

CONSTRUCIONISMO, PENSAMENTO COMPUTACIONAL E CONCEITOS MATEMÁTICOS: INTERLOCUÇÕES POSSÍVEIS A PARTIR DE UMA EXPERIÊNCIA DE PRODUÇÃO DE JOGOS DIGITAIS

DOI: <https://doi.org/10.33871/rpem.2024.13.32.9571>

Sérgio Freitas de Carvalho¹
Suely Scherer²

Resumo: Esse artigo teve por objetivo investigar possibilidades de aprendizagem matemática e desenvolvimento de habilidades do Pensamento Computacional, em um ambiente Construcionista de aprendizagem, a partir da produção de jogos digitais. Os dados discutidos foram produzidos em um projeto de Iniciação Científica, com estudantes do Ensino Médio do Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, no qual os estudantes produziram diferentes jogos utilizando o software Scratch. Fundamentado em elementos teóricos acerca do Construcionismo e do Pensamento Computacional, o artigo discute o processo de produção de um dos jogos produzidos pelos estudantes. Foi possível observar que o processo de produção de jogos em um ambiente construcionista, com o uso do software Scratch, oportunizou aos estudantes a mobilização e a construção de conceitos matemáticos relacionados a ângulos, coordenadas cartesianas e números inteiros, bem como oportunizou o desenvolvimento de habilidades do Pensamento Computacional.

Palavras-chave: Tecnologias Digitais. Matemática. Scratch.

CONSTRUCTIONISM, COMPUTATIONAL THINKING AND MATHEMATICAL CONCEPTS: POSSIBLE INTERLOCUTIONS FROM AN PRODUCING DIGITAL GAMES EXPERIENCE

Abstract: This article aimed to investigate possibilities for mathematical learning and the development of Computational Thinking skills, in a Constructionist learning environment, from the production of digital games. The data discussed were produced in a Scientific Initiation project, with high school students from the Federal Institute of Mato Grosso do Sul, in which students produced different games using the Scratch software. Based on theoretical elements about Constructionism and Computational Thinking, the article discusses the production process of one of the games produced by the students. It was possible to observe that the games production process in a constructionist environment, using Scratch software, provided students with the opportunity to mobilize and construct mathematical concepts related to angles, cartesian coordinates and integers, as well as providing opportunities for the development Computational Thinking skills.

Keywords: Digital Technologies. Mathematics. Scratch.

Introdução

¹ Doutor em Educação Matemática pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul – Campus Nova Andradina. Email: sergio.carvalho@ifms.edu.br – ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4672-4720>.

² Doutora em Educação (Currículo) pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Professora Associada do Instituto de Matemática da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – Campo Grande. Email: susche@gmail.com – ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2213-3803>.

O estudo que apresentamos neste artigo situa-se no contexto do ensino e da aprendizagem da matemática com o uso de tecnologias digitais, tendo como objetivo investigar possibilidades de aprendizagem de conceitos matemáticos e desenvolvimento de habilidades do Pensamento Computacional, em um ambiente construcionista de aprendizagem, a partir da produção de jogos digitais. Para iniciar, trazemos uma reflexão sobre os objetivos e desafios do ensino de matemática, bem como sobre o uso de tecnologias digitais nesse processo.

O ensino de matemática sempre enfrentou obstáculos, especialmente quando falamos de aprendizagem de conceitos explorados na Educação Básica. Na busca pela superação desses obstáculos, autores como Azevedo (2022), por exemplo, sinalizam ser imprescindível repensar o ensino dessa disciplina, saindo de uma perspectiva tecnicista, centrada na transmissão de informações e focada no ciclo *conteúdo-exemplo-exercício*, para uma perspectiva que promova a criticidade e a autonomia por meio da construção significativa de conhecimentos.

Ainda nessa direção, na Lei das Diretrizes e Bases da Educação Brasileira (LDB 9394/96) sinaliza-se para processos formativos que priorizem o pleno desenvolvimento do educando, com vistas à formação humana, ética, cidadã e intelectual. No caso da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), também é sugerido que os estudantes tenham uma formação que verse pelo protagonismo, criticidade e autonomia. Olhando novamente para o ensino de matemática, nesse mesmo documento sugere-se que os estudantes desenvolvam “habilidades relativas aos processos de investigação, de construção de modelos e de resolução de problemas” (Brasil, 2018, p. 529), por meio de competências específicas que envolvem os processos de raciocinar, representar, comunicar e argumentar.

Aludindo às ideias de Freire (2005) se faz importante, diante desses objetivos, que o ensino (de matemática) não se baseie em uma “Pedagogia do Treinamento”, mas que se apegue em uma proposta de formação que seja libertadora, crítica e que valorize os aspectos humanos.

Considerando esse cenário, tem-se apostado no uso de tecnologias digitais para mediação de processos educativos e construção de ambientes propícios à aprendizagem. O uso de tecnologias digitais ganha notoriedade no contexto da BNCC, especialmente no âmbito da competência “Cultura Digital”, sinalizando para um uso que, além de fomentar a aprendizagem nas diferentes áreas do conhecimento, possa oportunizar o desenvolvimento de habilidades relacionadas ao Pensamento Computacional.

Entretanto, é fato que o uso de tecnologias digitais em práticas pedagógicas, por si só, não garante o desenvolvimento de habilidades nem a aprendizagem de conceitos específicos. Sabe-se que para tanto é preciso refletir sobre as escolhas das tecnologias digitais a serem

usadas, as ações que serão propostas e, especialmente, sobre a abordagem de uso que irá nortear essas práticas com tecnologias.

Portanto, ao propor o uso de tecnologias digitais é preciso pensar em ações que favoreçam a vivência de processos de aprendizagem distintos daqueles realizados sem o uso dessas tecnologias. É nesse sentido que nos orientamos pelo Construcionismo (Papert, 1986; 2008), termo cunhado por Seymour Papert, como base para um ambiente de aprendizagem com uso de tecnologias digitais, buscando discutir possibilidades de aprendizagem em matemática a partir de uma experiência de produção de jogos digitais, bem como possíveis relações com elementos do Pensamento Computacional.

A estratégia metodológica de produzir jogos foi adotada na pesquisa como possibilidade de vivenciar a aprendizagem de conceitos matemáticos com uso de tecnologias digitais, com vistas ao desenvolvimento do Pensamento Computacional e de processos educativos que priorizem o protagonismo, a autonomia e a criticidade.

Essa estratégia tem sido defendida por diferentes autores que argumentam que o trabalho com jogos digitais, para além da construção de conceitos matemáticos ou de outras áreas do conhecimento, pode favorecer a criatividade, motivação e autonomia dos estudantes (Prensky, 2012), ações colaborativas e integradas entre estudante/estudante e estudantes/professor (Maltempi; Rosa, 2004), bem como a produção exploração e investigação de diferentes significados (Squire, 2011).

