ISSN 2177-9309
Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana
Universidade Federal de Pernambuco
Pós-Graduação em Educação Matemática e Tecnológica EDUMATEC

PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTO MATEMÁTICO: ALGORITMOS E JOGOS DIGITAIS

Greiton Toledo de Azevedo [1]
José Pedro Ribeiro Machado [2]
Gene Maria Vieira Lyra-Silva [3]

Resumo

Este trabalho propõe compreender o processo da construção de conhecimento matemático 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), norteada pelos pressupostos da pesquisa qualitativa. A partir do intercruzamento dos materiais empíricos produzidos na pesquisa, buscamos sustentação teórica a partir do Construcionismo quanto à compreensão das ideias matemáticas mobilizadas na produção de jogos digitais. Os resultados obtidos com a análise de dados indicam indícios para entender o processo de construção de conhecimento a partir da produção de jogos como um movimento dinâmico, que conjuga ideias/significados de matemática e que não parte necessariamente de conceitos formais ao longo do processo de uma produção não linear, evidenciando a relevância de um ensino contextualizado, problematizado e de postura ativa do estudante em sala de aula com o uso da linguagem de programação.

Palavras-chave: Conhecimento Matemático. Programação de jogos. Construcionismo. Educação Básica.

MATHEMATICAL KNOWLEDGE CONSTRUCTION PROCESS: DIGITAL ALGORITHMS AND GAMES

Abstract

This paper proposes to understand the process of building mathematical knowledge from the production of digital games. This initiative was carried out under the Mattics project in a public school in the region of Goiânia (GO), guided by the assumptions of qualitative research. From the intersection of empirical materials produced in the research, we seek theoretical support from Constructionism regarding the understanding of the mathematical ideas mobilized behind the production of digital games. The results obtained with the data analysis indicate evidence to understand the process of knowledge construction from game production as a dynamic movement,

[1] Doutorando em Educação Matemática (UNESP). Docente do Instituto Federal Goiano. Av. Vereador José Benevento, Qd. 11, s/n, 75780000 - Ipameri, GO - Brasil. E-mail: greiton.azevedo@ifgoiano.edu.br.

[2] Doutor em Educação Matemática pela USP. Docente da Universidade Federal de Goiás (UFG). Av. Esperança, Câmpus Samambaia, 74.690-900, Goiânia, GO - Brasil. E-mail: zepedroufg@gmail.com

[3] Doutora em Educação pela (UNICAMP). Docente da Universidade Federal de Goiás (UFG). Avenida Esperança, s/n, Câmpus Samambaia, 74.690-900, Goiânia, GO - Brasil.

which combines ideas/meanings of mathematics and that does not necessarily depart from formal concepts throughout the process. a nonlinear production, evidencing the relevance of a contextualized, problematized and active formation of the student in the classroom with the use of the programming language.

Keywords: Mathematics Teaching. Game programming. Construction. Basic education.

Introdução

O que há por trás da produção de um jogo digital? Tal questionamento nasceu a partir da curiosidade de um aluno em sala de aula. O questionamento é relevante, mas não é necessariamente de agora. Pelo contrário, ele tem sido palco de múltiplos ambientes inspiradores de aprendizagem (RESNICK, 2017) e, por extensão, alvo de consistentes pesquisas, no âmbito nacional e internacional, no sentido de possibilitar a construção de conhecimento (GEE, 2004), em especial, na área da matemática (AZEVEDO, 2017). A produção de jogos digitais, com objetivos bem definidos de aprendizagem, busca favorecer, entre tantas outras atribuições: a descoberta, o pensamento, a curiosidade e a autonomia do aluno; ações mais integradas e colaborativas entre professores/estudantes e estudantes/estudantes na produção de conhecimento; além de permitir um cenário de aprendizagem participativo e ativo (PAPERT, 2008).

A produção de jogos digitais tem ganhado força ao redor do mundo (RESNICK, 2017) e tem apontado para a valorização da experimentação de atividades do tipo "mão na massa" (PAPERT, 2008), sem desprezar as ligações teórico-reflexivas a partir do uso de tecnologias, privilegiando a autonomia e a criatividade ao construir conhecimentos sem se reduzir ao compasso do treinamento e das atividades mecânicas. Embora as discussões sobre a produção de jogos digitais têm se mostrado relevantes no processo de ensino e aprendizagem de matemática, reconhecemos que a sua incorporação não se trata de apenas apertar o botão e deixar que a máquina faça tudo para o aluno.

Na verdade, essa incorporação no contexto escolar não é a solução dos desafios maiores, é apenas um meio de aprendizagem, que deve ter uma organização muito bem definida para não se reduzir ao mesmo compasso da transmissão de conhecimento e da repulsa do fazer e aprender matemática em sala de aula. Por isso, reconhecemos em diálogo com as ações que vêm sendo realizadas no Projeto Mattics[4] desde 2015 que se faz necessário

[4] Projeto vencedor do prêmio Desafio Aprendizagem Criativa Brasil 2017, promovido pela Fundação Lemann, pelo MIT Media Lab. e pela Rede Brasileira de Aprendizagem Criativa, e do Prêmio Educador Nota 10 de 2016, da Fundação Victor Civita em parceria com a Fundação Roberto Marinho.

envolver o aluno no processo de produção, no qual tanto professor quanto estudante caminhem juntos e se responsabilizem mutuamente pelo processo de significados e de aprendizagem. Isso porque o grande potencial do uso da tecnologia digital não está no produto final, mas se mostra fortemente presente ao longo de todo processo de construção/aprendizagem, formando alunos criativos e mais atuantes.

O Mattics é um projeto de extensão do Instituto Federal Goiano que nasceu de uma pesquisa acadêmica (AZEVEDO, 2017) e desde então tem possibilitado aos estudantes da Educação Básica de uma escola pública, localizada na região metropolitana de Goiânia, construírem criticamente jogos digitais com programação ao mesmo tempo em que desenvolvem competências do saber e fazer matematicamente. Desta forma, este trabalho propõe discutir o processo da construção de conhecimento matemático a partir da produção de jogos digitais. Ao evidenciarmos alguns dados desta experiência, trazemos recortes[5] das falas dos alunos ao produzirem seus jogos. Procuramos, assim, evidenciar tais produções aliadas aos conteúdos matemáticos à luz das ideias construcionistas (PAPERT, 2008; MALTEMPI, 2012; AZEVEDO *et al.*, 2018, 2019).

A partir do intercruzamento entre produção de dados e análise, apresentamos o processo da construção de conhecimento matemático, que se mostra menos restrita ao conteúdo e mais atuante quando se criam jogos de forma ativa e não necessariamente linear de passos prefixados. A hierarquia procedimental *conteúdo-exemplo-exercícios* é rompida nessa concepção, dando lugar à inquietação e à curiosidade a partir da experimentação do aluno durante a curiosidade de produzir jogos digitais, na qual o processo de aprendizagem passa a ser tão fundamental quanto o seu produto final. Deste modo, focamos na produção de dois jogos: (i) *Gotas D'água; (ii) Macaco Coletor*. Ressaltamos que o trabalho não concentra esforços em apontar estratégias de ensino, mas de explorar o processo da construção de conhecimento matemático, dando mais contexto, sentido e significado aos conteúdos de matemática da Educação Básica.

