

Raciocínio Computacional e Jogos Digitais: categorias e mecânicas

Diego Zobot, Saulo Ribeiro de Andrade, Ecivaldo de Souza Matos

¹Departamento de Ciência da Computação – Universidade Federal da Bahia (UFBA)
Salvador – BA – Brasil

diego.zobot@ufba.br, sauloribeiro@dcc.ufba.br, ecivaldo@ufba.br

Abstract. *Several researchers consider that is important to introduce and develop the Computational Thinking from the earliest years of basic education. Some of them believe that digital games may be one of resources for it. However, before developing new game solutions for this purpose, it is important to recognize how games can actually contribute to the development of Computational Thinking, as well as to identify which skills have been worked on. In this sense, this article presents the synthesis of a systematic mapping, whose objective was to identify how digital games can be used to develop Computational Thinking skills. It was possible to identify some games used to stimulate the development of Computational Reasoning skills, as well as the mechanics used by these games.*

Resumo. *Diversos pesquisadores consideram a importância de o Raciocínio Computacional ser apresentado e desenvolvido desde os primeiros anos da educação básica e, além disso, que os jogos digitais podem ser um dos veículos para apresentá-lo às crianças em idade escolar. Todavia, antes de se desenvolver novas soluções de jogos para esse fim, é importante reconhecer como de fato os jogos podem contribuir ao desenvolvimento do Raciocínio Computacional, bem como identificar quais habilidades têm sido trabalhadas. Nesse sentido, este artigo apresenta a síntese dos resultados de um mapeamento sistemático, cujo objetivo foi identificar como os jogos digitais podem ser usados para o desenvolvimento das habilidades do Raciocínio Computacional. Foi possível identificar alguns jogos utilizados para estimular o desenvolvimento de habilidades de Raciocínio Computacional, assim como as mecânicas usadas por esses jogos.*

1. Introdução

Em 2006, a pesquisadora Jeannette Wing popularizou o termo *Computational Thinking* (CT) em seu artigo para a revista *Communications of the ACM*. Nesse artigo, Wing indica que o CT inclui uma gama de ferramentas mentais para a resolução de problemas [Wing 2006].

No Brasil, o CT foi traduzido por diferentes autores como Pensamento Computacional (PC) e Raciocínio Computacional (RC). Neste artigo usamos o termo RC seguindo a argumentação de [Paiva et al. 2015]: Wing apresenta o CT como um conjunto de ferramentas mentais usado para raciocínio heurístico, mais parecido ao processo de raciocínio,

em que o pensamento procede encadeando juízos para estabelecer a verdade ou falsidade de alguma coisa.

Para [Wing 2006], o RC pode ser visto como uma prática e um conjunto de habilidades aplicáveis em qualquer contexto, que todos podem ter proveito em aprender e utilizar e deveria ser adicionado ao lado das habilidades de ler, escrever e aritmética na educação das crianças. Uma oportunidade identificada por Wing para apresentar RC para as crianças seria por meio de artefatos digitais, dado o nível de familiaridade delas com tecnologias digitais [Wing 2008].

Jogos digitais já são usados como mecanismos de aprendizagem em outros aspectos, seja por sua ludicidade intrínseca, seja pelo desenvolvimento de habilidades importantes como atenção e raciocínio lógico. Um novo desafio que surge a partir dessa oportunidade é encontrar os elementos necessários para um jogo poder desenvolver as habilidades do RC de maneira lúdica e divertida.

Nesse sentido, este artigo apresenta os resultados sintetizados de um mapeamento sistemático de literatura em que identificou-se as mecânicas utilizadas por jogos digitais que, a partir da sua interação, promovem o desenvolvimento de habilidades de RC.

O artigo está organizado em seis seções. Na Seção 2 apresenta-se uma visão geral sobre as habilidades do RC e gêneros de jogos digitais. A Seção 3 apresenta a metodologia de Mapeamento Sistemático conduzido no contexto de uso de jogos digitais para o desenvolvimento de habilidades de RC e as evidências encontradas. Na Seção 4 são discutidas as respostas às questões de pesquisa definidas no protocolo. Por fim, na Seção 5 são apresentadas as conclusões e perspectivas para a continuidade do trabalho, seguidas dos agradecimentos e referências.

