

A CONSTRUÇÃO DE JOGOS DIGITAIS NO PROJETO DE MATEMÁTICA DO ENSINO FUNDAMENTAL: POSSIBILIDADES E CONTRIBUIÇÕES

Greiton Toledo de Azevedo¹
Universidade Federal de Goiás
greitontoledo@gmail.com

José Pedro Machado Ribeiro²
Universidade Federal de Goiás
zepedroufg@gmail.com

Gene Maria V. Lyra-Silva³
Universidade Federal de Goiás
gene.lyra@gmail.com

Resumo

Existe um crescente interesse entre pesquisadores e professores em descobrir de que forma os jogos digitais podem ser explorados como recurso para contribuir na aprendizagem de matemática, em especial, da Educação Básica. Em articulação com esse mesmo contexto, este trabalho propõe apresentar e discutir as contribuições da construção de jogos digitais, a partir do uso da linguagem computacional *Scratch*, nas aulas de matemática. Estas discussões, no entanto, se alicerçam, e mutuamente se constituem, a partir de em um projeto de matemática, denominado *Mattics*, que é realizado semanalmente em uma escola pública, na região de Senador Canedo - Goiás. O *Mattics* possibilita aos estudantes do Ensino Fundamental a construção de jogos digitais, ao mesmo tempo que permite a construção de conhecimentos matemáticos. A partir deste projeto, desenvolvemos um formato de análise, à luz do nosso referencial teórico, que nos ajudassem a compreender as contribuições da construção de jogos digitais na aprendizagem de matemática.

Palavras-chave: Ensino e aprendizagem de matemática; jogos digitais; *Scratch*; *Mattics*.

¹ Mestrando em Educação em Ciências e Matemática -PPGECM/UFG. É graduado em matemática e especialista em Ed. matemática pelo Instituto de Matemática e Estatística da Universidade Federal de Goiás - IME/UFG.

² Doutor em Educação Matemática pela USP. Professor do Instituto de Matemática e Estatística - IME/UFG.

³ Doutora em Educação pela UNICAMP. Professora do Centro de Ensino e Pesquisa Aplicada à Educação da Universidade Federal de Goiás - CEPAE/UFG.

1. Introdução

A exploração de jogos digitais⁴ no universo escolar, em especial, no processo de ensino e aprendizagem de matemática, tem sido alvo de diferentes discussões e pesquisas, tanto em nível nacional, quanto internacional, no sentido de possibilitar a construção de conhecimento (VALENTE, 2016), além de favorecer, entre tantas outras atribuições: a liberdade, a descoberta, o pensamento, a curiosidade (GEE, 2004); a motivação e autonomia (PRENSKY, 2008); um cenário mais significativo (HAYES; GAMES, 2008); ações mais integradas e colaborativas entre professores/estudantes e estudantes/estudantes (MALTEMPI, ROSA, 2005); a produção, investigação e exploração de diferentes significados (SQUIRE, 2011); e um ambiente de aprendizagem mais participativo e ativo (PAPERT, 2008, RESNICK, 2009).

Existe um crescente interesse entre pesquisadores e professores em descobrir de que forma os jogos digitais podem ser explorados como recurso para contribuir na aprendizagem e quais são os seus benefícios (VECCHIA, 2012, VALENTE, 2016). Um desses caminhos que vêm se fortalecendo, e cada vez mais se consolidando em diferentes práticas escolares, desde o século passado, a partir das primeiras contribuições de Seymour Papert⁵, com o uso da linguagem computacional gráfica *Logo*, é a construção de jogos digitais feita pelos próprios estudantes, em parceria com a mediação pedagógica do professor em um movimento contrário a instrução, a pedagogia do treinamento e da concepção tradicional de que o estudante deve ser apenas o receptor de informação ou apenas o consumidor de seu processo formativo.

Compreendemos que, embora as discussões sobre o uso de jogos digitais, tanto em pesquisas acadêmicas, quanto na escola, têm se intensificado e se mostrado, em diferentes contextos, relevante no processo de ensino e aprendizagem de matemática, considerando as suas contribuições e o seu potencial para despertar a motivação pelo estudo e pela produção de significados de conceitos e propriedades aritméticas, geométricas e algébricas, por parte dos estudantes, é preciso, ainda, pela qual aponta Resnick (2009) e Valente (2016), reconhecer que a sua incorporação não se trata, nem de longe, de apenas apertar o botão e deixar que a máquina faça tudo para o estudante. Pelo contrário, a incorporação de jogos

⁴ O jogo digital é um formato de mídia eletrônica no qual as informações são armazenadas em formato digital. É visto como sinônimo de 'videogame', jogos de computador ou jogos para aparelhos móveis, como: celulares. Porém, nesse trabalho, utilizaremos, mais especificamente, o termo "jogo digital", como objeto de estudo, para se referir como um jogo de/para computador, construído por uma linguagem computacional gráfica.