Produção de Jogos nas Aulas de Matemática

Os jogos digitais (ou em inglês: Games) podem subsidiar um novo tipo de aprendizagem baseado nas tecnologias digitais. Foram os primeiros instrumentos eletrônicos que, a partir da década de 1970, possibilitaram a porta de entrada das crianças para o universo

[5] Os pesquisados autorizaram sem anonimato de suas identidades a participarem da pesquisa mediante os critérios do Comitê de Ética da Universidade Federal de Goiás (UFG), CAAE: 49150815.0.0000.5083.

da informática. Estes jogos digitais, "dando autonomia às crianças para testar ideia, utilizando regras e estruturas preestabelecidas - 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). Trabalhar com o jogo digital nas aulas de matemática vai muito além de abordar conceitos isolados ou encapsulados. É uma proposta que não se resume apenas ao conteúdo em si mesmo, mas pode possibilitar, em movimento dinâmico de aprendizagem, a pesquisa, o questionamento, o debate e a reflexão de ideias e de conceitos mais específicos e/ou mais gerais do currículo de matemática. E é nesse sentido que entendemos o conteúdo curricular de matemática como um projeto que "[...] se constrói à medida que ocorrem os processos de transformação das atividades práticas, ganhando forma e recebendo significado" (POETA; GELLER, 2014, p. 52).

Uma dessas atividades que se destaca a partir do uso de jogos digitais é a problematização do conteúdo que se interconecta com outras áreas de conhecimento. É uma transformação que vai além dos olhares enviesados e lança luz na contextualização de significados matemáticos e busca conferir aos sujeitos uma participação mais ativa de aprendizagem e mais consonante a sua realidade (AZEVEDO, 2017). Isso porque entendemos que o grande potencial dos jogos digitais não está simplesmente no ato de apenas jogá-los e nem somente na ação de trabalhar com eles. Pelo contrário, está no ato de construí-los junto e colaborativamente com os alunos. Esse tipo de iniciativa apresenta uma ligação mais profundamente entre o conteúdo curricular, jogos digitais e aprendizagem de matemática. A partir desta interpretação, entendemos que a construção de conhecimento matemático a partir da produção de jogos está de acordo com as ideias preconizadas pelo Construcionismo, que é um referencial teórico que orienta as nossas ações pedagógico-científicas e teórico-filosóficas desse trabalho.

Construcionismo

Ainda que os alunos possam apresentar bons questionamentos, alcançar boas notas ou excelentes resultados escolares, muitas vezes não estão preparados para os desafios inesperados que encontram após a formatura, em suas vidas profissionais e em suas vidas pessoais (RESNICK, 2017). Segundo este autor, “muitos alunos aprendem a resolver tipos específicos de problemas, mas são incapazes de se adaptar e improvisar em resposta a situações inesperadas que inevitavelmente surgem no mundo em rápida mudança de hoje”

(RESNICK, 2017, p. 18, tradução nossa). Compreendemos que o processo de aprendizagem, em sala de aula, deva promover o processo formativo do aluno, privilegiando a sua autonomia, investigação e a sua criatividade ao construir conhecimentos científicos e empíricos sem se reduzir ao compasso do treinamento de conteúdos curriculares. É nesse sentido que lançamos luz à construção de conhecimento matemático a partir da produção de jogos digitais à luz das ideias construcionistas.

O construcionismo é uma teoria de aprendizagem em que o desenvolvimento cognitivo é um processo ativo de construção das estruturas mentais, no qual o conhecimento não pode ser simplesmente transmitido de uma pessoa para outra (MALTEMPI, 2012; PAPERT, 2008; RESNICK, 2017). O construcionismo nega a ideia que um bom caminho para a aprendizagem se reduza ao aperfeiçoamento da mera instrução ou do acúmulo excessivo do ensino. Por outro lado, defende a ideia de que a aprendizagem deve ocorrer especialmente quando o estudante esteja engajado na construção de um produto de significado pessoal, que possa ser investigado, refletido e discutido com outras pessoas. Portanto, ao "conceito de que se aprende melhor fazendo, o construcionismo acrescenta: aprende-se melhor ainda quando se gosta, pensa e conversa sobre o que se faz" (MALTEMPI, 2005, p. 3).

Concordamos com as ideias desses autores, pois não acreditamos que conhecimento possa ser transmitido, porque não é possível de ser recebido pronto, acabado, sem transformação. Ao contrário, ele é (re)construído a partir de diferentes vivências ocorridas com o meio social, que se mostra permeado pelas múltiplas e complexas interações estabelecidas, carecendo, então, ser (re)feito por cada indivíduo. Compreendemos, ainda, que a visão de ensinar matemática, em articulação com a construção de jogos digitais, não deve se resumir ao ato de 'transferir conhecimento'. Até porque, mesmo quando parece estarmos transmitindo com sucesso informações dizendo-as, “se pudéssemos ver os processos cerebrais em funcionamento, observaríamos que nosso interlocutor está reconstruindo uma versão pessoal das informações que pensamos estar transferindo" (PAPERT, 2008, p. 137).

Assumindo que o conhecimento é ativamente construído pelos indivíduos, Papert (1993) põe em relevo que educar pressupõe a criação de situações desencadeadoras de aprendizagem, que envolvam em potencial a participação ativa do estudante e que valorizem os seus pensamentos e o seu interesse em propor ideias para o grupo. Essa mesma construção de conhecimento pode estar ainda associada ao processo da produção de um artefato educacional pelo estudante, que por sua vez pode possibilitar uma série de reflexões e abstrações mentais. 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, uma maquete, um programa para computador, um poema ou até mesmo a produção de um robô usando materiais de custo baixo.], em vez de ficarem sentados e atentos a fala do professor" (AZEVEDO *et al.*, 2018).

A atitude construcionista no processo de aprendizagem "[...] não é, em absoluto, dispensável por ser minimalista - a meta é ensinar de forma a produzir a maior aprendizagem a partir do mínimo de ensino" (PAPERT, 2008, p. 134). Assumindo que o conhecimento é ativamente construído pelos indivíduos, põe-se em relevo que educar pressupõe a criação de situações desencadeadoras de aprendizagem, que envolvam a participação ativa do aluno e que valorizem o seu interesse em propor ideias. Ao trabalhar com as concepções construcionistas no ambiente escolar deve-se levar em conta dois tipos de construções que ocorrem e reciprocamente se fortalecem. Quando o estudante constrói um artefato (por exemplo: um jogo digital), entendido como um sujeito ativo em interação com o outro, está, ao mesmo tempo, "[...] construindo conhecimento em sua cabeça. Este novo conhecimento permite-lhe a construir produtos mais sofisticados, que o levam a novos conhecimentos, e assim por diante" (MALTEMPI, 2005, p. 3).

Olhamos para a construção de conhecimento matemático a partir da produção de jogos digitais à luz do construcionismo, que concebe o significado matemático como processo ativo. Considera não só o ponto de chegada, nem somente o ponto de partida, mas um todo complexo de sua construção, que alia o erro como fator importante ao longo de todo processo de aprendizagem, associando a ideia de depuração (*debugging*) à construção de conhecimento do próprio aprendiz (RESNICK, 2017; PAPERT, 2008).

Contexto de Pesquisa e Travessia Metodológica

Tendo assumido o processo de aprendizagem em matemática que privilegia as ideias do Construcionismo a partir da produção de jogos digitais para a construção de conhecimento matemático da Educação Básica, este trabalho é norteado pelos pressupostos qualitativos de pesquisa, pois busca "[...] atingir aspectos humanos sem passar pelos crivos da mensuração, sem partir de métodos previamente definidos e, portanto, sem ficar presos a quantificadores e aos cálculos recorrentes" (BICUDO, 2006, p. 107). Ao assumir o caráter qualitativo, colocamos um olhar mais atento frente aos acontecimentos da produção de dados e análise do campo da nossa pesquisa.