2. Fundamentação teórica

A seguir apresentamos algumas definições de habilidades do RC e gêneros de jogos que são apresentadas na literatura, além dos trabalhos relacionados. Essas definições serão utilizadas como parâmetros norteadores para responder às questões de pesquisa do mapeamento.

2.1. Habilidades do RC

Na literatura há diferentes definições acerca dos “componentes” do RC. Elas são indicadas como: habilidades, categorias, princípios-chave, técnicas. Existe também variação sobre quais são esses componentes. Em [Brackmann et al. 2016] os autores apontam quatro habilidades como pilares do RC: decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmos. Outros autores detalham mais e definem mais habilidades. Neste estudo decidiu-se aderir à catalogação apresentada em [Bocconi et al. 2016], em que é analisado um conjunto de artigos que tratam RC e chegam a separar um grupo de seis habilidades assim definidas:

- **abstração:** escolher alguns detalhes do problema e esconder outros desnecessários para torná-lo mais simples; uma entidade pode ter abstrações diferentes dependendo do problema que deseja-se resolver;
- **pensamento/raciocínio algorítmico:** saber criar uma sequência clara de passos para chegar à solução do problema;

- **automação**: capacidade de dar instruções para executar tarefas repetitivas de maneira rápida e eficiente;
- **decomposição**: saber separar o problema principal em partes menores que podem ser resolvidas separadamente tornando o problema mais fácil de resolver;
- **depuração**: capacidade de analisar e avaliar o problema para testar, rastrear erros e verificar os resultados;
- **generalização**: habilidade de reconhecer semelhanças entre problemas e conseguir utilizar estratégias para resolver classes de problemas. Muitos autores chamam essa habilidade de reconhecimento de padrões.

2.2. Gêneros de jogos digitais

Para categorizar os jogos utilizamos a definição indicada por [Rogers 2014] que divide em gêneros e subgêneros dependendo dos elementos de jogo: ação, de tiro, aventura, construção/gerenciamento, simulação de vida, música/ritmo, *party game*, quebra-cabeça, esportes, estratégia e simulação de veículos. O autor especifica que a classificação é só indicativa e que tem jogos que se encaixam em mais gêneros. Além disso, Jogos Sérios e Jogos Educacionais podem se encaixar em categorias diferentes.

2.3. Trabalhos relacionados

É importante destacar a diferença entre desenvolver habilidades do RC durante o *processo de design* do jogo (usando linguagens de programação ou ferramentas de criação de jogos) e desenvolver habilidades do RC *jogando a um jogo*. Até o momento, não encontramos nenhuma revisão sistemática de literatura nas bases científicas, discutindo a relação entre habilidades do RC com elementos ou mecânicas de jogos digitais.

Lockwood e Mooney identificaram, mediante uma revisão sistemática de literatura, as ferramentas de programação mais usadas para ensino de RC na Educação Básica [Lockwood and Mooney 2018]. Linguagem de programação como Python e Java e ferramentas de criação de jogos, como Scratch¹ resultaram os mais usados para ensino de RC nesse nível. Entretanto, eles não identificaram artigos que usem jogos com a meta de desenvolver RC.

Por sua vez, Horn *et al.* desenvolveram um jogo, cujo objetivo foi desenvolver o RC em estudantes de ensino médio usando o problema de encontrar a *Árvore Geradora Mínima* de um grafo (AGM) [Horn et al. 2016]. Os jogadores devem ajudar um rato e um coelho a buscar comida. Os quebra-cabeças são apresentados como grafos.

3. Mapeamento sistemático sobre desenvolvimento de raciocínio computacional por meio de uso de jogos digitais

O mapeamento foi realizado seguindo as diretrizes indicadas por Kitchenham [Kitchenham 2004] para identificar artigos relevantes no âmbito da utilização de jogos digitais para o desenvolvimento de habilidades de Raciocínio Computacional.