Entretanto, é necessário reiterar que não se trata de uma proposta de *utilização* de jogos digitais, mas sim de *construção*. Este também é um movimento contrário ao habitual, em que se propõe a *utilização* de jogos digitais para favorecer a aprendizagem. Ainda que esta utilização possa apresentar resultados no desenvolvimento de diferentes competências, autores como Barcelos (2014), Dalla Vechia (2012) e outros, defendem o envolvimento dos estudantes no processo de *construção* de jogos digitais. Nessa direção, entende-se que

[...] o grande potencial não está no produto, mas sim no processo de construção [...] de modo a favorecer um cenário mais crítico, mais dialógico e mais problematizador, ao mesmo tempo que possibilita a produção de conhecimentos em campos específicos e o desenvolvimento de competências matemáticas (Azevedo, 2017, p. 25).

Assim, ainda segundo Azevedo (2017), a construção de jogos digitais se mostra como uma possibilidade de oportunizar situações de aprendizagem ricas e desafiadoras, nas quais o

estudante precisa “por a mão na massa” somando criatividade e desenvolvimento de habilidades específicas. Isso porque envolve desde a imaginação e criação de personagens, cenários, tramas, fases, até a análise, interpretação e composição de diferentes algoritmos e conceitos matemáticos. Ainda é importante ressaltar, que a proposta de *construção* de jogos, em detrimento à *utilização* dos mesmos, também vai ao encontro das ideias Construcionistas de Papert (2008), que sinaliza a importância de os aprendizes estarem motivados, *construindo* algo do seu interesse.

Aliado a esses aspectos, as diretrizes e orientações presentes na Base Nacional Comum Curricular – BNCC (Brasil, 2018), com vistas ao desenvolvimento de habilidades relacionadas ao pensamento computacional, apontam para necessidades como o domínio e escrita de algoritmos; o uso de linguagens de programação para resolver problemas de diferentes áreas do conhecimento; e o uso de tecnologias para desenvolver, apresentar e demonstrar conhecimentos e expressar ideias.

Nesse contexto, apresentamos e analisamos neste artigo dados de uma pesquisa, produzidos em um projeto de Iniciação Científica (IC) desenvolvido com três estudantes do Ensino Médio do Instituto Federal de Mato Grosso do Sul – Campus Nova Andradina, que consideramos parceiros da pesquisa. Os estudantes produziram, durante o desenvolvimento do projeto de IC, em período extraclasse, de agosto de 2023 a julho de 2024, seis jogos digitais utilizando o software *Scratch*, orientados por um dos autores desse artigo. Os dados se constituem de registros realizados em cadernos de campo dos estudantes e do pesquisador e arquivos salvos dos jogos produzidos pelos estudantes. Neste artigo, serão analisados os dados relacionados à produção de um dos jogos, o jogo Ping Pong.

Na sequência deste texto são apresentados alguns estudos teóricos sobre o Construcionismo e o Pensamento Computacional, que orientaram o desenvolvimento da pesquisa e a análise dos dados. Posteriormente apresentamos a metodologia da pesquisa, finalizando com análise e discussão dos dados produzidos.

Sobre o Construcionismo e o Pensamento Computacional

Tendo como objetivo desse artigo investigar possibilidades de aprendizagem matemática e desenvolvimento de habilidades do Pensamento Computacional em um ambiente Construcionista de aprendizagem, a partir da criação de jogos digitais, apresenta-se nesta seção os estudos teóricos sobre o Construcionismo e o Pensamento Computacional.

O Construcionismo pode ser entendido como uma abordagem educacional com foco em uma aprendizagem ativa, tendo como um dos pilares o “aprender fazendo”. O termo, cunhado por Seymour Papert (1986; 2008), coloca em questionamento o ensino baseado na instrução e nega a concepção de que o conhecimento pode ser transmitido de uma pessoa a outra.

Papert se apoiou inicialmente em ideias piagetianas, de que cada sujeito constrói seus próprios conhecimentos e de que o desenvolvimento cognitivo se dá por meio de um processo ativo de reconstrução de estruturas mentais. Vale ressaltar, contudo, que o termo Construcionismo também carrega consigo concepções sócio interacionistas, baseadas em estudos de Lev Vygotsky, de que a compreensão de conceitos ocorre a partir de interações entre sujeito e objetos/contexto social (Azevedo, 2022).

Aqui se faz importante mencionar que o Construcionismo se diferencia do Construtivismo. Primeiro, pelo fato de que enquanto o Construtivismo enfatiza a ideia de que os alunos constroem ativamente o conhecimento por meio de experiências de aprendizagem significativas, o Construcionismo vai além, enfatizando a importância da criação de algo tangível como parte integrante do processo educacional. Papert (2008) argumentava que os alunos aprendem melhor quando estão engajados na criação de projetos concretos, que possuem significado para eles, nos quais podem explorar conceitos complexos de maneira prática e contextualizada. Outra diferença importante, apontada por Azevedo (2022), é que enquanto o Construtivismo diz mais sobre o desenvolvimento cognitivo, o Construcionismo foca em questões do processo formativo do estudante.

Diante dessa diferenciação, o Construcionismo coloca em evidência a importância do ambiente de aprendizagem no processo educacional, sugerindo que este seja pensado de modo a encorajar a exploração, a experimentação e a colaboração. É nesse sentido que o uso de tecnologias digitais ganha notoriedade no Construcionismo, como ferramentas de expressão criativa, de criação e resolução de problemas. Papert (1986; 2008) acreditava que os computadores poderiam ser utilizados como “ferramentas do pensamento”, permitindo a exploração de conceitos complexos de maneira interativa e envolvente, além de explorar diferentes formas de expressão.

Fundamentado nesses elementos, bem como nos argumentos elencados na introdução desse artigo, foi proposto na pesquisa um ambiente construcionista de aprendizagem para vivenciar uma experiência de produção de jogos, com vistas à construção de conceitos matemáticos emergentes nesse processo e ao desenvolvimento de habilidades relacionadas ao Pensamento Computacional.

O termo Pensamento Computacional foi proposto pela primeira vez por Jeannette Wing, uma das principais referências na área. Contudo, nem mesmo a autora aborda o conceito fechado em uma definição única. Em Wing (2006), por exemplo, o termo é abordado como uma metodologia para resolver problemas que combina elementos da computação com o pensamento crítico. Em outro estudo, a autora já aborda o conceito como relacionado ao ato de pensar como um cientista, envolvendo capacidades de automação e abstração (Wing, 2014).

