for pressionada, vai adicionar 30 a x, que vai fazer o pássaro ir para frente. Se a tecla esquerda for pressionada, então vai adicionar -30 a x, ou seja, vai voltar pra cá [referindo-se ao movimento à esquerda].

M5: Vocês escolheram números específicos e diferentes para x e para y, não poderia ser outros?

M6: Sim, poderia ser outros números. Colocamos os valores para x iguais, porque daí ele vai pra frente e para trás com a mesma quantidade de passos. Como a altura é y e é menor do que o comprimento [valores referentes à x] no palco [$-240 \leq x \leq 240$; $-180 \leq y \leq 180$], por isso, decidimos colocar valores menores para y...

M5: Por que não as nuvens não caem... isto é, variam o y...

M6: É uma ideia, não pensamos nisso... Pensamos apenas em fazer as nuvens vindo da esquerda para direita.

A mobilização das ideias matemáticas pelos alunos, como a do plano cartesiano e números inteiros, se reforça na discussão/argumentação entre eles. Isto pode ser notado

nos seguintes excertos: “[...] se o jogador pressionar a tecla para cima, adiciona 10 a y, isso faz o pássaro subir, se alguém tocar na tecla do computador para baixo vai adicionar -10 a y, daí o pássaro vai para baixo” e “[...] colocamos os valores para x iguais, porque daí ele vai pra frente e para trás com a mesma quantidade de passos, como a altura é y e é menor do que o comprimento no palco, por isso, decidimos colocar valores menores para y”. Percebemos que há ideias matemáticas envolvidas nessa situação e a consequente compreensão delas. São falas que se originam em ideias matemáticas que, ao serem discutidas com outros alunos, são aprimoradas e problematizadas pelo coletivo de argumentações.

O grupo argumenta a estrutura do funcionamento do movimento do pássaro no jogo relacionando conceitos matemáticos e de programação. Estes argumentos se sustentam na própria construção pessoal dos alunos, que fazem a interpretação pessoal de cada personagem e a estrutura de funcionamento por trás de cada um deles. Os alunos ao debaterem sobre suas construções têm a oportunidade de reanalisar atentamente suas ideias, além de pensar em novas ideias não antes pensadas, como se nota no seguinte diálogo: “**M5:** Por que não as nuvens não caem... isto é, variam o y... **M6:** É uma ideia, não pensamos nisso... Pensamos apenas em fazer as nuvens vindo da esquerda para direita.” Ressaltamos que muito além dos alunos poderem argumentarem e defenderem suas ideias, eles também puderem criar novas pontes de compreensão do que haviam feito e do que poderiam ter feito. São discussões não neutras e que contribuem para um novo tipo de aprendizagem a partir da produção de um jogo pelo coletivo.

O fato de deixar os alunos mostrarem seus projetos pessoais apresenta-se como possibilidade de “[...] construção de conhecimento matemático a partir das múltiplas relações [estabelecidas], de forma intrínseca ao ser-com, o qual não possui [necessariamente] um início, nem um fim, [...] [mas] o meio” (ROSA, 2008, p.94). Desta forma, entendemos que a construção de conhecimento matemático, a partir da discussão/argumentação das ideias mobilizadas entre os grupos e da mobilização de ideias de matemática a partir do fazer e saber matemática, se mostra como um processo dinâmico e marcado por ações ativas ao longo de todas as fases de produção.

Consideramos, portanto, que os múltiplos diálogos, que são efetivados durante a apresentação/discussão entre os grupos de alunos, se constituem como uma forma de ampliação conjunta e não isolada de ideias matemáticas, no qual se traduz “[...] na crença que nem a pessoa nem o conhecimento – incluindo a matemática – podem ser atingidos isoladamente [...]” (Papert, 1988, p.196). Assim, a interação do aluno no ambiente construcionista de aprendizagem se configura como um elemento intrínseco à natureza colaborativa do fazer e aprender matemática a partir da construção do jogo digital, o qual favorece não só a descrever/expressar o seu pensamento (Rosa, 2008; Maltempo, 2012; Azevedo, 2017), mas a ajudar a outros a refletirem a partir do pensamento externalizado (argumentação) pelo coletivo.