3.1. Planejamento

No mapeamento houve três principais questões de pesquisa:

¹<https://scratch.mit.edu/>

- **RQ1:** Quais mecânicas de um jogo digital fazem que ele possa ser capaz de desenvolver habilidades de RC?
Rationale: Destacar elementos promotores do RC no jogo.
- **RQ2:** Quais são as habilidades tratadas?
Rationale: Identificar as habilidades de RC que são tratadas nos jogos.
- **RQ3:** Quais gêneros de jogos são mais usados/adequados para isso?
Rationale: Identificar os gêneros dos jogos mapeados e ver se tem algum gênero mais frequente.

Foi criada uma string de busca mediante conexão de palavras-chave com operadores lógicos OR e AND, resultando em: (*"raciocínio computacional" OR "pensamento computacional" OR "computational thinking"*) AND (*"jogos" OR "games"*). Essa string de busca foi aplicada às seguintes bases de dados: ACM Digital Library; IEEEExplore Digital Library; Engineering Village; Science Direct.

A partir das questões de pesquisa foram estabelecidos critérios de inclusão e exclusão, de modo que apenas as produções mais relacionadas às questões de pesquisa fossem selecionadas. Optou-se pela seleção de artigos publicados após a publicação do artigo de Jeannette Wing [Wing 2006], dada a sua relevância na pesquisa em RC. Com isso, foram selecionados trabalhos publicados em periódicos e/ou anais de conferências publicados entre 2007 e 2017 em língua inglesa ou portuguesa e que apresentam o uso de jogos digitais para desenvolvimento das habilidades do RC. Foram excluídos do mapeamento resultados caracterizados como literatura cinza, capítulos de livro, artigos duplicados, artigos cujo objetivo era diferente do objetivo deste mapeamento e artigos pagos.

Os autores atuaram como revisores colaborativos, analisando cada artigo individualmente, escolhendo aqueles que deveriam ser incluídos no próximo filtro e os que deveriam ser excluídos da revisão. No primeiro filtro, os revisores realizaram a leitura do título, resumo e palavras-chave. No segundo filtro, foram realizadas a leitura das seções de introdução e conclusão. Artigos que geraram discordância entre os revisores foram analisados por um especialista na área de Informática e Educação que ficou responsável pelo veredito final. Se, mesmo com a ajuda do especialista, a discordância não foi resolvida, o artigo foi selecionado para a etapa/filtro seguinte, de modo que pudesse ser realizada análise mais apurada.

A lista completa dos artigos selecionados pode ser visualizada no Apêndice (http://bit.do/rc_jogos_apendice). Os jogos digitais identificados pelo mapeamento serão referenciados neste artigo entre parênteses pelo sistema de numeração localizado no Apêndice.

3.2. Resultados

A partir das buscas nas bibliotecas digitais com a string de busca apresentada na seção anterior, foram identificadas 348 publicações científicas. Ainda na etapa de Seleção - depois de aplicar o primeiro filtro, ou seja, após retirada dos artigos duplicados e leitura de título, resumo e palavras-chave - foram selecionados 104 artigos. Desses, 36 foram selecionados à etapa de extração de dados, após aplicação do segundo filtro. A Tabela 1 apresenta os números sumarizados por fonte de busca.