A pesquisa foi realizada no Projeto Mattics ao longo de 30 encontros de 180 minutos cada, com a participação de 25 alunos do 6º ano do Ensino Fundamental, em sala de aula. Utilizamos diferentes materiais de coleta, como: entrevistas, transcrições, filmagens e cadernos de memórias, onde eram registrados as ideias, as estratégias e os impasses dos alunos. Chamamos os participantes da Pesquisa de M (Matticker) acrescido de um número, tal que $1 \leq n \leq 25$, assim como eram chamados no Mattics. Por exemplo, M_4: Matticker 4. Os cadernos de memórias dos sujeitos são representados por CMM nº. O professor-Pesquisador foi identificado Prof. Utilizamos os símbolos [...] para explicitar as falas transcritas dos pesquisados ao longo da pesquisa. Também utilizaremos os símbolos (...) para supressão e contextualização dos diálogos.

Pelo escopo desse artigo, trazemos dois recortes da pesquisa. Discutimos aqui a construção de dois jogos pelos alunos. Analisamos, no primeiro momento, a mobilização das ideias de matemática pelos alunos a partir da produção dos jogos Gotas D'água e Macaco Coletor, destacados nos recortes A e B respectivamente. No segundo momento, articulamos o processo da aprendizagem dos alunos em matemática a partir dos registros produzidos à luz das concepções teóricas construcionistas. Vale destacar que o programa utilizado para a produção dos jogos digitais pelos alunos foi o *Scratch*, que é considerado um ambiente de programação. Ele foi desenvolvido pelo grupo *Lifelong Kindergarten* do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), nos Estados Unidos. Conhecido o contexto de pesquisa e a travessia metodológica da investigação, avançamos à próxima seção de análise, que evidencia os recortes A e B à luz dos objetivos estabelecidos nesse trabalho.

Recorte A: Jogo Gotas D'água

O jogo, *Gotas D'água*, foi imaginado, (re)pensado e criado pelo grupo de estudantes [Mattickers 13, 11, 15 e 16] a partir dos diálogos e produções realizadas ao longo de 5 encontros de 3h cada. O grupo buscou mobilizar, além das ideias matemáticas e computacionais, a conscientização e o uso da água da chuva na comunidade. As etapas da construção deste jogo podem ser observadas a seguir.

Figura 1 - O jogo Gotas d'água: processo de uma produção

1 Discussão e organização (*Discutindo a ideia do jogo*)	**2 Registro e descrições** (*Leiaute e algoritmos*)	**3 Produção do Jogo** (*Gotas d'água*)

O Teaser do jogo Gotas D'água pode ser visualizado em: https://www.youtube.com/watch?v=VNK8ZxyraCw

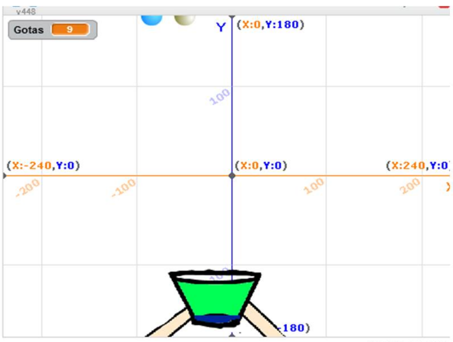
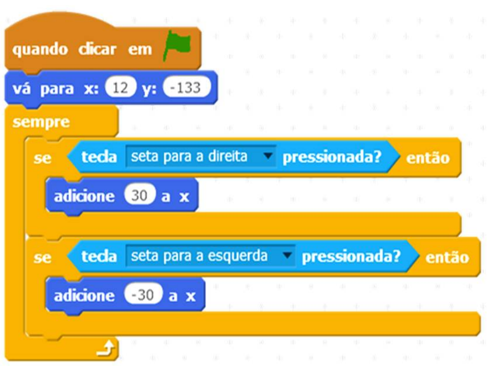
Fonte: Dados da pesquisa.

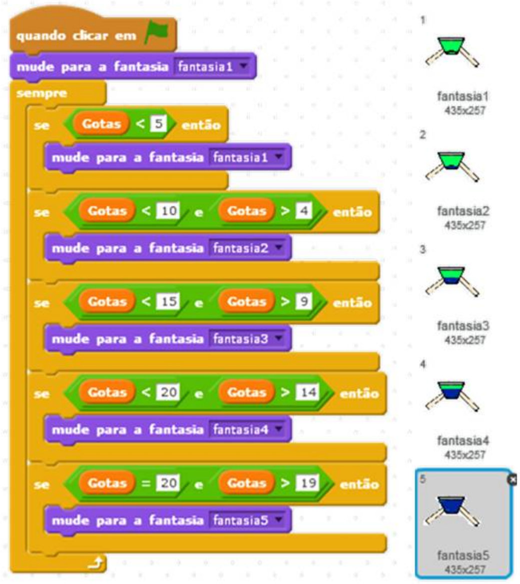
A primeira imagem à esquerda na Figura 1 apresenta a discussão inicial do grupo à escolha dos personagens do jogo. As mãos da M_{11} estão estendidas, indicando o movimento do balde (personagem do jogo) no plano cartesiano (x,y). Os personagens são escolhidos pelos alunos através da exploração, investigação e ação coletiva no Projeto. A segunda imagem mostra o esboço inicial do jogo antes dele ter sido projetado no *Scratch*. Todo processo de criação é pensado, rascunhado e registrado no caderno de memória pelos alunos, utilizando ideias de matemática e programação. A última imagem à direita evidencia o leiaute do jogo. Mais do que o conteúdo curricular, o jogo Gotas D’água mostra a relevância social explorada pelos alunos. Por se tratar do armazenamento de água, o grupo valorizou a prática dos moradores de sua própria comunidade, ressaltando a importância de armazená-la conscientemente. Evidencia ainda os riscos da água da chuva que, quando mal utilizada, pode trazer riscos à saúde.

> **CMM 13** A gente usa a água da chuva para lavar a casa e até mesmo as roupas. É um jeito de poupar. Mas, a gente sabe que não pode usar ela para tomar água. Ela pode está contaminada. Muitas pessoas não sabem disso.
>
> **CMM 15** [O objetivo do jogo é o de:] capturar as gotinhas azuis, porque elas não estão contaminadas; as de cor marrom não podem ser coletadas, elas têm coisas ruins, tipo: doenças. O comando de programação faz a gente pensar. A gente usou também a ideia do plano cartesiano e diferentes números, operadores e sistema condicional [descreve o algoritmo computacional] (...).
>
> **CMM 11** A chuva começa no y=180 e vai caindo de 10 em 10. Como ela vem lá de cima, então é -10, quebramos a cabeça para pensar isso. Precisa disso para funcionar tudo. Senão, os personagens não ganham vida. Usamos até a teoria de conjuntos [numéricos], do tipo: "e" e "ou". É um tipo de operador lógico. Também usamos as ideias relacionais [=, >, <].

Conforme relatos dos alunos, o jogo só funcionaria pela composição de algoritmos computacionais e conceitos matemáticos. Por trás deste funcionamento, eles destacaram diferentes conceitos, como: operadores lógicos, a álgebra booleana, conjuntos numéricos, plano cartesiano, entre outros. Ao construir o algoritmo do movimento da gota de cima para baixo, por exemplo, o grupo definiu a posição inicial da gota *y = 180* e seu movimento decrescente de *10* em *10 [+ (-10)]* até chegar à base do palco, relacionando as dimensões do palco com as distintas posições da gota.