⁵ Seymour Papert é criador da linguagem computacional *Logo*, no final da década de 1960, inicialmente para crianças, quando os computadores eram muitos limitados, no período que não existia a interface gráfica, nem sequer internet. Foi um dos pioneiros a propor e a desenvolver um trabalho com a construção de jogos eletrônicos com estudantes da Educação Básica Escolar, em meados do século XX, numa perspectiva de possibilitar o processo de aprendizagem nas aulas de matemática, em especial, o conteúdo de frações.

digitais não é a solução, nem só diversão ou entretenimento, é apenas um instrumento, uma possibilidade de aprendizagem, que deve ter objetivos muito bem definidos para não se reduzir ao mesmo compasso da transmissão e da repulsa do fazer e aprender matemática.

A proposta de se produzir jogos, a partir da composição de algoritmos computacionais⁶, utilizando linguagens de programação, no contexto escolar, em especial, no processo de ensino e aprendizagem em matemática, não é uma tarefa direta e trivial, isso porque pressupõe, no mínimo, por não ser neutra, ações mais efetivas e integradoras, pela qual requer um envolvimento mais intenso não só dos estudantes, mas também dos professores como construtores de jogos digitais, de ideias, de contextos e, principalmente, de conhecimentos. Para isso, porém, é preciso estimular um modo diferente de ensino, que desenvolva o protagonismo nos estudantes, e onde os professores sejam capazes de atuarem como mediadores, estimulando os educandos a aprenderem (VALENTE, 2016, p. 10).

Em articulação com exposto, este trabalho propõe, em forma recorte⁷, apresentar e discutir algumas contribuições da construção de jogos digitais feita pelos estudantes do 6º ano escolar com a mediação pedagógica do professor nas aulas de matemática. Estas discussões, no entanto, se alicerçam, e mutuamente se constituem, a partir de em um projeto de matemática, denominado *Mattics* (Matemática e suas tecnologias), que é realizado semanalmente em uma escola pública, em uma região periférica de Senador Canedo - Goiás. O *Mattics* se consolida no sentido de possibilitar aos estudantes a construção de conceitos matemáticos por meio de situações-problema, atividades exploratórias e investigativas⁸, além de possibilitar a construção de animações, *applets* e, principalmente, jogos digitais, ao mesmo tempo que mobiliza a compreensão e a reflexão crítica de conhecimentos matemáticos.

Como todo recorte pressupõe perdas e lacunas, o corte das ações didático-pedagógicas e suas contribuições que são evidenciadas nesse trabalho não seria diferente. Porém, para mantermos a sintonia das diferentes etapas que foram desenvolvidas em uma das temáticas do projeto *Mattics*, decidimos apresentar um jogo digital, que foi construído pelo grupo de estudantes do projeto com a mediação pedagógica do professor, contemplando seus três principais momentos de desenvolvimento não necessariamente linear, mas mutuamente dialógicos e complementares, a saber: (i) planejamento individual e coletivo para a escolha do

⁶ Em informática, um algoritmo é empreendido como um conjunto de regras e procedimentos lógicos e operacionais perfeitamente definidos, que levam à solução de um problema em um número finito de etapas.

⁷ Este trabalho é um recorte das atividades realizadas no projeto *Mattics*, que se estrutura, além de um projeto pedagógico, como cenário de pesquisa de mestrado do professor/pesquisador Greiton T. de Azevedo.

⁸ Atividade investigativa nas aulas de matemática pressupõe, conforme Fiorentini (2012), a participação ativa dos alunos na construção do seu conhecimento, pela qual mobiliza atividades abertas, exploratória e que apresentam múltiplas possibilidades de alternativa de tratamento e significação de conceitos matemáticos.

tema, da trama, dos personagens, dos cenários e das ações do jogo; (ii) estruturação e implementação de algoritmos computacionais e matemáticos para o funcionamento do jogo; (iii) apresentação e discussão (em forma de debate e questionamento) das estratégias escolhidas e das ações computacionais estabelecidas entre os participantes do projeto, destacando os conhecimentos matemáticos mobilizados e aprendidos ao longo do processo de construção do jogo. Por fim, apresentamos as contribuições da construção de jogos digitais, em termos da aprendizagem de matemática de estudantes do ensino fundamental, em articulação com o nosso referencial teórico, que é a teoria construcionista de aprendizagem, que norteou (e continua a influenciar) as nossas ações, percepções e reflexões.