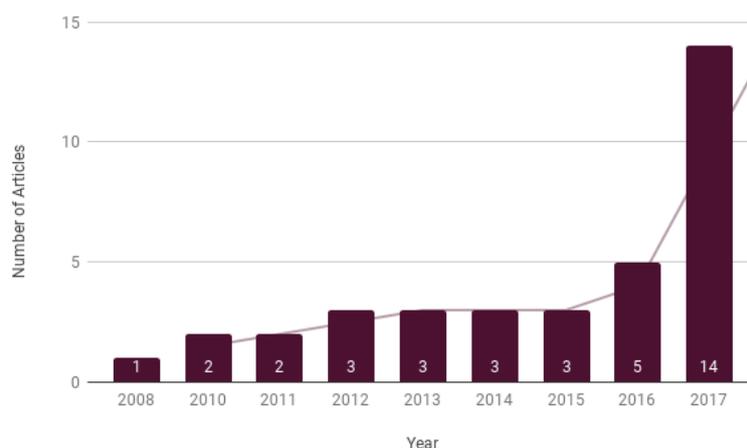
A análise preliminar mostrou que no ano de 2017 houve considerável aumento no

Tabela 1. Artigos identificados, selecionados e extraídos.

Fontes	Identificação	Seleção	Extração
ACM	102	47	14
IEEE Xplore	59	19	9
Engineering Village	107	32	10
Science Direct	80	6	3
Total	348	104	36

número de publicações sobre esse tema: foram 14 publicações em 2017, contra a média de três nos anos precedentes (cf. Figura 1).

A maioria dos artigos é proveniente dos Estados Unidos (53,8%) e Reino Unido (12,8%). O principal público alvo são estudantes entre cinco e 17 anos (K-12) (92,0%), com pico de concentração no intervalo etário de 11-13 anos (42,0%). Dos artigos encontrados, 85% foram publicados em conferências e 15% em periódicos. Foram consideradas as conferências e os periódicos que publicaram os artigos encontrados. Também foi realizada uma análise sobre as temáticas tratadas.

**Figura 1. Total de artigos por ano de publicação**

Além de eventos genéricos em Ciência da Computação, foram identificadas cinco áreas específicas: *Visual Languages*, *Human-Computer Interaction*, *Design with Children*, *Games e Education*. A área mais central é Interação Humano-Computador (IHC), com nove artigos em eventos/revistas com temas de jogos, design com crianças e linguagens visuais: *Visual Languages and Human-Centric Computing*, *Computer-Human Interaction in Play*, *Interaction design and children* e *Human Factors in Computing Systems*. Outras Áreas importantes são aquelas de Jogos digitais e Educação, ambas com oito artigos cada.

4. Discussão

Esta seção apresenta as respostas às perguntas de pesquisa apresentadas na Seção 3, fundamentadas nos 36 artigos selecionados para extração.

4.1. RQ1: Quais mecânicas de um jogo digital fazem que ele possa ser capaz de desenvolver habilidades de RC?

Os artigos referenciam 28 jogos digitais utilizados como promotores de habilidades de RC. Uma das mecânicas identificadas nos artigos levantados é a proposta de um desafio na forma de problema ou enigma. Tal desafio oferecido pelo jogo deve ser intrigante, fazendo com que o estudante busque um meio de o solucionar. Além das temáticas dos jogos serem bem distintas, podemos agrupar os jogos em categorias com base na mecânica de interação utilizada.

Uma primeira característica detectada dos jogos analisados foi que parte considerável deles (16 jogos) está no padrão de “jogo com interação algorítmica”, em que parte da tela é dedicada à composição de instruções passo-a-passo para o personagem do jogo executar. Nesse grupo podemos distinguir três tipos de interações: interação baseada em blocos de instruções; interação baseada como abstração conceitual; e interação com instruções textuais.

Interação baseada em blocos de instruções: jogos dessa categoria utilizam a biblioteca Blockly² da Google, ou uma representação similar, como meio de interação do jogo. A Blockly fornece blocos gráficos para representação de conceitos de códigos que podem ser encadeados para indicar a sequência/passos das ações e construir o algoritmo que soluciona a tarefa dada. Pode-se representar conceitos como expressões numéricas/lógicas, condicionais, laços de repetição, dentre outros. Blockly é usado também em diferentes aplicativos web, tais como Code.org³ e App Inventor⁴. Até mesmo Scratch usa uma forma de interação muito parecida com Blockly. Neste grupo podemos incluir os seguintes jogos: Dragon Architect (2, 3), Engage (5, 6, 28), Kodetu (9), Labirinto Code.org (7), TAPASPlay (10, 23) e Tuk Tuk (18). Reduct (1) utiliza uma mecânica de blocos parecida, porém voltada especificamente ao ensino de programação utilizando representação gráfica de conceitos como funções, instruções, condicionais e mapeamento de funções sobre conjuntos.