Outros pesquisadores também contribuem para o entendimento do termo, como é caso de Liukas (2015), que relaciona o Pensamento Computacional a uma forma de pensar em problemas de modo que um computador consiga resolvê-los, destacando, contudo, que o Pensamento Computacional é desenvolvido por pessoas, e não por computadores.

Todavia, mais importante que chegar a uma definição sobre o termo é compreender que o Pensamento Computacional, independente de definição, se fundamenta sobre quatro pilares: Decomposição; Reconhecimento de padrões; Abstração e Algoritmos.

A *Decomposição* consiste na capacidade de dividir o problema em partes menores, contribuindo para o seu melhor entendimento e resolução. O *Reconhecimento de Padrões* envolve a identificação de elementos recorrentes e regularidades no problema, o que auxilia na formulação de estratégias eficazes para sua resolução. O processo de *Abstração*, nesse contexto, se refere à capacidade de diferenciar elementos essenciais do problema de detalhes menos relevantes, de modo a focar em estratégias e soluções mais generalizadas que possam ser aplicadas em problemas similares. Por fim, o *Algoritmo* consiste na organização das estratégias de solução na forma de instruções ou passos ordenados, de modo a resolver o problema de maneira sistemática e eficiente.

No cenário educacional o Pensamento Computacional ganha destaque em documentos norteadores, como a BNCC (Brasil, 2018), sendo apresentado como uma ferramenta formativa de cidadãos aptos a enfrentar os desafios contemporâneos. Defende-se a ideia de que por meio do Pensamento Computacional os estudantes são estimulados a resolver problemas de forma estruturada e criativa, compreendendo a lógica por trás das soluções propostas. Assim, ao incorporar o Pensamento Computacional à BNCC almeja-se oportunizar aos estudantes a construção de uma base sólida para enfrentar os desafios do século XXI, bem como capacitá-los a compreender, utilizar e criar tecnologias de maneira crítica e responsável (Brasil, 2018).

Aqui é necessário mencionar que, embora o domínio de linguagens/lógica de programação seja considerado uma habilidade valiosa, a integração do Pensamento Computacional ao currículo escolar não se restringe ao ensino de programação, mas objetiva o

desenvolvimento de um modo analítico de pensar, capaz de fazer uso de ferramentas tecnológicas na resolução de problemas de diferentes áreas.

Nesse sentido, Valente (2016) fez um estudo sobre como se tem explorado o Pensamento Computacional em diferentes contextos educacionais. O autor apontou que, em relação a estratégias metodológicas, o trabalho com o Pensamento Computacional tem sido explorado por meio de atividades sem uso de tecnologias (*desplugadas*), programação, robótica, narrativas digitais, criação de games e simulações. Acerca das questões curriculares, o autor aponta que, na maioria das vezes, o Pensamento Computacional tem sido explorado no formato de disciplinas ou projetos específicos, com pouca ou nenhuma articulação com as demais disciplinas, e sinaliza, portanto, a importância de que o Pensamento Computacional seja trabalhado como atividade transversal, perpassando diferentes áreas do conhecimento.

Tendo explicitado os pressupostos teóricos que fundamentam a pesquisa que aqui apresentamos, também se faz importante comentar sobre a relação intrínseca existente entre eles. Embora o termo Pensamento Computacional seja relativamente recente, em especial no contexto da Educação, as ideias que o fundamentam já estavam presentes nos estudos e discussões de Seymour Papert quando este propôs o termo Construcionismo.

Em estudos iniciais, Papert (1971) já defendia o uso de computadores (à época com a programação na linguagem *Logo*) para favorecer processos de construção de conhecimentos. Contudo, essas ideias ganharam mais destaque quando, no livro *Mindstorms* (Papert, 1980), o pesquisador argumentou que atividades com a programação auxiliavam o aprendiz a “pensar melhor”.

Nesse mesmo estudo, Papert propôs os termos que ele chamou de “*Powerfull ideas*” e “*Procedural knowledge*”, que podem ser estimulados pela programação. O primeiro diz respeito a conceitos fundamentais que têm o potencial de serem aplicados em diferentes áreas do conhecimento. O segundo, por sua vez, se refere à importância dos conhecimentos construídos por meio da prática e da experimentação. Para Papert, portanto, os computadores poderiam (deveriam) “ser utilizados para que as pessoas pudessem ‘pensar com’ as máquinas e ‘pensar sobre’ o próprio pensar” (Valente, 2016, p. 6).

Desse modo, conforme aponta Azevedo (2022), entende-se que o Pensamento Computacional se evidenciou na década de 1980 através dos trabalhos de Seymour Papert sobre a possibilidade de “forjar ideias intelectuais à construção de conhecimentos em distintas áreas” (p. 43).

Diante do exposto, nesta pesquisa investigou-se a criação de um ambiente

construcionista de aprendizagem como possibilidade de aprendizagem de conceitos matemáticos e desenvolvimento de habilidades relacionadas ao Pensamento Computacional, a partir da criação de jogos digitais.

Na próxima seção apresentamos o contexto e a metodologia da pesquisa.

Contexto e Metodologia da Pesquisa

Nesse artigo apresentamos um recorte de uma pesquisa que ocorreu no contexto de um projeto de Iniciação Científica, com estudantes do Ensino Médio do Instituto Federal de Mato Grosso do Sul – Campus de Nova Andradina. O objetivo da pesquisa foi investigar possibilidades de aprendizagem de conceitos matemáticos e desenvolvimento de habilidades do Pensamento Computacional, em um ambiente construcionista de aprendizagem, a partir da produção de jogos digitais.

O período de desenvolvimento da pesquisa foi de agosto de 2023 a julho de 2024, sendo orientada por um dos autores desse artigo e desenvolvida com três estudantes do Ensino Médio, que participaram do projeto de Iniciação Científica.

Durante a pesquisa foram realizados encontros quinzenais que compreendiam, em sua maioria, momentos de discussão, planejamento e produção dos jogos, além de estudos sobre os conceitos matemáticos que emergiam ao longo dessas produções. Além disso, alguns encontros contemplaram leitura e discussão de textos científicos que perpassavam a temática de construção de jogos e aprendizagem matemática.

Ao longo do desenvolvimento da pesquisa, todo o trabalho de produção dos jogos foi realizado de forma coletiva pelos estudantes e, ao todo, foram produzidos seis jogos, sendo o processo de produção de um deles objeto de discussão desse artigo. Os dados se constituíram de registros feitos em um caderno de campo dos estudantes, registros de observações do pesquisador, fotos e, principalmente, pelos arquivos salvos das produções (programação dos jogos) dos estudantes.