Entretanto, a estrutura do funcionamento da gota não foi imediata. Ela passou pela discussão e reflexão entre os alunos, que articularam diferentes ideias combinadas entre matemática e programação. Não houve respostas prontas entregues aos alunos. Pelo contrário, eles foram incentivados a explorá-las. Os diálogos efetivados entre os alunos se constituíram como ampliação conjunta e não isolada de ideias matemáticas, traduzindo-se "na crença que nem a pessoa nem o conhecimento, incluindo a matemática, podem ser atingidos isoladamente" (PAPERT, 1993, p. 196). Com a mediação do professor, os alunos iam desenvolvendo novos significados de matemática a partir das necessidades que surgiam e, aos poucos, iam percebendo a relação dos conteúdos de matemática-matemática e matemática-programação. Alguns destes conteúdos podem ser observados no Quadro 1 a seguir:

Programação em *Scratch* *(Programação em Blocos Gráficos)*	**Conhecimento Matemático** *(Ideias, conceitos e propriedades)*
	O cenário do jogo se estrutura através do **plano cartesiano.** Duas dimensões: *- 240 ≤ x ≤ 240* (eixo horizontal - comprimento) *- 180 ≤ y ≤ 180* (eixo vertical - altura ou largura) Para localizar qualquer personagem do jogo no cenário, utilizam-se as coordenadas cartesianas ou pares ordenados (x,y). Por exemplo, podemos localizar o balde (personagem) na seguinte posição (*10 -180*), ou seja, x= 10 e y = -180.
	**MOVIMENTO DO BALDE NO JOGO** O balde inicia na posição x = 12 e y = -133. É a posição inicial do *script* (balde) que o grupo decidiu estabelecer (centro da base). Para mover o balde (para direita e para esquerda) é preciso utilizar a ideia de coordenadas cartesianas (x,y). Utiliza-se também tanto números positivos, negativos além do zero (**números inteiros**) para indicar se o balde vai à direita ou à esquerda. À esquerda -30 (menos trinta) e à direita 30 (mais trinta). Além dos comandos de programação: laço de repetição e condicionais.



MUDANÇA DA FANTASIA DO BALDE

Destaca-se, nesse comando computacional, o conteúdo de **Múltiplo de um número natural**, em especial, os múltiplos do número 5 (ou seja, 0, 5, 10, 15, 20, ...). A fantasia do balde só mudará quando o jogador capturar 5, 10, 15 ou 20 gotas. O jogador começa sempre com a pontuação zero, logo, na fantasia 1. Se o jogador capturar no máximo 4 gotas, então a fantasia do balde não mudará, pois não é múltiplo de 5. Se conseguir capturar 5 gotas, a fantasia do balde mudará para 2 [segunda fantasia]. Se capturar 9 gotas, continuará com a fantasia 2, pois 9 não é múltiplo de 5, ou seja, não existe nenhum número natural que multiplicado por 5 resulte no valor igual a 9 [essas ideias são argumentadas pelo grupo]. Agora, se o jogador conseguir capturar, ao longo do jogo, 10 gotas, a fantasia mudará para 3, e assim sucessivamente. Outro conteúdo utilizado é **Teoria de conjunto (álgebra booleana ou operação lógica)**, que dá a noção inicial da ideia de 'e', que pode significar a interseção de dois eventos. Na computação – a partícula "e" faz parte do conj. dos Operadores Lógicos. Por exemplo, a fantasia 3 do balde só será apresentada quando o jogador tiver capturado menos de 15 gotas e mais de 9 gotas. As demais fantasias do balde seguem este mesmo padrão.

Quadro 1: Gotas D'água: alguns algoritmos - ideias mobilizadas – das fantasias do balde.
Fonte: Dados da pesquisa.

O Quadro 1 apresenta alguns conteúdos de matemática e programação mobilizados pelos alunos durante a construção do algoritmo do balde, como: [na matemática] plano cartesiano, conjuntos de números, múltiplos, teoria de conjunto, variáveis (gotas), desigualdades etc.; [na programação] operadores lógicos, paralelismo, argumentos condicionais, variáveis, laços de repetição etc. Os conteúdos foram trabalhos de forma conjunta e relacionada. Os alunos basearam suas ideias a partir de outras produções no Mattics e, a partir disso, exploraram novas estratégias e formalizaram conceitos matemáticos. A fim de entender melhor tais produções e ideias intuitivas à formalização de matemática, trazemos um recorte no quadro a seguir:

(Mattics | Imagem ilustrativa da discussão/reflexão do algoritmo da gota)

M 11: 0 [zero] gota representa primeira fantasia, 5 gotas representam a segunda fantasia, e assim por diante.
M 3: [Pergunta] Mas, se eu estiver jogando e alcançar 18 gotinhas azuis, vou ficar no balde 4?
M 11: Sim, porque na verdade só alcançou 15 gotinhas. Tem que ser 20 para próxima.
M 11: O último balde aqui [mostra na tela] é quando você [o jogador] alcança vinte gotinhas azuis. O balde fica cheio, como vocês podem ver [mostra na tela], a água vai até a borda. Está cheio!
M 4: [Pergunta] Como vocês fizeram na parte matemática para essa estrutura funcionar? [Mostra os algoritmos]
M 12: [Pergunta] a gente pode usar só o 5 ou a gente pode usar outros números também?
M 11: (...) pode usar outros números, testamos várias ideias, analisamos e escolhemos de 5 em 5 pra dar um volume no balde e também para não ficar tão difícil a jogada (...) podia até ir de 1 em 1, se vocês quisessem. Estudamos também a questão de intervalo numérico. Se for menor que 5 é esse baldinho aqui. Se for maior que 6 e menor que 10 é esse aqui... e assim vai. Tudo isso colocado na linguagem de programação *Scratch*.
Prof: [Pergunta] você pegou a gotinha e conseguiu atingir 5 pontos e apareceu a primeira mudança do baldinho. Mas, sem querer, por exemplo, você captura uma gotinha suja. E aí, o que acontece? Volta a fantasia?
M 11: A fantasia vai voltar, porque vai adicionar (-1) ponto, porque cada gotinha marrom vale -1 [total de gotas = 5 + (-1) =4]. Mas, a gente está projetando agora não voltar à fantasia, mas diminuir um pouco de água apenas. Talvez, colocar uma cor marrom na água para ir mostrando que a água está sendo poluída [discussão].
Prof: (...) muito legal isso que vocês estão usando (...). Essa ideia de adicionar número negativo, recebe o nome específico na matemática de simétrico de um número inteiro ou número oposto de um número inteiro, que é um dos conteúdos do próximo ano [7º ano] - sobre números inteiros,[..., -1, 0, 1, 2, ...] [burburinhos e reflexões].
Prof. Vocês utilizaram, ao afirmar, um tópico muito importante na matemática – intervalo de números inteiros, ao longo da fala de vocês. Isto que vocês estão fazendo pode ser associado à ideia de conjuntos [explica/argumenta juntamente com a turma a conteúdo de intercessão e união a partir do algoritmo construído pelos alunos].

Quadro 2: Recorte: apresentação/discussão do algoritmo das fantasias do balde (Gravação)
Fonte: Dados da pesquisa.

A discussão do algoritmo do balde pelos alunos carrega não só significados em termos do sistema cartesiano, mas de outros, como múltiplos de números naturais, intervalos numéricos, desigualdades, teoria de conjuntos, intercessão e união. É um contexto que apresenta a reflexão e depuração-compartilhada entre os alunos-alunos e alunos-professor. Não é um professor anunciando conceitos em sala de aula, mas é uma forma problematizada e contextualizada que, pela construção do algoritmo do jogo, possibilitou a discussão intuitiva de ideias à formalização de conceitos matemáticos.