2. O cenário do projeto *Mattics*: movimento e dinamicidade

O projeto *Mattics* me permite construir jogos digitais e aventurar pelos caminhos da matemática! É bem interessante! [...] Eu me divirto muito criar os personagens e os cenários do meu jogo ou o jogo do meu grupo! Pensar como as coisas funcionam, que são os algoritmos, é um pouco difícil! É desafiador! Mas, é legal aprender... a gente tem que pensar, analisar e discutir para construir! Sempre gostei muito de matemática, mas, agora, com o projeto *Mattics*, está mais legal! A gente gosta muito! (*Mattickers 5, participante do projeto Mattics*)

O projeto *Mattics* foi iniciado em agosto de 2015 com a participação de 25 estudantes⁹ do 6º ano da segunda fase do Ensino Fundamental e teve sua primeira edição concluída em dezembro do mesmo ano, com a carga horária semestral de 60 (sessenta) horas. As atividades didático-pedagógicas do projeto, que foram elaboradas na primeira edição, e continuam a ser elaboradas na segunda edição deste ano de 2016, se organizam em um movimento constante da *ação-reflexão-ação*, que se estruturam em forma de temáticas, utilizando a linguagem computacional gráfica *Scratch* para a construção de jogos digitais. Estas atividades são estruturadas num movimento dialógico e potencialmente colaborativo, em que o estudante tem a oportunidade de pensar, intervir, se postar contra a ignorância, se dedicar aos processos (re) construtivos, se opor à condição de objeto e procedimentos acumulativos, pela qual condena a mera instrução e a pedagogia do treinamento de conhecimentos matemáticos.

O projeto foi se consolidando aos poucos e ganhando novos espaços e contribuições. Foi sendo percebido não de forma estática, nem isolada, mas, de forma orgânica e se (re) organiza em coletivo movimento. Ele congrega, em sua própria estrutura, não só o professor

⁹ Os estudantes do projeto *Mattics* recebem um nome especial associado a um número - *Mattickers* nº. Eles também têm o seu caderno de registro (ou caderno de memória), onde podem expressar e compartilhar as suas ideias, estratégias, questionamentos e percepções de cada encontro do projeto ou de cada atividade desenvolvida. Os mesmos estudantes que começaram o projeto *Mattics* no 6º ano escolar; atualmente, estão no 7º ano.

de matemática da turma do 6º ano escolar, mas também reúne, em diferentes momentos e etapas, a coordenação pedagógica, direção e professores convidados em cada temática.



Figura 1 - Integrantes do projeto Mattics: ações didático-pedagógicas

A maior parte das atividades do projeto é realizada no laboratório de informática da escola. Porém, essas atividades não se tratam de 'automatizar' ou 'tecnicizar' a aprendizagem ou de habilitar o estudante para trabalhar apenas com as tecnologias digitais¹⁰, nem tampouco camuflar o processo do fazer e aprender matemática, muito menos usá-las numa perspectiva mascarada de recepção de informações, de conceitos ou propriedades matemáticas. Pelo contrário, o projeto, na qual inclui a sua dinâmica e o seu movimento, foi pensado (e tem sido desenvolvido) no sentido de contribuir para o desenvolvimento do raciocínio lógico-dedutivo, no desenvolvimento de competências e na construção de conhecimento matemático, além de possibilitar um cenário que valorize a criticidade, a criatividade, a motivação, o espírito investigativo, ao mesmo tempo que incentive o trabalho coletivo entre os integrantes.

O projeto *Mattics*, entre muitas outras atribuições, se traduz na perspectiva do construcionismo, pela qual se conjuga e se (re) organiza, assim como aponta Papert (1985, 2008), Maltempì (2005, 2012), Vecchia (2012), Rosa (2010) e Valente (2016), nas cinco dimensões do ambiente construcionista de aprendizagem¹¹, a saber: (i) pragmática; (ii) sintônica; (iii) sintática; (iv) semântica e (v) dimensão social. É nesse movimento, pois, que apresentamos, mesmo de forma concisa, o nosso aporte teórico, uma vez que ele tem nos possibilitado a planejar, refletir e desenvolver, em um movimento cíclico, as nossas ações.