Interação como abstração conceitual: nos jogos dessa categoria, os elementos de interação do jogo representam abstrações dos conceitos a serem trabalhados (imagens/ícones). Neste mapeamento foram identificados jogos que representam instruções na forma de ícones/signos gráficos - Bots & (Main)Frames (24, 25, 26), LightBot (11, 30), Meleon (17), Operação Big Hero - Code Baymax (7), Program Your Robot (15, 16, 19), RuBoT (35, 36) - e jogos que representam instruções na forma de gestos corporais como CodeFruits (12). Destacamos que o jogo Bots & (Main)Frames ainda apresenta outras duas versões usando realidade aumentada e blocos físicos tangíveis.

Interação com instruções textuais: Diferentemente dos jogos apresentados acima, Gidget (21) e CodeMonkey (7) utilizam instruções textuais.

Brennan e Resnick [Brennan and Resnick 2012] associam elementos do Scratch com aspectos de Raciocínio Computacional, divididos em *Conceitos* (comandos, variáveis e estruturas de controle), *Práticas* (desenvolvimento incremental, depuração-teste-execução) e *Perspectivas* (relacionadas a fatores de socialização) de Raciocínio

²<https://developers.google.com/blockly/>

³<https://code.org/>

⁴<http://appinventor.mit.edu/explore/>

Computacional. Apesar de esses aspectos serem mais evidentes no âmbito de desenvolvimento de projetos com Scratch, alguns deles refletem habilidades de RC desenvolvidas pelos jogos levantados nas categorias precedentes.

Foi identificada outra categoria de jogos que utilizam o conceito de máquina de estados para representar o jogo. Em *Escape Machine* (34) o jogador manipula um artefato tangível para movimentar os personagens em um labirinto representado por uma máquina de estados. Em *CodeCraft* (33), *Robot Chronicle* (27) e *CTArcade* (20, 22) o jogador implementa os estados da máquina, sendo que neste define regras a serem aplicadas por um avatar virtual em um ambiente competitivo.

Também foram identificados outros jogos que não se encaixam em nenhuma das categorias listadas acima: *GrACE* (13, 14) voltado ao ensino de algoritmos de Árvore Geradora Mínima; *Zoombinis* (29) que oferece diversos desafios enquanto desenvolve, de maneira implícita o RC; *BeadLoom Game* (4) em que os jogadores desenham artefatos culturais feitos de miçangas; *Minecraft* (32), em que foi construída uma ambientação para o ensino de conceitos de circuitos lógicos.

Outros quatro jogos - *Bounce*, *Pac-Man*, *Travel Salesman Problem* e *Ghost-Busters* (31) - foram utilizados na pesquisa de Theodosi e Papadimitriou com o objetivo de estimular o RC mediante a observação e reflexão sobre as mecânicas do jogo [Theodosi and Papadimitriou 2011]. Uma versão demonstrativa do jogo foi apresentada aos participantes que tinham a tarefa de identificar as regras do jogos, os atores e os comportamentos (colisões, eventos).

Alguns dos jogos levantados utilizam estratégias para impedir que os jogadores tentem resolver os desafios via força-bruta, aumentando o espaço de busca da solução e/ou limitando os recursos disponíveis ao jogador, fazendo com que ele tenha mais cautela ao desenvolver soluções ótimas. Destaca-se o cuidado em buscar o equilíbrio da dificuldade do desafio. Os desafios do jogo não podem ser muito difíceis (desmotivando o jogador e fazendo com que este desista do jogo) e não podem ser muito fáceis (fazendo com que o jogador não raciocine sobre a solução do problema e tente resolvê-lo via força-bruta).