A produção dos jogos aconteceu no software *Scratch*, que é um software livre desenvolvido no *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), e que pode ser utilizado online ou instalado gratuitamente no computador. A escolha pelo *Scratch* se deu pelo fato de funcionar como uma linguagem de programação intuitiva, também chamada de programação em blocos, o que o torna possível de ser programado até mesmo por crianças. A programação se dá por meio de blocos lógicos (como se fossem tijolos ou peças de um brinquedo *lego*) que, ao serem

encaixados uns aos outros de forma lógica, implementam as estruturas básicas de um programa. Por se tratar de uma linguagem gráfica, pode-se facilmente construir jogos digitais, histórias animadas e outras aplicações.

Para fins de análise e discussão de dados, na próxima seção será apresentado o processo de produção de um jogo, denominado *Ping Pong*, buscando identificar registros, ao longo desse processo, que possibilitem analisar a mobilização/construção de conhecimentos matemáticos e o desenvolvimento de habilidades relativas ao Pensamento Computacional.

Dialogando com os dados da pesquisa

Considerando o objetivo desse artigo, que é investigar possibilidades de aprendizagem matemática e desenvolvimento de habilidades do Pensamento Computacional, em um ambiente construcionista de aprendizagem, a partir da produção de jogos digitais, o primeiro ponto que iremos discutir será sobre a constituição do ambiente construcionista de aprendizagem.

Nesse sentido se faz necessário mencionar que, buscando garantir a constituição de um ambiente construcionista, foram observados três aspectos no desenvolvimento da pesquisa. O primeiro deles foi garantir, considerando as ideias de Papert (2008), que os estudantes estariam trabalhando na construção de projetos de seus interesses – a criação de jogos. Assim, para a escolha dos estudantes participantes da pesquisa, a proposta do projeto de produção de jogos digitais foi apresentada com antecedência à toda a turma de alunos do 1º ano do Ensino Médio, com o intuito de que se manifestassem aqueles que de fato se interessavam pela temática. Desse modo, foram escolhidos os três primeiros estudantes (limite imposto por edital) que manifestaram interesse para o professor coordenador do projeto (pesquisador e um dos autores deste artigo).

Outro aspecto observado na pesquisa foi a escolha do software. O *Scratch* foi desenvolvido no *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), por pesquisadores colaboradores do próprio Seymour Papert em muitas pesquisas e tendo como base primária a linguagem *LOGO*. Assim, o *Scratch* carrega consigo características e pressupostos de um ambiente construcionista e privilegia a

[...] compreensão de conceitos de matemática e de computação, de maneira investigativa, enquanto também possibilita o pensamento criativo, o raciocínio sistemático, e o trabalho colaborativo em um ambiente construcionista de aprendizagem (Azevedo, 2017, p. 26).

Entretanto, sabe-se que por mais que um ambiente/software seja propício a uma aprendizagem ativa e à construção de conhecimentos, sua escolha não garante a viabilização de um ambiente construcionista de aprendizagem, uma vez que isso também se condiciona à abordagem de uso pelo professor. Desse modo, o terceiro aspecto observado dizia respeito à postura do professor, que durante todo o processo precisaria atuar como mediador da aprendizagem, dando autonomia aos estudantes, sem dar respostas, mas questionando e orientando o processo investigativo e exploratório dos mesmos.

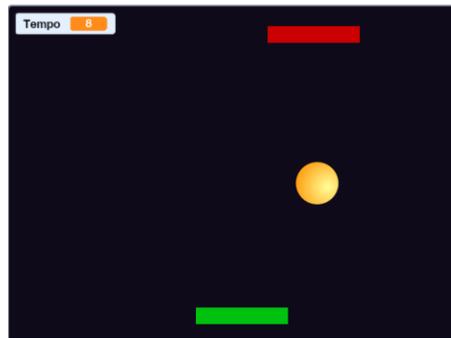
A partir dos aspectos pontuados e também de elementos que poderão ser observados neste texto, considera-se, amparado nos elementos teóricos anteriormente discutidos, que o processo de produção dos jogos ocorreu na perspectiva de um ambiente construcionista de aprendizagem. É nesse ambiente de aprendizagem que se pretende apresentar e discutir elementos que emergiram relacionados à mobilização/construção de conhecimentos matemáticos e ao desenvolvimento de habilidades do Pensamento Computacional.

Os jogos, na maioria das vezes, foram totalmente planejados pelos estudantes. Contudo, em alguns momentos houve intervenções do professor, sugerindo elementos (personagens, objetos, movimentos, etc.) que pudessem fomentar a mobilização de conhecimentos matemáticos.

A seguir, analisamos e apresentamos alguns dados do processo de produção do jogo chamado pelos estudantes de *Ping Pong*, que foi desenvolvido ao longo de três encontros. Este foi o segundo jogo criado pelos estudantes, no total de seis produzidos.

O jogo, mostrado na Figura 1, consiste em controlar a “raquete” verde com as setas (direita e esquerda) do teclado para rebater a bola contra a “raquete” vermelha, que por sua vez é controlada automaticamente pelo computador para rebater a bola de volta para o jogador. A cada rebatida da raquete vermelha a bola aumenta sua velocidade, aumentando o grau de dificuldade do jogo, enquanto um cronômetro marca o tempo que o jogador consegue permanecer jogando. O jogo termina quando o jogador não consegue acertar a bola com a raquete verde e a bola toca na linha vermelha que se estende pela parte inferior da tela.

Figura 1: Interface do jogo Ping Pong.



Fonte: Dados da pesquisa.

Ao iniciar o processo de planejamento e construção deste jogo, o primeiro passo foi a montagem do cenário e dos objetos. Após construído o cenário com todos os objetos, os estudantes começaram uma discussão sobre por onde iniciariam o processo. Nesse momento um deles sugeriu que iniciassem pensando como ocorreria o movimento da raquete verde. Aqui é possível perceber que a ação do estudante carrega elementos de um dos pilares do Pensamento Computacional, a *Decomposição*. Conforme discutido anteriormente, a *Decomposição* consiste na habilidade de dividir um problema em partes menores com vistas a alcançar uma solução para o todo. Isso se evidenciou mais fortemente na continuidade do processo, visto que ao terminarem o movimento da raquete verde, os estudantes decidiram focar na raquete vermelha e, por fim, no movimento da bola e no cronômetro. Em outras palavras, os estudantes mantiveram durante todo o processo a estratégia de ir resolvendo o problema (criação do jogo de Ping Pong) por etapas, decompondo em problemas menores.

Nesse ponto, duas considerações se fazem necessárias. A primeira é que em nenhum momento foi sugerido pelo professor que os estudantes adotassem essa estratégia, ou seja, foi uma necessidade imposta pelo próprio ambiente/problema, uma vez que seria impossível programar simultaneamente os movimentos de todos os objetos. Isso possibilita inferir que o trabalho de criação de jogos digitais (via *Scratch*) pode ser favorável ao desenvolvimento dessa habilidade do Pensamento Computacional.