PALAVRAS FINAIS

O grande potencial dos jogos digitais não está simplesmente no ato de apenas jogá-los e nem somente na ação de trabalhar com eles. Está no ato de construí-los juntamente com os alunos, evidenciando movimentos de formação e aprendizagem de matemática. É uma transformação que vai além da própria bolha e lança luz na contextualização de conceitos e busca conferir aos sujeitos uma participação mais ativa de aprendizagem e mais consonante a sua realidade. Esse tipo de iniciativa apresenta uma ligação mais profundamente entre o conteúdo curricular, jogos digitais e aprendizagem de matemática. Afinal, nessa abordagem os estudantes são os responsáveis pela construção de jogos digitais, que podem mobilizar tanto conhecimentos específicos quanto gerais de matemática, e também podem desenvolver competências, como: autonomia, domínio das tecnologias, etc.

Por sabermos que as relações estabelecidas entre os diferentes atores no projeto Mattics não são neutras, elas acabam influenciando como o aluno se apropria de conceitos matemáticos e como a formação deste é feita ao interagir com outro. Uma apropriação não encapsulada de códigos e formalismos. Ao contrário, ao trabalhar com a produção de jogos, o aluno é incentivado a questionar ideias intuitivas de matemática e sistematizar conceitos a partir do fazer matematicamente, como: comparar, medir, calcular, refutar informações, traçar estratégias, particular e generalizar. O nosso foco não foi o de pensar a formação do aluno a partir do conteúdo, mas ir além da sua restrição em sala, quebrando o ciclo do modelo sequencial conceito, exemplo e exercícios e propondo um movimento formativo mais atuante e contextual a partir da produção de jogos.

REFERÊNCIAS

- Azevedo, G. T. (2017) *Construção de conhecimento matemático a partir da produção de jogos digitais em um ambiente construcionista de aprendizagem: possibilidades e desafios*. 2007, 233 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
- Bicudo, M. A. V. (2006) Pesquisa Qualitativa e Pesquisa Qualitativa Segundo a Abordagem Fenomenológica. In: Borba, M. de C.; Araújo, J. de L. (Org.). *Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática*. 2. ed. São Paulo: Autêntica Editora.
- Fiorentini, D. & Miorim, M.A. (1990) Uma reflexão sobre o uso de materiais concretos e jogos no Ensino da Matemática. *Boletim da SBEM*. SBM: São Paulo, 4(7).
- Huizinga, J. (2007) *Homo Ludens*. 5 ed. São Paulo: Perspectiva.
- Jonassen, D. H. & Land, S. M. (2000) *Theoretical foundations of learning environments*. Publishing Company: Routledge, New Yourk and London.
- Kafai, Y. (2006) Playing and making games for learning: Instructionist and Constructionist perspectives for Game Studies”. *Games and Culture*, 1(1), 36-40.

- Maltempi, M. V. (2012) Construcionismo: pano de fundo para pesquisas em informática aplicada à Educação Matemática. In: Bicudo, M. A. V.; Borba, M. C. (Org.). *Educação Matemática: pesquisa em movimento*, 287-307. São Paulo: Cortez.
- Marinho, F. C. V. & Struchiner, M. (2013) Estudantes do Ensino Básico como desenvolvedores de jogos digitais. *Em teia: revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamerica*, Pernambuco, 4(3), 2-24.
- Mattar, J. (2010) *Games em educação: como os nativos digitais aprendem*. 1 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall.
- Papert, S. (1993) *Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas*. New York: Basic Books, Inc..
- Papert, S. (1994) *Instrucionismo versus Construcionismo*. In: Papert, S. A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática. Porto Alegre: Artes Médicas.
- Papert, S. (2008) *A máquina das Crianças: repensando a escola na era informática*. Porto Alegre: Artes Médicas.
- Rosa, M. (2008) *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. Tese (Doutorado em Educação Matemática), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- Squire, K. D. (2003) *Videogames in education*. *Int. J. Intell. Games & Simulation*, 2(1), 49–62.
- Valente, J. A. (1999) Informática na Educação no Brasil: Análise e Contextualização Histórica. Campinas, SP. UNICAMP / NIED, 1999, p.11-28. In: *O Computador na Sociedade do Conhecimento*.
- Valente, J. A. (jan. 2016) Jogos digitais e educação: uma possibilidade de mudança da abordagem pedagógica no ensino formal. *Revista Iberoamericana de Educação*, Estados ibero-americanos, 70(1), 9-28.