Percebemos que o grupo estabelece um padrão que se altera de 5 em 5 a fantasia do balde, referindo-se implicitamente à ideia de múltiplo de 5, que é posteriormente formalizada pelo professor à turma, como se nota em sua explicitação: "(...) Essa ideia que vocês estão utilizando na verdade é chamada de múltiplo de 5, tipo 0, 5,10 ...". Vislumbra-se que há uma inversão de *definição-compreensão* para a *compreensão-definição* de múltiplos de um número natural (N). Entendemos que a regra do conceito-exemplo-exercício é rompida nesse contexto, dando lugar à investigação, questionamentos e interesses dos próprios alunos, em sala de aula. O grupo mobiliza, despretensiosamente, significados e ideias potenciais de matemática. Observamos que a escolha de 5 em 5 se constituiu como estratégia mobilizada pelo grupo "(...) testamos várias ideias e escolhemos de 5 em 5 pra dar um volume no balde e (...) não ficar tão difícil a jogada". O ato de testar ideias se mostra como engajamento-ativo dos alunos durante a mobilização de conteúdos matemáticos e estratégias à produção do jogo.

O M_{11} mobiliza outras ideias de matemática aos colegas de sala: "[Nós usamos] a ideia de intervalo numérico. Se for menor que 5 [> 5] é esse baldinho aqui [mostra o baldinho]. Se for maior que 6 e menor que 10 [$6 < N < 10$] é esse aqui, e assim vai". Nessa perspectiva, à luz do Construcionismo, a construção de significados matemáticos está ligada ao fazer do próprio aluno no que se refere à projeção do algoritmo na tela do programa. Desta forma, compreende-se em um processo ativo de participação conjunta entre professor-aluno e aluno-aluno, no qual ambos os sujeitos colocam a mão na massa (*hands-on*) para o desenvolvimento de ideias, significados e, por extensão, jogos digitais. Tal desenvolvimento não se deu pelo simples fato de colocar a "mão na massa", constituiu-se por meio de um processo dinâmico, sendo caracterizado pela mobilização de significados matemáticos, algo que é bem diferente de colocar o aluno para assumir uma postura passiva ou a de seguir alguma receita de bolo, em sala.

A partir do questionamento mobilizado pelo M_3: "(...) Mas, se eu estiver jogando e alcançar 18 gotinhas azuis, vou ficar no balde 4?", constata-se uma discussão entre os alunos sobre as ideias intuitivas relacionadas não só ao múltiplo de um número natural como também, implicitamente, a um divisor de um número natural, como se mostra na fala da M_{11} ao responder o questionamento "porque na verdade [o jogador] só alcançou 15 gotinhas. Tem que ser 20 à próxima [para mudar a fantasia]". A resposta à questão indica que os números, que estão compreendidos entre os múltiplos de 5, não alteram as fantasias propriamente do balde. Os alunos discutem e constatam que "não existe nenhum número natural que multiplicado por 5 resulte no valor igual a 18". Este movimento de levar o aluno a analisar e a pensar, quantas vezes forem necessárias, se constitui como um contexto "[...] biunívoco de aprendizagem no qual tanto os alunos como o professor interpretam o seu meio, levantam hipóteses, analisam contextos e constroem junto-engajadamente o conhecimento mobilizado"

(AZEVEDO; MALTEMPI, 2019, p. 103). O conhecimento é construído ativamente pelos sujeitos.

Durante a produção do algoritmo das gotas da chuva, o grupo argumenta/defende a ideia que as gotas devem cair num ritmo adequado de modo que o jogo não perca a sua forma lúdica e desafiante "(...) e a nossa ideia [é de que] as gotas caiam rápido, porque senão você [o jogador] conseguiria pegá-las. E todo jogo tem que ter um desafio". Mesmo em situações como esta, em que o conhecimento matemático não se mostra explicitamente, percebe-se, pelo discurso do grupo, a mobilização de outras ideias de matemática, entre as quais se destacam: velocidade, distância e tempo, sequência de números e seus múltiplos. Nesse sentido, compreendemos que a construção de cada algoritmo computacional se apresenta como uma oportunidade de argumentação-reflexão de conteúdos implícitos, não necessariamente formalizados.

A caracterização do processo da construção de conhecimento matemático se alicerça no discurso entre os participantes e aponta à compreensão não isolada e nem formalizada de símbolos. Empreende-se um processo de articulação entre a fala e o significado do funcionamento do personagem que carrega ideias matemáticas. Não se exclui uma base não 'formalizada' matemática, mas a apreende como um fator importante no processo de construção de conhecimento. E é justamente essa ideia que serve como alicerce "(...) para a matemática formal, [sem] interrupção para uma melhor aprendizagem” (PAPERT, 2008, p. 30). A construção de conhecimento matemático que se releva na oralidade pelo discurso informal durante a produção de jogos digitais se mostra como uma potencial situação de construção de ideias e conceitos matemáticos específicos vinculados aos algoritmos de programação.

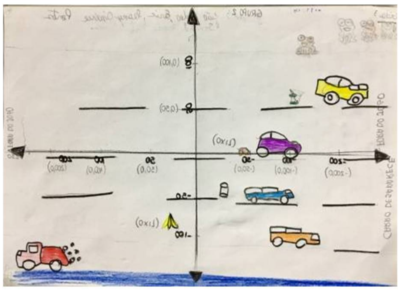
Essa característica de mobilização de significados à conceitualização de termos, por meio do diálogo ao longo do processo de produção do jogo digital em um ambiente construcionista, e o respeito à autonomia e às ideias mobilizadas pelo aluno, postulam "(...) que o aprendizado ocorre especialmente quando o aprendiz está engajado em construir um produto de significado pessoal e que possa ser mostrado [e discutido/argumentado] a outras pessoas" (MALTEMPI, 2005, p. 3). Uma destas características se reforça quando o grupo descreve suas ideias e expressa o sistema de pontuação do seu jogo, distinguindo as gotas limpas [de cor azuis] das gotas sujas [de cor marrom]. É um movimento que parte da sua preferência pessoal e que corresponde a novas ideias de matemática, como extensão a contemplação do conteúdo de números inteiros (Z).

Ao explicitarem o funcionamento da gotinha, os alunos utilizaram o conceito de operação entre números positivos e negativos, além de terem mobilizado a ideia de oposto (ou simétrico) de um número inteiro, que é conteúdo não antes estudado por eles em razão da série escolar. Tal situação se constitui quando a M_{11} descreve e argumenta a operação da adição de números negativos, a saber: "a fantasia vai voltar, porque vai adicionar -1 ponto, porque cada gotinha marrom vale -1 [Total de gotas = 5 + (-1) = 4]". Observamos que tal argumentação se sustenta na justificativa de adicionar um número negativo, e não necessariamente subtrair um número pelo outro como se apresenta na propriedade do fechamento do conjunto dos números inteiros. É uma situação que mostra o significado do número oposto [n + (-n) = n - n; n: número | o oposto de (- n) é n], fazendo correspondência ao funcionamento do algoritmo de programação.