A segunda consideração é que ao mencionar o desenvolvimento dessa habilidade não se pode afirmar que os estudantes a *desenvolveram*, como um processo pronto e acabado ou como se os estudantes ainda não tivessem desenvolvido, em alguma medida, essa habilidade em outro momento de suas vidas. Por se tratar de um processo contínuo que se reconfigura a cada situação problema, seria coerente afirmar que essa atividade oportunizou aos estudantes *exercitarem/aprimorarem* sua habilidade de *Decomposição* para resolverem o problema. Ainda

nessa segunda consideração, é importante ressaltar que o desenvolvimento de habilidades, bem como a aprendizagem de conceitos, é individual e próprio de cada sujeito. Assim, em nenhum momento considera-se que esses processos ocorreram da mesma forma para os três estudantes.

Para iniciar a programação da raquete verde, como esse não era o primeiro jogo a ser criado, os estudantes usaram o conhecimento de que a posição dos objetos no *Scratch* é definida por coordenadas cartesianas. Assim, o conhecimento de coordenadas cartesianas (conceito matemático) foi mobilizado/aplicado pelos estudantes, que sugeriram que o valor de x nas coordenadas que indicam a posição da raquete aumentasse a cada vez que a seta para direita fosse pressionada pelo usuário, fazendo com que a raquete se deslocasse para a direita, como podemos ver na programação apresentada na Figura 2. Com relação ao valor de y nas coordenadas da posição da raquete, os estudantes acordaram que não se alteraria, considerando que a raquete só deveria se mover horizontalmente.

Figura 2: Programação do movimento para a direita da raquete verde.

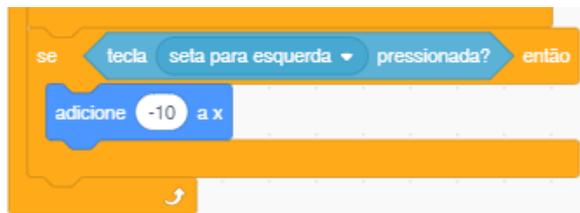


Fonte: Dados da pesquisa.

Na programação do movimento da raquete para a esquerda, emergiram dois elementos importantes para a pesquisa. Um deles diz respeito a indícios do desenvolvimento da habilidade de *Reconhecimento de Padrões*, um dos pilares do Pensamento Computacional. Isso porque os estudantes rapidamente sugeriram que, se o movimento para a direita implicava em aumento do valor de x nas coordenadas da posição da raquete, o movimento para a esquerda implicaria na diminuição desse parâmetro.

Entretanto, e aqui passa-se ao segundo elemento identificado, o *Scratch* não possui o bloco de comando para subtrair algum valor de x na coordenada. Tal fato criou a oportunidade, na busca por uma estratégia, de discutir e refletir com os estudantes sobre operações com números inteiros negativos, em que a subtração de um número natural pode ser compreendida, também, como a soma de um número inteiro negativo. Esse movimento resultou no fato de os estudantes proporem a estratégia de adicionar um valor negativo ao valor de x da coordenada cada vez que se pressionasse a seta para a esquerda. Assim, a raquete se deslocava nessa direção, conforme pode ser observado na programação mostrada na Figura 3.

Figura 3: Programação do movimento para a esquerda da raquete verde.



Fonte: Dados da pesquisa.

Finalizando a programação da raquete verde, os estudantes passaram para a programação da raquete vermelha. Nesse momento observou-se novamente a mobilização da habilidade de *Reconhecimento de Padrões*, visto que os estudantes explicitaram o entendimento de que também se trataria de alterações no valor de x da coordenada da raquete.

Contudo, com esta ação, é possível afirmar que houve indícios de desenvolvimento da habilidade de *Abstração*, outro pilar do Pensamento Computacional. Conforme mencionado anteriormente no texto, a *Abstração* consiste em separar aspectos essenciais de outros menos relevantes, de modo a generalizar o máximo possível as soluções e aplicá-las em problemas similares. Nesse sentido, os estudantes compreenderam que, até certo ponto, poderiam aplicar a mesma estratégia (alteração do valor de x da coordenada) usada para programar a raquete verde, mas que não seria exatamente da mesma maneira visto que a raquete vermelha não se movimentaria pelas setas do teclado, seria controlada pelo computador.

Nesse momento foi necessária uma intervenção do professor no sentido de orientar que os estudantes precisariam se atentar ao fato de que “*o computador nunca poderia errar*”, ou seja, a raquete vermelha sempre precisaria acertar a bola durante o jogo. Assim, após algumas discussões, implementações e testes, os estudantes propuseram uma estratégia de solução. A proposta, nas palavras deles, era de que a raquete vermelha precisaria sempre “*acompanhar a bola/estar alinhada com a bola*”. O que os estudantes queriam dizer é que para garantir que a raquete vermelha sempre rebatasse a bola, ela precisaria se mover para direita e para esquerda seguindo o movimento da bola durante todo o jogo, ou seja, mantendo sempre o mesmo valor de x das coordenadas da posição da bola.

A solução foi implementada conforme mostra a Figura 4.

Figura 4: Programação do movimento da raquete vermelha.



Fonte: Dados da pesquisa.

A Figura 4 mostra que durante todo o jogo (comando *Sempre*), a raquete irá se movimentar mantendo fixo o valor de y na coordenada (150) e alterando o valor de x de acordo com a posição da bola. Porém, como o movimento da bola ainda não havia sido programado no momento dessa programação, foram feitos somente alguns testes movimentando a bola com o mouse para verificar se a raquete vermelha se moveria junto com ela.

O que é possível também concluir, é que durante todo o processo de produção do jogo se observou a mobilização e o desenvolvimento da habilidade *Algoritmo*, outro pilar do Pensamento Computacional. Isso porque essa habilidade, que supõe o delineamento de soluções na forma de instruções ou passos ordenados, permeia todo o processo de programação, sendo intrínseca a este e, portanto, sendo trabalhada o tempo todo.

Finalizando a programação das raquetes, seguiu-se para a programação do movimento da bola. Os estudantes decidiram que o jogo sempre começaria com a bola no meio da tela e que ao iniciar o jogo, ela se moveria em uma direção aleatória, para que o jogo não iniciasse sempre da mesma forma.