¹⁰ A tecnologia digital ou mídia digital é empreendida como todo equipamento eletrônico, pelo qual o seu funcionamento se baseia em lógica binária de computação. Ou seja, todas as informações (ou dados) são processados e armazenados a partir de dois valores lógicos computacionais (0 e 1). Os *notebooks*, os *softwares* e os videogames são exemplos desse tipo de tecnologia ou desse modelo de mídia.

¹¹ Não faremos, porém, a discussão exaustiva dessas dimensões por não serem o objeto de estudo desse trabalho.

3. Pressuposto teórico: autores que já caminharam e indicaram caminhos [...]

Enquanto professores de matemática e pesquisadores em Educação Matemática não acreditamos que conhecimento possa ser, assim como apontam Papert (2008), Maltempi (2012) e Valente (2016), entre outros, transmitido, porque não é possível de ser recebido pronto, acabado, sem alteração ou transformação. Ao contrário, ele é construído a partir de diferentes vivências ocorridas e da interação com o meio social, carecendo, portanto, ser (re)feito por cada indivíduo. Nesse mesmo movimento, em diálogo com as ideias de Papert (2008), compreendemos que a visão de 'ensinar' matemática, em articulação com a construção de jogos digitais, não deve ser resumida no ato de 'transferir conhecimento', mas, segundo Freire (2011), criar possibilidades para a sua construção de forma significativa, favorecendo uma proposta educadora que incorpora em suas diretrizes a leitura de mundo do estudante, sua visão crítica da realidade, o diálogo amalgamado entre conceito e significado do conteúdo e que busca, sobretudo, conferir a seus sujeitos elementos para o exercício de emancipação.

A nossa compreensão em termos da construção de conhecimento matemático, que caminhe no sentido contrário a mera transmissão ou recepção, é carregada de pressupostos não somente vivenciais, mas também teórico-filosóficos. Um destes, por exemplo, é o construcionismo, que é, conforme Papert (1985, 1993, 2008) e Maltempi (2005, 2012), tanto uma teoria de aprendizagem, quando uma estratégia para a educação, pela qual se considera que *o desenvolvimento cognitivo é um processo ativo de construção e reconstrução das estruturas mentais*, no qual o conhecimento não pode ser simplesmente transmitido do professor para o estudante ou vice-versa. O aprendizado deve ser um processo ativo, em que os aprendizes 'colocam a mão na massa' (*hands-on*) no desenvolvimento de projetos, em vez que fiquem sentados atentos a fala do professor (MALTEMPI, 2012, p. 288, grifos nossos).

O construcionismo subjaz, em termos simples, um conceito denominado de *hands-on*, isto é, aquilo que pode ser manipulável e compreendido, condenando o ato simplista ou banalizado de 'construir por construir' ou 'fazer por fazer' de forma mecânica ou meramente processual, que pouco contribui para a produção de significados daquilo que o estudante explora e vivencia. Nessa perspectiva, compreendemos que o jogo digital a ser construído, no projeto *Mattics*, longe de ser apenas tangível de ser elaborado e executado pelo programa traduzido em uma linguagem computacional gráfica, deva ser, antes de mais nada, compreendido e interpretado pelo estudante ao longo de todo o processo de elaboração e desenvolvimento, pela qual pressupõe parceria, riscos, retrocessos, avanços, ousadias e

estudos (coletivos) de modo a favorecer um cenário mais crítico, mais dialógico, menos estanque e mais problematizador entre estudante/estudante e professor/estudante.

3.1 O uso da linguagem *Scratch* na construção de jogos digitais no projeto *Mattics*

As mais diferentes possibilidades de atividades pedagógicas que envolvam a construção de jogos digitais, em ambientes escolares, a partir do uso de linguagens computacionais gráficas, ao mesmo tempo que incorpore diversos domínios do conhecimento matemático, se ampliam, desde o século XX, num movimento profundo e significativo, devido a uma maior disponibilidade de ambientes de desenvolvimento voltados ao usuário (estudantes, em especial, crianças e adolescentes), tais como: Logo (Mit Lab, 1970); Scratch (Mit Media Lab, 2012); Greenfoot (University Of Kent, 2013), GameMaker (Yoyo Games, LTD., 2014), Kodu Game Lab (Microsoft Research, 2014), Alice (CARNEGIE UNIVERSITY, 2013), entre outros. Estes ambientes permitem o desenvolvimento de jogos digitais, animações e histórias dinâmicas, com pouco ou nenhuma necessidade de conhecimentos específicos de estruturas computacionais e sintaxes de linguagens complexas.