4.2. RQ2: Quais são as habilidades tratadas?

Para cada uma das categorias listadas, foram identificados elementos promotores comuns responsáveis pelo desenvolvimento de alguma habilidade do RC.

- **Abstração:** essa habilidade é predominante nos jogos cuja interação ocorre mediante máquina de estados. Nesse caso, desenvolve-se essa habilidade a partir da definição individual dos estados/regras da máquina.
- **Raciocínio Algorítmico:** como comentado anteriormente, o desafio oferecido pelo jogo é um dos principais elementos promotores das habilidades do RC em um jogo digital. Tal desafio possui uma solução e cabe ao jogador elaborar tal solução passo-a-passo, na forma de algoritmo. Esse algoritmo pode ser expresso como uma sequência de instruções em forma de blocos, ícones ou texto.
- **Automação:** os jogos classificados como “jogos com interação algorítmica” disponibilizam a mecânica de laços de repetição (*loops*) e funções. Em vez de o jogador repetir uma mesma sequência de ações múltiplas vezes, pode-se inserir tal sequência em um laço de repetição ou uma função e informar o número de repetições a serem performadas.

- **Decomposição:** os jogos analisados estimulam a estratégia de *Divisão e Conquista*, na qual o jogador fragmenta o problema principal em problemas menores, menos complexos e mais fáceis de trabalhar e resolver. A partir daí o jogador reúne as soluções dos problemas menores para compor a solução do problema principal. Em *Dragon Architect* (2, 3), o jogador inicia construindo estruturas menores (tipo paredes e torres) para, posteriormente, realizar a construção de estruturas maiores como castelos.
- **Depuração:** o jogo atua no desenvolvimento dessa habilidade ao permitir a visualização da execução da solução proposta pelo jogador, para poder analisar o comportamento da simulação e compará-la com os resultados esperados. Jogos baseados em *Blockly* oferecem ao jogador controle sobre a execução da simulação. *Gidget* (21) é um exemplo interessante encontrado no mapeamento porque visa o ensino de programação usando a depuração de código como mecanismo primário, desenvolvendo no jogador a habilidade de analisar, interpretar e corrigir a solução.
- **Generalização:** nos jogos identificados, essa habilidade é desenvolvida a partir da identificação e generalização de padrões. Em *Zoombinis* (29), um dos desafios é solucionado utilizando personagens que apresentam uma característica em comum. Em *CTArcade* (20, 22), a identificação de padrões é necessária para a criação das regras que serão utilizadas pelo avatar do jogador. Em jogos como *Kodetu* (9) e *Lightbot* (11, 30) quando o jogador precisa navegar por um mapa muito grande, pode-se identificar padrões de movimentos específicos (tais como zigue-zague, círculo, reta).

Além das seis habilidades indicadas na Seção 2, foram encontrados diversos artigos que indicaram outra habilidade: a *Socialização*. Essa habilidade está diretamente relacionada à utilização de jogos para desenvolvimento de habilidades de RC. Por isso decidimos incluí-la nesta seção.

Socialização: essa é uma habilidade identificada, inicialmente, no trabalho de Kazimoglu *et al.* [Kazimoglu et al. 2012]. Para os autores, a Socialização envolve aspectos de interação entre jogadores (de maneira cooperativa e/ou competitiva) no desenvolvimento das outras habilidades do RC. Dessa forma, o jogo deve prover meios para estimular este tipo de interação. No jogo *Program Your Robot* (15, 16, 19), os jogadores podem discutir entre eles as estratégias utilizadas para resolver os desafios e buscar maximizar a pontuação obtida. Por sua vez, em *Engage* (5, 6, 28) um modo *multiplayer* (multijogadores) que simula a programação em pares foi implementado.

4.3. RQ3: Qual gênero de jogo é mais usado/adequado para desenvolvimento de habilidades do RC?

A maioria dos jogos levantados (23 de 28 jogos) é do gênero *Quebra-cabeça (puzzle)*. Esse já era um resultado esperado, dado que tais jogos são baseados na lógica e na complementação de padrões, conforme definido por Rogers [Rogers 2014] na Subseção 2.2.