Nesse momento iniciou-se um processo de mobilização, discussão e aplicação de outro conceito matemático, o conceito de ângulo. Isso porque a direção em que se dá a movimentação de qualquer objeto no *Scratch* é definida a partir da medida de um ângulo. Assim, os estudantes programaram para que a bola sempre iniciasse o jogo na origem do plano cartesiano e para que ela sempre começasse a se mover em uma direção aleatória entre 0° e 360° , como mostrado na programação da Figura 5. Na Figura também é possível observar um comando usado pelos estudantes (*Se tocar na borda, volte*) para garantir que a bola retornasse ao bater nas laterais. Entretanto, não é objetivo desse artigo discutir na íntegra a programação do jogo, mas focar nos recortes de criação que levam à possibilidade de discutir a mobilização de conceitos matemáticos e habilidades do Pensamento Computacional.

Figura 5: Programação do lançamento da bola ao iniciar o jogo.



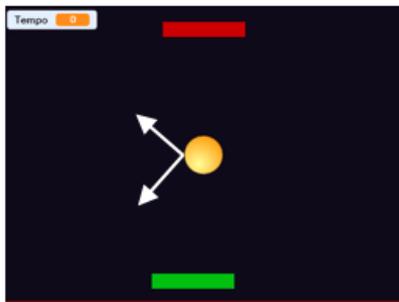
Fonte: Dados da pesquisa.

Ao realizarem alguns testes a partir da programação mostrada na Figura acima, os estudantes observaram que o resultado não atendia totalmente aos objetivos deles. Isso porque embora a bola estivesse iniciando o movimento na coordenada (0,0) e se movendo em uma direção aleatória, os estudantes observaram que, ocasionalmente, ela poderia iniciar o jogo se movendo na horizontal (considerando que é uma direção aleatória entre 0° e 360°), e não na direção de uma das raquetes como eles gostariam.

Desse modo, surgiu a necessidade de delimitar um intervalo de medida de ângulo de lançamento da bola para atender aos objetivos do jogo. Os estudantes decidiram então que a bola sempre seria lançada no início do jogo para o lado do jogador (em direção à raquete verde). Nesse momento foi necessário retomar a ideia de medida de ângulo na programação, para delimitar o intervalo da direção de lançamento da bola.

Após uma discussão sobre a ideia de ângulo, na qual o professor sugeriu que os estudantes desenhassem na lousa uma circunferência e marcassem nela, a partir do centro, algumas medidas de ângulos notáveis, foi definido que o intervalo para o lançamento da bola seria uma direção aleatória entre 225° e 315° . Porém, ao realizar o primeiro teste da programação observou-se que a bola iniciava se movendo para a lateral esquerda, e não para baixo em direção ao jogador. As setas da Figura 6 ilustram o intervalo da direção em que a bola seria lançada ao iniciar o jogo.

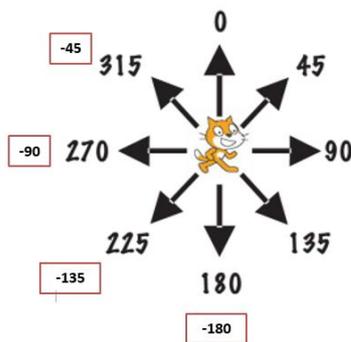
Figura 6: Teste de direção do lançamento da bola.



Fonte: Dados da pesquisa.

Aqui foi necessária uma nova intervenção do professor para discutir uma particularidade do software que demandaria uma adaptação na ideia de ângulo que estava sendo considerada naquele momento. O *Scratch* considera a direção *Norte* como referência para 0° , aumentando de forma positiva no sentido horário, e negativa no sentido anti-horário, conforme ilustrado na Figura a seguir.

Figura 7: Referencial de ângulos utilizado pelo Scratch.



Fonte: Produzido para a pesquisa.

Observando a Figura 7 é possível compreender a razão pela qual o intervalo definido pelos estudantes não havia gerado o resultado esperado. Para explorar essa particularidade do software, a intervenção do professor consistiu em informar aos estudantes sobre a referência de 0° no *Scratch* e solicitar que, na lousa, eles representassem uma nova circunferência ajustando as medidas de ângulos que haviam registrado na circunferência anterior.

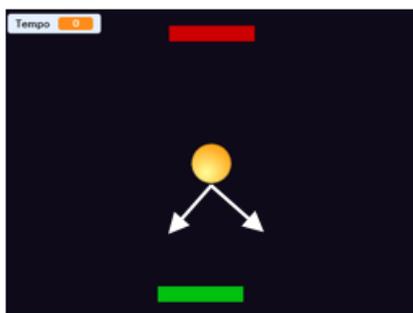
Após terem representado e analisado a nova circunferência, foram feitos os ajustes na programação e, ao testarem, viram que o resultado foi o que eles gostariam que ocorresse. Nas Figuras 8 e 9 é possível observar, respectivamente, a programação feita pelos estudantes e a direção em que a bola seria lançada ao iniciar o jogo.

Figura 8: Nova programação do lançamento da bola ao iniciar o jogo.



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 9: Novo teste de direção no lançamento da bola.



Fonte: Dados da pesquisa.

Ao representar a nova circunferência na lousa, os estudantes identificaram de imediato o intervalo de medida de ângulos que atenderia aos seus objetivos e realizaram os ajustes necessários na programação, o que pode ser considerado um indício de mobilização da habilidade de *Abstração*. Isso porque os estudantes se preocuparam em manter a parte que julgavam importante na primeira programação apresentada, a amplitude do ângulo (90°) formado pela diferença entre os parâmetros do bloco de comando (inicialmente 225° a 315° , posteriormente 135° a 225°), ajustando apenas a direção de lançamento da bola de acordo com o que desejavam. Contudo, seriam necessários mais elementos para confirmar essa hipótese.

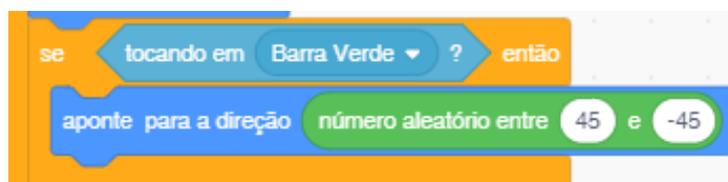
Outro aspecto importante foi o fato dos estudantes mobilizarem o conceito de ângulo e aplicá-lo a partir de uma referência diferente da convencional, mantendo a mesma amplitude. Os estudantes tiveram oportunidade de ressignificar o conceito de ângulo, compreendendo que a representação de medidas de ângulo a partir da circunferência não se limita a uma representação prototípica, como costuma ser representado em livros didáticos, e que a representação convencional é apenas uma possibilidade. Em consonância com as bases teóricas

dessa pesquisa, pode-se dizer que estes estudantes tiveram a oportunidade de (re)construir o conceito de ângulo, ampliando o conhecimento matemático deles. Movimento provocado pelo problema que estavam resolvendo e pelo modo com que no software se propõe o uso do conceito. Portanto, o uso do software para resolver situações que envolvam medidas de ângulo pode oportunizar a construção de conhecimentos sobre este conceito.