Entre várias linguagens computacionais analisadas e exploradas à construção de jogos digitais, como proposta pedagógica e investigativa, no projeto *Mattics*, escolheu-se a linguagem computacional gráfica *Scratch*¹² por ser uma das linguagens gráficas de programação mais acessíveis, de fácil manuseio e por não exigir nenhum conhecimento prévio ou específico de programação, além de ser inteiramente gratuita e completa. Consideramos que essas condições são essenciais para se trabalhar em um contexto escolar na construção de jogos digitais nas aulas de matemática, que deve ter como ponto de partida o uso de uma linguagem de programação adequada, que não seja difícil de manipulação, nem tampouco limitada a ponto de minar ou dificultar o processo de produção dos educandos.

O uso de linguagem computacional, como o *Scratch*, exige do estudante não só o pensamento lógico e estrutural matemático dos comandos computacionais, mas também a criação de sequências de comandos (do simples ao mais complexo) de forma organizada e sistemática. Por outro lado, o seu uso, conforme Resnick (2009, p. 60) "[...] não é o de preparar os estudantes para seguir uma carreira profissional como programadores, mas para incentivar uma nova geração de estudantes criativos, pensadores críticos e que possam, por meio das tecnologias, expressar suas ideias, nas apenas consumi-las (tradução nossa).

¹² Alguns trabalhos do projeto *Mattics* com o uso do *Scratch* na construção de jogos digitais feitos pelos *Mattickers* podem ser acessados no seguinte endereço eletrônico: < <https://scratch.mit.edu/users/GreitonMath/> >

4. Luz, câmera e construção do jogo digital no *Mattics*: possibilidades e perspectivas

Nessa seção apresentamos e discutimos um jogo digital¹³, *Gotas d'água*¹⁴, produzido pelo *Grupo 1* de estudantes no projeto *Mattics* em uma das temáticas propostas, que foi escolhida num diálogo conjunto entre docente e discente, a saber: meio ambiente e as suas implicações no nosso contexto escolar. Porém, para não se tornar um texto demasiadamente descritivo, optamos apresentar apenas os principais momentos desse jogo, subdivididos em três principais etapas dialógicas, nas quais conjugam o processo analítico de aprendizagem de matemática a partir da construção do jogo digital, evidenciando as suas contribuições.

4.1 O jogo *Gotas d'água*: planejamento, diálogos e produção

Na primeira etapa, o planejamento e o desenvolvimento inicial da atividade, que se originou no 16º encontro do *Mattics*, foi possível perceber o envolvimento dos estudantes não somente pela produção dos cenários, dos personagens e dos objetivos do jogo, mas também pelas discussões crítico-reflexivas dos conhecimentos matemáticos e computacionais.

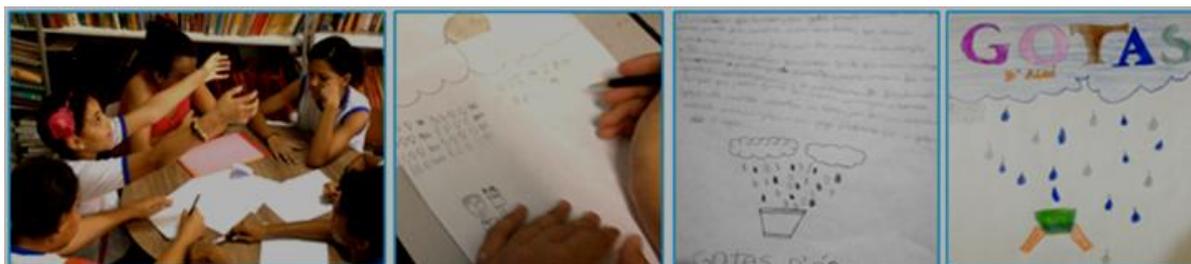


Figura 2 - Grupo 1: discussão e elaboração das ideias iniciais do jogo *Gotas d'água*