5. Considerações finais

Este artigo apresentou a síntese dos resultados de um mapeamento sistemático de literatura, cujo objetivo foi identificar jogos digitais utilizados no desenvolvimento de habili-

dades de RC, ainda que não fossem desenvolvidos para esse fim.

O trabalho identificou as principais mecânicas de jogo, os gêneros de jogo mais adequados e as principais habilidades desenvolvidas. Também foi possível elaborar um panorama geográfico dos principais países que estão pesquisando sobre o tema e do público-alvo para o qual esses jogos se destina.

A principal contribuição para pesquisadores e desenvolvedores é a identificação de mecânicas que podem ser aplicadas em futuros jogos digitais desenvolvidos especificamente para estimular o desenvolvimento de habilidades de RC.

Este mapeamento analisou como o ato de usar um jogo digital pode levar ao desenvolvimento de habilidades do RC. Como trabalhos futuros, pretende-se expandir este mapeamento incluindo estudos que tratam do desenvolvimento de habilidades do RC a partir da programação de jogos. Além disso, será analisado se e como jogos não-digitais (jogos de tabuleiro e jogos de cartas, por exemplo) podem ajudar no desenvolvimento de habilidades do RC, tanto no ato de jogar, quanto no ato de criação do artefato de jogo.

6. Agradecimentos

Os autores agradecem à Pró-Reitoria de Pesquisa, Criação e Inovação da Universidade Federal da Bahia (PROPCI/UFBA) e ao CNPq pelo apoio no âmbito do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (PIBITI). Este trabalho foi realizado como parte do edital PROPCI/UFBA 03/2017 - PIBITI, no qual o segundo autor atuou como bolsista.

Referências

- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., Engelhardt, K., Kamylyis, P., and Punie, Y. (2016). Developing Computational Thinking: Approaches and Orientations in K-12 Education. In *edMedia 2016 – World conference on educational Media and Technology*, pages 13–18.
- Brackmann, C. P., Casali, A., Barone, D. A. C., and Hernández, S. (2016). Pensamento computacional: Panorama nas américas. In *XVIII Simposio Internacional de Informática Educativa, SIIIE 2016*, page 197.
- Brennan, K. and Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. *annual American Educational Research Association meeting, Vancouver, BC, Canada*, pages 1–25.
- Horn, B., Hoover, A. K., Barnes, J., Folajimi, Y., Smith, G., and Harteveld, C. (2016). Opening the Black Box of Play: Strategy Analysis of an Educational Game. In *Proceedings of the 2016 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play - CHI PLAY '16*, CHI PLAY '16, pages 142–153, New York, NY, USA. ACM.
- Kazimoglu, C., Kiernan, M., Bacon, L., and Mackinnon, L. (2012). A Serious Game for Developing Computational Thinking and Learning Introductory Computer Programming. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 47:1991–1999.
- Kitchenham, B. (2004). *Procedures for performing systematic reviews*. Keele University, Keele, UK.

- Lockwood, J. and Mooney, A. (2018). Computational Thinking in Secondary Education: Where does it fit? A systematic literary review. *International Journal of Computer Science Education in Schools*, 2(1).
- Paiva, L. F., Ferreira, A. C., Rocha, C., Barreto, J., Melhor, A., Lopes, R., and Matos, E. d. S. (2015). Uma experiência piloto de integração curricular do raciocínio computacional na educação básica. In *Anais dos Workshops do IV Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, pages 1300–1309.
- Rogers, S. (2014). *Level Up!: The Guide to Great Video Game Design*. John Wiley Sons.
- Theodosi, A. and Papadimitriou, V. (2011). The synergy of three: Incorporating games, multimedia and programming in order to improve algorithmic skills. In *5th European Conference on Games Based Learning, ECGBL 2011*, volume 2011-Janua, pages 582–594, Athens, Greece.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3):33.
- Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 366(1881):3717–3725.