O conteúdo não se constitui de forma unívoca do conceito à aplicação, mas se estrutura na construção de ideias e significados dados pelo estudante para, então, quando necessário, a formalização. Isso se observa na fala do Prof: "essa ideia de adicionar número negativo, recebe o nome específico de simétrico de um número inteiro ou número oposto, que é um conteúdo do próximo ano [7º ano] sobre números inteiros [..., -1, 0, 1,...]". Tendo em vista a construção de significados matemáticos à luz do Construcionismo (PAPERT, 2008; RESNICK, 2017; AZEVEDO, 2017), vislumbramos que a cópia deixa de ser o mais importante no processo de aprendizagem de matemática, à medida que se favorecem espaços potenciais ao diálogo, à investigação e à argumentação do estudante. Tensionados por essa visão teórica, a zona de risco, o imprevisível e as etapas não lineares de aprendizagem são considerados fatores inegáveis ao processo formativo do aluno, descentralizando, por conseguinte, a ideia estereotipada de que o aluno precisa ser necessariamente o imitador de ideias do professor. Nesta perspectiva, de acordo com Papert (2008), entendemos que a mais elevada marca de aprendizagem não é ter imitadores, mas inspirar outros a ir além, incentivando novas construções e ideias, não necessariamente reproduções sem sentido.

Recorte B: Jogo Macaco Coletor

Os alunos [Mattickers 4, 5, 10 e 15] inventaram o jogo Macaco Coletor. O jogo trata sobre os lixos produzidos pelas pessoas e que, por extensão, são lançados nas travessias por elas de forma irresponsável. O jogo se constituiu em 3 principais etapas, envolvendo registros, discussões e produções ao longo de 5 encontros de 180 minutos cada.

1 Registro das ideias **(Caderno de memórias)**	2 Discussão e organização **(Construção de algoritmos)**	3 Interface gráfica do jogo (**Macaco Coletor no Scratch)**
		
Jogo disponível em: < https://scratch.mit.edu/projects/116525182/ >		

Quadro 3: Etapas do jogo Macaco Coletor
Fonte: Dados da pesquisa.

O grupo registrou as ideias no caderno de memória, como se nota na figura à esquerda do Quadro 3. A imagem central retrata o desenvolvimento dos algoritmos pelos alunos, enquanto a terceira imagem mostra a versão final do leiaute jogo. O objetivo do jogo é o de, a partir do personagem macaco, coletar todos os lixos (orgânicos e inorgânicos) que estão espalhados pela estrada e, posteriormente, levá-los até o caminhão de lixo para coleta. O jogador precisa ter cuidado para não atravessar a pista sem ser atropelado por um dos carros, e se porventura um deles bater ou tocar no macaco perde a vida. Em cada personagem do jogo, há matemática e algoritmos que foram mobilizados na criação, como se mostra no CMM 10.

> **CMM 10 [**Explicitação do algoritmo - movimento do macaco na tela do Scratch**]**. Fizemos alguns testes com os valores de y e com os valores de x. [se ... então]. Primeiro, a gente colocou acrescente 100 a x para direita e acrescente -100 a x que fazia o macaco andar para esquerda. Mas, os passos eram grandes e percebemos nosso erro, que não era compatível com as dimensões do nosso palco. Quando [apertávamos] a tecla, o macaco andava com passos largos e quando a gente apertava mais de 5 vezes ele sumia da tela. Pensamos e colocamos 70 e -70 [x e y]. Mas, ainda os passos estavam ruins. Testamos até chegar ao valor igual a 30 e – 30, e deu certo.

Acima temos a descrição da construção do algoritmo dos passos do macaco e a forma como os alunos pensaram para fazê-lo. Há um movimento dinâmico e que se origina no *pensar-sobre-o-pensar* do aluno ao descrever a trajetória do personagem no palco cartesiano (PAPERT, 2008; RESNICK, 2017). De acordo com esses autores, a produção de jogo não seria mais o instrumento que pensa pelo aprendiz e nem um instrumento que fornece respostas prontas para ele, mas uma ferramenta com a qual o aprendiz expressa suas ideias e tem a possibilidade de construir o seu conhecimento.

Ao definir o movimento do personagem o grupo foi incentivado a testar ideias e levantar hipóteses, verificando novos resultados a partir da reflexão e execução pelo programa, como se nota na descrição da M 11: "Pensamos e colocamos 70 e -70 [x e y]. (...) ainda os passos estavam ruins... Testamos até chegar ao valor igual a 30 e – 30, e deu certo". Os alunos analisaram o programa construído e perceberam que suas ideias iniciais não eram satisfatórias, devendo, portanto, corrigi-las. Pensar na forma de como poderiam corrigi-las é uma situação dinâmica de construção, marcada pelo imprevisível o qual considera o erro como aliado do processo, como se nota na descrição: "os passos eram grandes e percebemos nosso erro, que não era compatível com as dimensões do nosso palco". Os erros são os maus necessários e que não devem ser ignorados no ambiente de aprendizagem, pois atuam como um motor que desequilibra e leva o aprendiz a investigar novos conceitos e novas estratégias para compreender o que não conhece e aprimorar o que já conhece (MALTEMPI, 2012; PAPERT, 2008).

As respostas destacadas nos comandos de programação são direcionadas ao estímulo para uma nova estratégia, nas quais a tentativa e o erro são vistos como elementos importantes no processo de construção de conhecimento matemático. Existe um fazer com a programação em que o conteúdo matemático é mobilizado de forma natural e implicitamente durante o desenvolvimento do programa. O significado das ideias matemáticas pelo aluno é observado durante a construção do programa. Isto pode ser notado na sequência lógica algorítmica e no esboço/estratégico feito pelo CMM15.