As últimas etapas a serem discutidas são referentes à programação do movimento da bola ao tocar nas raquetes verde e vermelha. O objetivo, nesses casos, era que a bola fosse rebatida de volta a cada vez que tocasse em uma das raquetes.

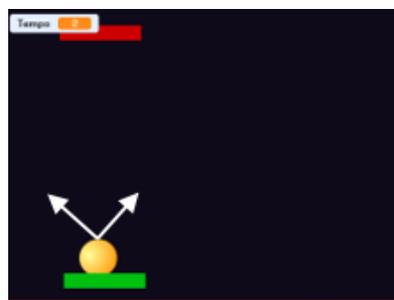
Na programação da raquete verde, um estudante mencionou que “*Agora é só virar pra cima*”, apontando para a tela e indicando que o movimento da bola ao tocar na raquete seguiria a mesma lógica do movimento anteriormente programado, alterando-se apenas os parâmetros do comando para mudar a direção. Desse modo, repetiram a mesma estrutura de comando anterior (o que indica um *reconhecimento de padrões*), mantendo parte da solução e ajustando apenas o necessário (*Abstração*). A programação ficou conforme a Figura 10 e, na Figura 11, observa-se a representação da direção da bola ao tocar na raquete verde.

Figura 10: Programação da bola ao tocar na raquete verde.



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 11: Direção da bola ao tocar na raquete verde.

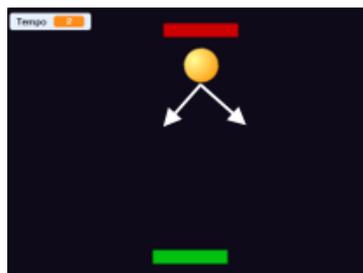


Fonte: Dados da pesquisa.

No caso do movimento da bola ao tocar na raquete vermelha um dos estudantes afirmou que “*vai ficar igual ao primeiro*”, referindo-se à medida de ângulo que utilizaram ao programar

o primeiro movimento da bola, ao iniciar o jogo (o que indica um *reconhecimento de padrões*). Assim, eles mantiveram parte da programação anterior e ajustaram apenas o necessário (*Abstração*). A representação da direção da bola ao tocar na raquete vermelha, conforme a sugestão do estudante, está ilustrada na Figura 12.

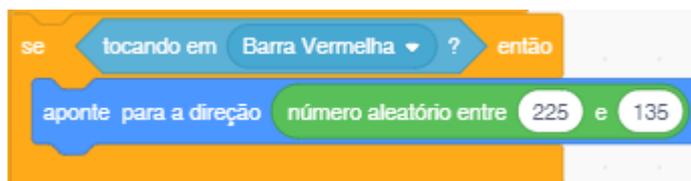
Figura 12: Direção da bola ao tocar na raquete vermelha.



Fonte: Dados da pesquisa.

A afirmação do estudante evidencia que o mesmo compreendia que poderia usar a mesma solução utilizada anteriormente, no que diz respeito à medida do ângulo e aos parâmetros do comando de programação, alterando apenas a condição de que isso ocorreria “se a bola tocasse na raquete”. A Figura 13 mostra a programação feita pelos estudantes.

Figura 13: Programação da bola ao tocar na raquete vermelha.



Fonte: Dados da pesquisa.

Nas duas programações do movimento da bola, tocando a raquete verde e tocando a raquete vermelha, além dos estudantes mobilizarem novamente o conceito de ângulo, foi possível observar o desenvolvimento das habilidades do Pensamento Computacional de *Reconhecimento de Padrões* e *Abstração*.

Além dos recortes discutidos aqui, os estudantes também programaram, posteriormente, o incremento da velocidade da bola e o cronômetro. Contudo, esses momentos não serão objetos de discussão desse texto. Na sequência apresentamos algumas considerações, a partir dos dados apresentados e analisados, com vistas ao objetivo da pesquisa.

Algumas Considerações

A pesquisa que apresentamos neste artigo teve por objetivo investigar possibilidades de aprendizagem matemática e desenvolvimento de habilidades do Pensamento Computacional, em um ambiente construcionista de aprendizagem, a partir da produção de jogos digitais. Nesse sentido, trazemos algumas considerações em relação ao ambiente construcionista, aos conceitos matemáticos mobilizados, ao desenvolvimento de habilidades relacionadas ao Pensamento Computacional, além de algumas considerações sobre as potencialidades e desafios a partir da pesquisa desenvolvida.

Com relação ao ambiente de estudo em que as ações se desenvolveram, considera-se que foi possível manter as características de um ambiente construcionista de aprendizagem, o que se deve a um conjunto de fatores que inclui a escolha do software, o planejamento e a condução das ações e a abordagem do professor ao mediar o processo de aprendizagem dos estudantes, ao produzirem os jogos. O que destacamos é a importância de os estudantes estarem todo o tempo envolvidos na construção de algo concreto e de interesse deles, premissa essencial do construcionismo.

Por se tratar de um conjunto de fatores que contribuíram para a criação de um ambiente construcionista, cada fator constitui uma contribuição ímpar. O software, embora idealizado sob bases construcionistas, se utilizado em uma perspectiva de transmissão de informações, com o professor indicando aos estudantes que comandos utilizar, por exemplo, não favoreceria processos de construção de conhecimento. O mesmo se pode dizer do planejamento das ações, caso as produções fossem impostas ao invés de partir dos interesses dos estudantes, e também da abordagem do professor, que a cada dúvida ou entrave dos estudantes poderia fornecer respostas, ao invés de agir no sentido de fomentar reflexões.

Desse modo, o ambiente construcionista de aprendizagem, viabilizado pela articulação desses diferentes fatores, foi crucial para manter os estudantes em posição de protagonismo, priorizando a investigação, resultando em oportunidades tanto de (re)construção de conceitos matemáticos no contexto da programação no software, quanto de desenvolvimento de habilidades do Pensamento Computacional, como apresentado na análise e discussão de dados.

Com relação aos conceitos matemáticos, evidenciou-se que a produção do jogo analisada nesse artigo, em um ambiente construcionista, favoreceu a mobilização e a construção de diferentes conceitos matemáticos.

Nesse aspecto é importante mencionar que, embora tenham emergido conceitos que os

estudantes já possuíam algum conhecimento, o processo de produção do jogo possibilitou aos estudantes construir novos conhecimentos sobre esses conceitos, ressignificando-os no contexto do jogo criado e na resolução de problemas que surgiram na programação do mesmo. Entende-se tal fato como um avanço na direção de práticas pedagógicas alternativas, com vistas a uma aprendizagem mais crítica, autônoma e significativa, em detrimento à memorização de conceitos, fórmulas e representações prototípicas.