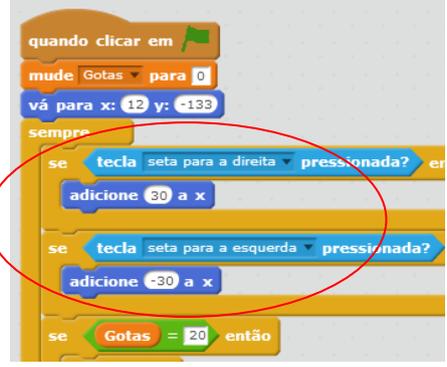
O jogo, *Gotas d'água*, foi imaginado, (re) pensado e criado pelo *Grupo 1* de estudantes (crianças e adolescentes do 6º ano escolar) a partir de diálogos e estudos, contando com a mediação pedagógica do professor. O grupo decidiu registrar as principais ideias estabelecidas na folha de papel tanto em forma de desenhos, quanto na forma escrita. O grupo chegou ao consenso de que o jogo objetivaria: capturar e armazenar as gotas, de cor azul, até encher todo o balde de água. As gotas, de cor marrom, no entanto, deveriam ser evitadas, uma vez que são consideradas contaminadas e, portanto, além de sujar toda a água do balde, poderiam trazer doenças aos sujeitos. Nesse sentido, percebemos que a produção inicial das ideias do jogo feita pelos estudantes mobilizou não apenas o diálogo entre eles, mas também possibilitou, de forma conjunta, a conscientização do desperdício da água e de sua poluição.

¹³ Nessa temática (meio ambiente e suas implicações) foi produzido, por cada um dos quatro grupos de estudante, um jogo digital, a saber: [1] *Gotas d'água*; [2] *Macaco coletor*; [3] *Lixo no rio* e [4] *Poluição na rua*. Porém apresentamos, a título de exemplo, apenas um deles, aqui, devido a quantidade de páginas desse trabalho.

¹⁴ O jogo *Gotas d'água* está disponível no seguinte endereço: <<https://scratch.mit.edu/projects/92666609/>>

4.2 Matemática e linguagem computacional: um diálogo possível

Para que o jogo *Gotas d'água* funcionasse o *Grupo 1* articulou, na segunda etapa, no 17º encontro do *Mattics*, os conhecimentos matemáticos e computacionais, tais como: números aleatórios, sistema de coordenadas cartesianas, teoria de conjuntos, números racionais, desigualdades, estruturas de repetição finita e infinita, recursividade, variáveis, entre outros. Para cada objeto do jogo - como: gota marrom e azul, balde e nuvem - foi construído, pelo grupo de alunos, um conjunto de algoritmos computacionais específicos que permitisse o objeto (ou *script*) executar a sua ação de forma lógica, relacional e processual. Esta execução relacional e lógico-processual pode ser entendida no quadro¹⁵ abaixo.

<i>Falas (transcritas)</i> (Mattickers)	<i>Objeto do jogo</i> (Personagem ou Script)	<i>Recorte do comando</i> (Estrutura lógico-processual do algoritmo)
<p>0:25 - 36 (min.)</p> <p>Matticker 1: O balde começa na posição $x=12$ e $y=-133$, o que mostra que ele está bem embaixo, bem aqui [o balde na base].</p> <p>Matticker 4: Olha, o comando sempre indica que vai sempre repetir o que está lá dentro, os comandos condicionais [SE].</p> <p>Professor: O que faz o balde ir para frente e para trás? O que pensaram para construir esse movimento?</p> <p>Matticker 1: (...) se a gente apertar a tecla esquerda o balde adiciona 30 a x, o que faz ele ir para direita. [...] Se a gente apertar para esquerda ele volta, pois é 30 é negativo [-30] (...) <i>continua.</i></p>	<p>[Balde]</p> 	
<p>0:55 - 1h03min</p> <p>Matticker 3: A gota em cima [$y=180$] e vai caindo, professor, de 10 em 10.</p> <p>Matticker 4: Se olharmos direito, a gota cai e cada vez mais diminui o valor de y.</p> <p>Matticker 4: (...) para diminuir tem que ser negativo, se for positivo a gota sobe. Daí, fica muito estranho, porque a gota cai de cima para baixo e não o contrário.</p> <p>Professor: (...) O que significa $y < -100$?</p> <p>Matticker 2: Se a gota chegar numa posição menor que -100, que pode ser -120 ou outros, o comando para de funcionar e o jogador não conseguirá mais coletar essa gota. (...) <i>continua</i></p>	<p>[Gota Azul]</p> 	

Quadro 1 - Recorte do processo de construção do jogo digital Gotas d'água

O cenário do jogo, em diálogo com as ideias do quadro¹⁶ acima, foi estruturado no sistema cartesiano (x, y) de abscissa $(-240 \leq x \leq 240)$ e ordenada $(-180 \leq y \leq 180)$ e o balde,

¹⁵ Este quadro representa apenas um recorte dos algoritmos do jogo Gotas d'água, uma vez que não é possível evidenciá-los todos aqui, até porque isto não se configura como objeto de estudo para esse trabalho.