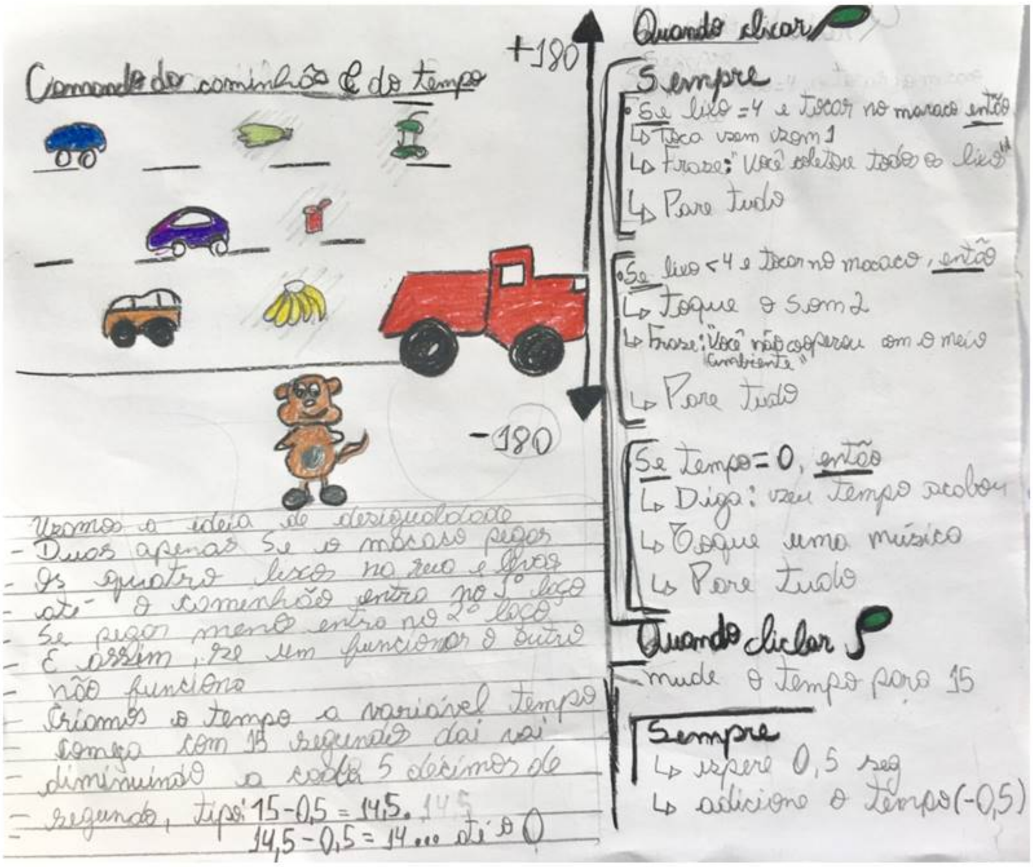


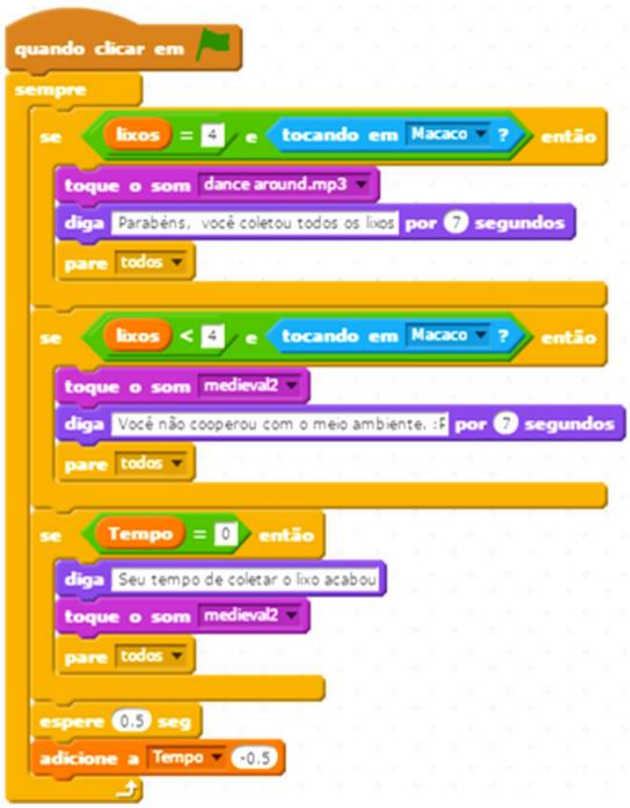
Figura 2 - Macaco coletor: (descrição e explicitação) do algoritmo
Fonte: Dados da pesquisa.

Nota-se na Figura 2, na parte inferior da figura, o algoritmo da variável tempo, o qual se inicia sempre com 15 segundos e vai diminuindo de 0,5 em 0,5 s (cinco décimos de segundos). O registro não só apresenta o algoritmo propriamente dito, mas explicita a sequência numérica gerada por ele, assim como se nota na sua descrição "(...) criamos a variável tempo, começa com 15 segundos daí vai diminuindo a cada 5 décimos de segundos, tipo: 15 - 0,5 = 14,5 | 14,5 - 0,5 = 14 ... até o 0". Esse movimento de propor que os estudantes construam seus artefatos digitais e sobre os quais possam explicá-los e compartilhá-los com outras pessoas, se alicerça na "[...] concepção de gerar um registro de seus pensamentos, os quais podem ser utilizados para se construir novos conhecimentos" (MALTEMPI, 2005, p. 5). É uma situação de não apenas entender o funcionamento da animação para si, mas compreendê-lo de modo a explicitar a sua estrutura para outros, registrando a sua sequência lógica por trás do objeto.

A sequência numérica (15; 14,5; 14; 13,5; 13; 12,5; [...] 2; 1,5; 1; 0,5; 0) gerada pelo algoritmo mostra o tempo em que o personagem macaco tem para coletar os lixos e levá-los até o caminhão. Caso a sequência termine, o jogo se encerra. Essa ideia de começar com o tempo e reduzi-lo se associa à ideia de um cronômetro. O comando 'cronômetro' é um dos algoritmos que nos chama atenção, talvez não pelo nível de complexidade de sua estrutura e organização, mas por se tratar de uma nova ideia não antes discutida no projeto. Este fato se constitui como possibilidade de aprendizagem que vai além do roteiro fixo o qual valoriza a busca de sentido e a exploração do novo. Trabalhar com aspectos que levem o aluno a tentar descobrir, antes de receber pronto, sem deixar de lado a sua dificuldade, é algo que pode lhes incentivar ainda mais a construir novas ideias e novos significados de matemática (AZEVEDO, 2017).

A construção do conhecimento 'sequência numérica' surge a partir da ideia de subtração sucessiva (-*0,5*), como se mostra no esboço do M_{15}. O grupo faz o uso de números racionais e mobiliza, ao mesmo tempo, ideias de Progressão Aritmética de razão r = - *0,5*. É uma sequência que foi estudada pelos alunos sem necessariamente se reduzir aos formalismos desnecessários da linguagem de programação e da matemática.

Programação em blocos (Algoritmo do caminhão)	**Algoritmo comentado** M_{15} (Gravação)



O jogo tem 4 lixos espalhados pela estrada. Se ele [o macaco] atravessar a estrada e coletar todos os lixos [4 lixos] e tocar no caminhão, logo o jogo vai emitir uma mensagem que escolhemos ['Parabéns você coletou todos os lixos']. Mas, pode ser que o jogador atravesse a estrada e se esqueça de algum lixo no caminho ou que não consiga capturá-lo a tempo; então, quando o macaco tocar no caminhão, vai funcionar a outra condição [se ... então], que é a segunda, porque o lixo vai ser menor do que 4. Estes valores são os intervalos numéricos que a gente fez. Calculamos outros valores, mas 4 era um número bom. Também comparamos o lugar em que os lixos ficariam no plano cartesiano. Tinha de ser coordenadas específicas e estratégicas. Por exemplo, se o jogador pegar apenas 3 lixos, e como 3 é menor do que 4, logo, a segunda condição vai funcionar [lixos < 4]. Isto é, temos duas condições: lixo = 4 ou lixo < 4. [...] o cronometro foi feito assim... [mostra o algoritmo]. A cada 0,5 s diminui - 0,5 do número inteiro (15). Vai diminuindo o valor de 15. Temos o tempo e também as condições do lixo. O jogador precisa ser esperto, coletando todos os 4 lixos no tempo de 15 segundos.

Quadro 4: Algoritmo do caminhão em relação ao número de lixos do jogo
Fonte: Dados da pesquisa.

Conforme Quadro 4, o algoritmo do caminhão é explicitado pelo M_{15}. O aluno busca sistematizar as ideias mobilizadas pelo seu grupo e compartilhá-las à turma. O fato de deixar os alunos comunicarem ideias e 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).

A comunicação, além de evidenciar alguns conteúdos matemáticos inter-relacionados com computação, se constitui como fator importante à socialização entre os alunos durante o saber e fazer matemática coletivamente (AZEVEDO *et al.*, 2018), além disso, as características do fazer matematicamente durante a própria construção dos algoritmos, como se nota no excerto: "(...) a gente <u>calculou</u> outros valores (...) <u>comparamos</u> o lugar em que os lixos ficariam no plano cartesiano. Tinha que ser coordenadas específicas e estratégicas". Os verbos grifados "verificar" e "calcular" se mostram como forma ativa no processo de produção de conhecimento matemático pelo grupo. A construção do conhecimento matemático se efetiva durante essas ações de produção, uma vez que permite ao aluno compreender e construir a lógica de funcionamento do jogo, que requer uma concepção mais atenta e estratégica.