Aqui pode ser pertinente pontuar ainda, que no processo de produção de dados da pesquisa, nos outros cinco jogos, que não foram objeto de discussão desse artigo, emergiram o estudo e uso de outros conceitos matemáticos que os estudantes ainda não tinham conhecimento e que resultaram em momentos de reflexões e aprendizagem destes conceitos matemáticos.

Sobre o desenvolvimento de habilidades relacionadas ao Pensamento Computacional evidenciou-se que, de maneira geral, o processo de criação de jogos digitais, na abordagem construcionista e com o software *Scratch*, pode oportunizar o desenvolvimento dessas habilidades. É necessário, contudo, fazer alguns apontamentos acerca de tal afirmação.

Inicialmente, é preciso considerar que por se tratar de ações que envolvem programação, as habilidades de *Decomposição* e *Algoritmo* são intrínsecas a esse processo, visto que na programação as soluções sempre serão pensadas de forma decomposta e executadas por meio de algoritmos. Em decorrência disso é possível afirmar que, nesse caso, a criação de jogos se mostra como uma entre muitas outras possibilidades, visto que os momentos de mobilização e desenvolvimento dessas duas habilidades também poderiam ocorrer se os estudantes estivessem produzindo algo diferente por meio da programação.

Com relação ao desenvolvimento das habilidades de *Reconhecimento de Padrões* e *Abstração*, foi possível identificá-las em alguns momentos, assim como ocorreu na produção de outros jogos, ora de maneira mais evidente, ora apenas com alguns indícios. Acredita-se, a partir de uma análise mais holística da pesquisa, que isso tenha ocorrido de acordo com as características e complexidade de cada jogo.

Entretanto, conforme mencionado na análise dos dados, não se tem elementos para mensurar individualmente essas habilidades em cada estudante. Nesse artigo, nos dedicamos a investigar o desenvolvimento de habilidades relacionadas ao Pensamento Computacional a partir da programação de jogos digitais e, nesse sentido, essa proposta metodológica se mostrou como uma possibilidade que pode favorecer o desenvolvimento de tais habilidades.

Por fim, cabe aqui fazer algumas considerações gerais acerca dos potenciais e dos desafios dessa proposta de trabalho. Acredita-se que o trabalho de produção de jogos digitais,

em um ambiente Construcionista, pode favorecer tanto a aprendizagem matemática quanto o desenvolvimento de habilidades do Pensamento Computacional. Ressalta-se ainda a relevância de uma aprendizagem matemática baseada na prática, na experimentação e na investigação, buscando avançar frente aos desafios gerais impostos por essa disciplina.

Contudo, há que se pontuar outros desafios que emergem junto com essas potencialidades. Um deles, certamente, é a falta de estrutura física e tecnológica na maioria das escolas públicas, com pouco ou nenhum acesso a computadores, internet e outros materiais. Outro desafio é a formação de professores, que precisa alçar voos em direção a novas abordagens teórico-metodológicas, objetivando que novas práticas pedagógicas adentrem as salas de aulas.

Outro grande desafio perpassa questões curriculares. Ficou evidente que a proposta de atividades da pesquisa não se alinha com um currículo prescrito linear e ordenado. Isso porque são imprevisíveis os conceitos matemáticos que irão emergir em cada situação, em cada jogo produzido. No caso dessa pesquisa, isso não se configurou como problema visto que as ações não se desenvolveram no contexto das aulas regulares de Matemática, mas por meio de um projeto extracurricular.

Contudo, se a proposta fosse levada para as aulas regulares, é fato que dificilmente a maioria dos conteúdos matemáticos que emergiram ao longo de todo o processo de produção dos jogos estaria alinhada com os conteúdos prescritos para aquele ano escolar. Isso leva à necessidade de refletir sobre novas formas de organização curricular e pensar novas possibilidades de projetos pedagógicos, novas pesquisas.

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.

AZEVEDO, G. T. de. **Processo formativo em matemática**: invenções robóticas para o Parkinson. 2022. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista. Rio Claro.

BARCELOS, T. S. **Relações entre o pensamento computacional e a matemática em atividades didáticas de construção de jogos digitais**. 2014. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Cruzeiro do Sul. São Paulo.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, LDB 9394/1996. Brasília: Senado Federal, 2ª ed., 2018. Disponível: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/544283/lei_de_diretrizes_e_bases_2ed.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2024.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/#medio/a-area-de-matematica-e-suas-tecnologias>>. Acesso em: 14 jun. 2024.

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

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

LIUKAS, L. **Hello Ruby: adventures in coding**. Feiweel & Friends, 2015.

MALTEMPI, M V; ROSA, M. Learning Vortex, Games and Technologies: a new approach to the teaching of mathematics. *In*: INTERNATIONAL CONGRESS ON MATHEMATICAL EDUCATION. Copenhagen: Technical University of Denmark, 2004. p. 1-5. Disponível em: <<https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=d4cf7e2f2095f030037bb8802c4bffc7bac0f239>>. Acesso em: 11 mar. 2024.

PAPERT, S. Teaching Children Thinking, **Logo Memo nº 2**, 1971. Disponível em: <https://archive.org/stream/bitsavers_mitaiaimAI_471587/AIM-247_djvu.txt>. Acesso em: 28 abr. 2024.

PAPERT, S. **Constructionism: a new opportunity for elementary science education**. A proposal to the National Science Foundation, Massachusetts Institute of Technology, Media Laboratory. Epistemology and Learning Group, Massachusetts, 1986.

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

PAPERT, S. **Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas**. New York: Basic Books, Inc., 1980.

PRENSKY, M. **Aprendizagem baseada em jogos digitais**. São Paulo: Senac, 2012.

SQUIRE, K. D. **Videogames and learning: teaching and participatory culture in digital age**. New York: Teachers College Press, 2011.

VALENTE, J. A. Integração do pensamento computacional no currículo da educação básica: diferentes estratégias usadas e questões de formação de professores e avaliação do aluno. **e-Curriculum [online]**, vol.14, n.3, p.864-897, set. 2016. Disponível em: <<https://revistas.pucsp.br/index.php/curriculum/article/view/29051>>. Acesso em: 10 abr. 2024.

WING, J. Computational Thinking. **Communications of the ACM**, v. 49, p. 33-35, 2006.

WING, J. M. Computational Thinking Benefits Society. **Social Issues in Computing**, 2014.
Disponível em: <<http://socialissues.cs.toronto.edu/2014/01/computational-thinking/>>. Acesso em: 04 mai. 2024.