¹⁶ Decidimos preservar as falas dos estudantes nas transcrições. Já as palavras que estão dentro dos colchetes [] indicam a explicação semântica das ideias deles, enquanto os parênteses () significam o corte dessas falas.

por ser um elemento pertencente ao cenário, deveria respeitar essas mesmas dimensões. O grupo decidiu, nesse encontro, construir um algoritmo de modo que permitisse o balde mover-se no palco para capturar as gotas azuis (que caíam das nuvens) deslocando-se pela esquerda e pela direita, variando, assim, os valores de x , enquanto os valores de y se mantinham nulos. Isso porque, o balde não teria o poder de subir e nem descer, que é variação de y , uma vez que isso facilitaria, conforme o grupo, o processo da captura das gotas azuis pelo jogador.

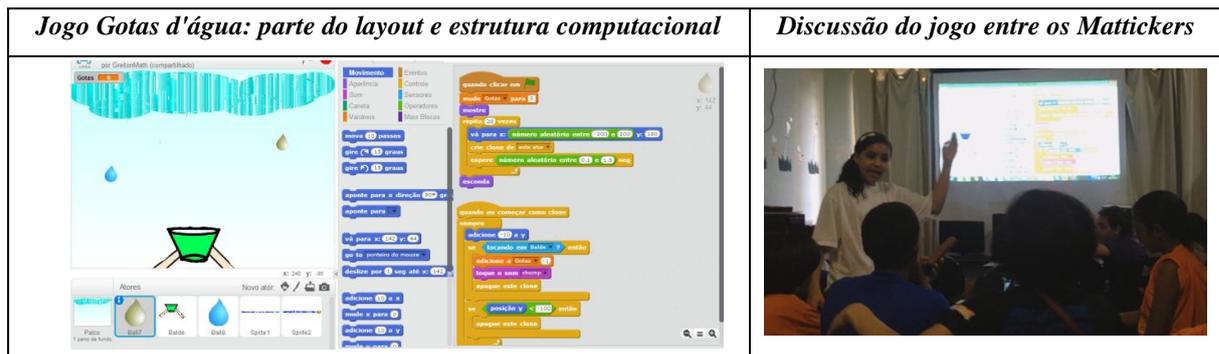
Já os comandos lógico-processuais das gotas, por outro lado, também, depois de longas discussões intensas entre os estudantes, foram construídas. Estas variavam o valor de y , enquanto os valores de x eram fixados, numa estrutura finita de repetição, uma vez que elas caíam das nuvens no valor de $y=180$ e iam até o chão no valor de $y=-180$, ou seja, decrescendo em um processo sucessivo de 10 em 10 $[-10]$ alicerçado em *loop* finito computacional, conforme quadro. Nesse mesmo sentido, observamos, de modo geral, pelas ações e filmagens, que a construção e a compreensão desses algoritmos foi possibilitada, sobretudo, pela oportunidade que os estudantes tiveram em dialogar, errar, conjecturar, depurar, investigar e analisar o que estavam fazendo e como estavam produzindo o seu jogo.

O grupo elaborou também um sistema de pontuação, na qual possibilitou a discussão sobre o conceito de 'variável' e a sua aplicação na estrutura do jogo. Isto é, *se* (ideia condicional de programação) a gota fosse capturada pelo balde (ou *se* o balde encostasse na gota azul), computava pontos, o que adicionava uma unidade para a variável 'pontos'; senão, o jogador não computava pontos e, portanto, não modificaria a estrutura da variável 'pontos'. Por outro lado, porém, *se* o balde encostasse na gota marrom, a variável adicionava uma unidade negativa ao sistema de pontuação [$Pontos = v + (-1)$], onde ' v ' significa valor atual da variável pontos]. Estes movimentos de discussão conceitual, em diferentes etapas, exigiram dos estudantes não só empenho, mas também questionamentos e, principalmente, compreensão daquilo que estavam construindo e daquilo que estavam aprendendo.

Percebemos, nessa etapa do processo (aqui, em forma de recorte), uma série de conhecimentos matemáticos que foram mobilizados ao construir, de forma conjunta, o jogo digital pelo grupo de estudantes com a mediação pedagógica do professor. Os estudantes exploraram diferentes conceitos matemáticos que não são necessariamente fossem de sua série escolar, como, por exemplo, números negativos, sistema de coordenadas, desigualdade entre incógnitas, etc. Apesar disso, os estudantes foram, aos poucos, compreendendo-os pela descoberta, pelos questionamentos e pelo processo de reflexão entre o significado e o conceito dos termos matemáticos aliados as estruturas computacionais de forma ativa e participativa.