A construção de conhecimento matemático não se apresenta linear e nem se configura de forma compartimentalizada, como se os conteúdos matemáticos estivessem enclausurados. As múltiplas discussões constituíram como construção de ideias conjunta, ampla e não isolada dos termos matemáticos. O conhecimento matemático se mostrou durante as discussões e reflexões promovidas pelos alunos no meio, sem necessariamente se restringir a um único tópico ou termo específico matemático. Quando se explorava, por exemplo, o movimento de um determinado personagem no jogo, o grupo mobilizava não só as ideias de um plano cartesiano, mas também discutia a sua posição, o seu deslocamento, os tipos de números (aleatórios ou não) que seriam utilizados, a noção de tempo e espaço. Neste ínterim, em diálogo com as ideias de Papert (2008) e Resnick (2017), por um lado, compreendemos que a visão de 'ensinar' matemática, com a programação de jogos digitais na Educação Básica, não deve ser resumida no ato de 'transferir conhecimento', mas criar possibilidades para a sua construção de forma significativa, favorecendo uma proposta educadora que incorpora em suas diretrizes a leitura de mundo do aluno, sua visão crítica da realidade, o diálogo e que busca, sobretudo, conferir a seus sujeitos elementos para o exercício de emancipação e do processo ativo de aprendizagem em matemática (FREIRE, 2005).

Considerações Finais

O processo da construção de conhecimento matemático pelo estudante a partir da produção dos jogos é dinâmica, não compartimentalizada e nem necessariamente marcada por passos pré-definidos. O fluxo da construção/compartilhada do jogo nos permitiu verificar a construção de conhecimento matemático. O conhecimento produzido aponta para multiplicidade de caminhos que se legitimou ao longo do processo de forma ativa e coletiva. A partir dos recortes deste trabalho, percebemos que os estudantes não conheciam todos os termos mobilizados, mas, no final, passaram a compreendê-los, pelo engajamento, produção e comunicação conjunta de ideias.

Tendo em vista o Construcionismo, o processo de construção de conhecimento matemático a partir da produção de um artefato (em especial, o jogo digital) não parte da dicotomia de certo-errado do que se produz em sala. Não segue necessariamente uma trajetória que vai de uma 'posição verdadeira' a outra não verdadeira. Pelo contrário, seu caminho natural inclui "[...] falsas teorias que ensinam tanto sobre a formulação de teorias quanto as verdadeiras" (PAPERT, 1993, p. 162). E é nesse processo entre teorias que propusemos analisar o fluxo da reflexão/discussão dos alunos ao produzir seus próprios artefatos utilizando programação, ideias e significados matemáticos.

Os recortes apresentados desmistificam a construção de jogos digitais como puro entretenimento na sala de aula. Eles também reforçam suas contribuições para o processo de ensino e aprendizagem de Matemática da Educação Básica e, ao mesmo tempo, ampliam a discussão desta construção de conhecimento matemático sem se limitar ao formalismo ou às técnicas puramente procedimentais. Os recortes indicaram novas aberturas de portas para compreender que a produção de jogos no cenário escolar não deve ser encarada como receita, mas como um processo participativo, orgânico e dinâmico. As características do fazer matematicamente durante as produções dos jogos digitais se mostraram intimamente relacionadas ao *pensar-sobre-pensar* do aluno, que foram apresentadas por Papert no século passado, e se mostram atuais quando incorporadas às metodologias ativas de aprendizagem na Educação Básica.

Para finalizar, destacamos que é preciso questionar a formação do aluno mediante o uso de programação não como algo distante e puramente procedimental e técnico, mas como uma situação que o oportunize a criar projetos que carreguem significados pessoais e criativos, que o incentive a construir, problematizar e defender ideias e não somente reproduzi-las passivamente. Não só jogos podem ser explorados, mas outras ideias que incentivem uma postura ativa de participação do aluno, como: construir um sistema que faça a bolinha chegar mais rápido de um canto a outro na *Máquina de Rube Goldberg*; desenvolver uma horta irrigada por placas de prototipagem que auxiliem na alimentação do lanche de uma escola e produzir jogos digitais interligados aos dispositivos de robótica que possam contribuir no combate ao tratamento da doença de Parkinson de pacientes acometidos (AZEVEDO *et al.*, 2018).

Atualmente, no Projeto Mattics, desenvolvemos jogos digitais e robótica não só para construção de conhecimento matemático em sala de aula, mas como ferramentas para auxiliar no combate da doença de Parkinson em hospitais públicos em Goiás, envolvendo não só os profissionais da Educação e alunos, mas também diferentes profissionais da Ciência da Computação e área Médica e Saúde. É uma proposta que associa a aprendizagem do aluno com a sociedade, evidenciando uma formação mais contextual e corresponsável para o ensino de matemática. É uma forma de produzir conhecimentos, desenvolver o potencial criativo e novas tecnologias na escola que possam ser usadas por outras pessoas. Um movimento que ofereça não só novas estratégias de ensino e aprendizagem, mas que possibilite ao aluno ter uma formação ativa, contextual e menos isolada no que se refere ao conteúdo (AZEVEDO *et al.*, 2018).

Desta forma, reconhecemos que a construção de jogos e dispositivos de robótica não devem se limitar ao conteúdo matemático, mas oportunizar ao estudante a pensar em outras estratégias que o façam desenvolver um olhar menos limitado e mais problematizado a fim de construir significativamente seu conhecimento. Ter a chance de vislumbrar amplos vieses que não se encerrem aos testes estandardizados (padronizados em larga escala). 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.

Referências

AZEVEDO, G. T. de. **Construção de conhecimento matemático a partir da produção de jogos digitais em um ambiente construcionista de aprendizagem**: possibilidades e desafios. 2017. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Instituto de Matemática e Estatística, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017.

AZEVEDO, G. T.; MALTEMPI, M. V.; LYRA-SILVA, G. G. M. V. Processo formativo do aluno em matemática: jogos digitais e tratamento de Parkinson. **Zetetike**, Campinas, v. 26, n. 3, 2018. https://doi.org/10.20396/zet.v26i3.8651962

AZEVEDO, G. T.; MALTEMPI, M. V.; LYRA, G. M. V. Computational thinking and Active Learning in Mathematics as a contribution to the treatment of Parkinson's disease. In: **Science and mathematics education in the 21st century**. Braga: Universidade do Minho, 2019. p. 75-76.

AZEVEDO, G. T.; MALTEMPI, M. V.; LYRA, G. M. V.; RIBEIRO, J. P. M. Produção de games nas aulas de Matemática: por que não? **Acta Scientiae**, Canoas, v. 20, p. 950-966, 2018.

BICUDO, M. A. V. 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, 2006.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 31. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

GEE, J. P. **What video games can teach us about learning and literacy**. Nova York, EUA: Palgrave MacMillan, 2004.

MALTEMPI, M. V. Novas Tecnologias e Construção de Conhecimento: Reflexões e perspectivas. In: V Congresso Ibero-americano de Educação Matemática (CIBEM), 2005, Porto. CD-ROM, 2005.

MALTEMPI, M. V. 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. São Paulo: Cortez, 2012. p. 287 - 307.

PAPERT, S. **Mindstorms**: Children, Computers and Powerful Ideas. New York: Basic Books, Inc, 1993.

PAPERT, S. **A máquina das Crianças**: repensando a escola na era informática. Porto Alegre: Artes Médicas, 2008.

POETA, C. D.; GELLER, M. Jogos digitais educacionais: concepções metodológicas na prática pedagógica de Matemática no Ensino Fundamental. **Educação Matemática em Revista** - RS, v. 1, p. 49-64, 2014.

RESNICK, M. **Lifelong Kindergarten**: cultivating creativity through projects, passion, peers and play. Cambridge, Ma: MIT Press, 2017.

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. 2008. Tese (Doutorado em

Educação Matemática) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2008.