4.3 Terminou a construção do jogo? Então, é hora de discuti-lo com os demais Mattickers

Um dos momentos mais ricos da construção do jogo é a discussão coletiva entre todos os integrantes do projeto *Matticks*, uma vez que eles têm a possibilidade de discuti-lo em diferentes perspectivas. Nessa terceira etapa, no 18º encontro, o Grupo 1, assim como os demais grupos, teve a oportunidade de apresentar o seu jogo e jogá-lo, bem como teve a possibilidade de receber diferentes contribuições para a versão final do seu jogo construído.



Quadro 2 - Apresentando e discutindo as ideias e os algoritmos do jogo Gotas d'água

A discussão entre *Mattickers* possibilitava ainda, além da troca e aperfeiçoamento da estrutura do jogo, aprendizagem em matemática e em computação. Isso porque, muitas questões, que eram levantadas pelos estudantes, se estruturavam como dúvidas e questionamentos, nas quais eram explicadas pelos próprios estudantes que não necessariamente estavam apresentando o seu jogo. Nesse sentido, percebíamos, em diálogo com nosso referencial teórico, a construção de conceitos, de ideias e de contextos de forma ativa entre alunos e professores como uma verdadeiramente comunidade de aprendizagem.

5. Tecendo alguns resultados

As ações apresentadas, que foram desenvolvidas no *Matticks*, à luz de um ambiente construcionista de aprendizagem, possibilitou, em forma de contribuição, aos estudantes, não somente o fazer e o aprender matemática de forma ativa, mas também os incentivou a pensar, a criar, a explorar habilidades específicas e explorar a criatividade. Ao construir um jogo digital, de forma coletiva, os estudantes puderam produzir significados ao longo de todo processo tanto daquilo que estudavam, quanto daquilo que implementavam no *Scratch*.

Apesar do envolvimento intenso dos estudantes em participar do projeto e construir seus próprios jogos digitais a partir de algoritmos, percebemos, no entanto, que alguns deles apresentavam dificuldades em compreender algumas estruturas computacionais e matemáticas, até porque muitos conteúdos, que foram explorados, nessa etapa do processo,

não tinham sido estudados, devido a série escolar, pelos estudantes. Porém, em articulação com os objetivos do projeto *Mattics*, à luz dos diálogos entre estudantes/estudantes e estudantes/professores, essas dificuldades iam sendo aos poucos superadas pelos estudantes. Isso porque, eles foram constantemente incentivados a investigar e analisar não só as estruturas procedimentais algorítmicas construídas por outros colegas, mas também encorajados a entenderem os conceitos matemáticos e as ideias computacionais envolvidas.

6. Referencial

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. 26. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2011.

GEE, J. P. What video games can teach us about learning and literacy. Nova York, EUA: Palgrave MacMillan, 2003.

HAYES, E. R.; GAMES, I. A. Making Computer Games and Design Thinking: A Review of Current Software and Strategies. *Games and Culture*, v. 3, n. 3-4, p. 309 –332, 2008.

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.

MALTEMPI, M. V. Novas tecnologias e construção de conhecimento: reflexões e perspectivas. In: Congresso Ibero-Americano de Educação Matemática – CIBEM, 5., Porto. Anais do V CIBEM (CD), 2005.

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

PAPERT, S. **Constructionism: a new opportunity for elementary science education**. Massachusetts Institute of Technology. Proposta para a National Science Foundation, 1985.

PAPERT, S. **Mindstorms: children, computers, and powerful ideas**. Da Capo Press, 1993.

PRENSKY, M. Students as designers and creators of educational computer games: Who else? **British Journal of Educational Technology**, v. 39, n. 6, p. 1004–1019, 2008.

RESNICK, M., R. Berg, and M. Eisenberg. **“Beyond Black Boxes: Bringing Transparency and Aesthetics Back to Scientific Investigation.”** *Journal of the Learning Sciences*, 2009.

ROSA, M. Role Playing Game Eletrônico: uma tecnologia lúdica para aprender e ensinar matemática. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – UNESP, Rio Claro, 2004.

SQUIRE, K. (2011). **Videogames and learning: teaching and participatory culture in digital age**. Nova York, EUA: Teachers College Press.

VALENTE, J. A. Jogos digitais e educação: uma possibilidade de mudança da abordagem pedagógica no ensino formal. **Revista Iberoamericana de Educação**, Estados ibero-americanos, v. 70, n. 1, p. 9-28, jan. 2016.

VECCHIA, R. D. **A modelagem matemática e a realidade do mundo cibernético**. 2012. 275f. Tese (Doutorado em Educação Matemática), UNESP, São Paulo, 2012.