

O level design de jogos digitais para funções executivas: uma revisão da literatura

Katiane K. G. Krause
Mestrado Profissional em Ensino
de Ciências, Matemática e
Tecnologia,
Universidade do Estado de Santa
Catarina (UDESC),
Joinville, Brasil
kati.kazuza@gmail.com

Marcelo da Silva Hounsell
Departamento de Pós Graduação
em Computação Aplicada
UDESC
Joinville, Brasil
marcelo.hounsell@udesc.br

Isabela Gasparini
Departamento de Pós-Graduação
em Computação Aplicada e de Pós
Graduação em Ensino de Ciências,
Matemática e Tecnologia,
UDESC
Joinville, Brasil
isabela.gasparini@udesc.br

Abstract— As funções executivas (EF) são habilidades cognitivas complexas responsáveis pelo gerenciamento da atenção e do comportamento, tomada de decisão e resolução de problemas. O *level design* (LD) é utilizado para unificar os elementos de design, estruturar o fluxo e construir a complexidade de um jogo digital. Objetivou-se investigar nos jogos digitais aplicados para o desenvolvimento das EF, como os elementos de jogos foram usados para construir o LD e qual a relação com a complexidade nas EF. Por meio de processo de revisão sistemática, 31 artigos foram selecionados e analisados. Foram identificadas 13 estratégias de LD para construir o nível de dificuldade nos jogos e presença/ausência de tempo e presença/ausência de pistas cognitivas (dicas) foram utilizadas para dificultar todos os componentes executivos. Essa investigação conseguiu estabelecer uma relação entre as teorias de EF e LD.

Keywords: funções executivas, graduação de tarefa, jogos digitais, design de níveis, *level design*

I. INTRODUÇÃO

O ser humano funciona em piloto automático durante a maior parte do dia, uma vez que dispomos de esquemas mentais armazenados, para comportamentos e pensamentos, que são desencadeados pela presença dos estímulos do ambiente e reforçados pela prática (processamento automático) [1]. Diante de uma situação nova ou situação inesperada, esses esquemas podem não responder com sucesso, requerendo a criação de novas estratégias (processamento controlado) [1][2][3]. As funções executivas (EF) são uma família de habilidades mentais que gerenciam as informações disponíveis, a motivação e o conhecimento prévio, a fim de controlar a atenção e o comportamento os direcionados para a resolução da nova situação ou problema [1][2][3][4].

Por esta característica, as EF são consideradas fundamentais para o bom desempenho escolar [2][4], execução das atividades cotidianas [1][4][5], socialização e autonomia [1][2][5][6] e podem estar prejudicadas em qualquer pessoa, com maior impacto naquelas que apresentam lesão neurológica, demência, autismo e déficit de atenção com hiperatividade [1][3][5][7].

Os jogos digitais tem se mostrado potencial meio para desenvolver habilidades de EF nos contextos da educação [4][8][9] e da saúde [7][10][11], ou como ferramenta para avaliação dessas habilidades [12].

No campo da reabilitação, [13] desenvolveram uma proposta taxonômica para os jogos sérios utilizados para reabilitação cognitiva, motora e funcional; dentre os citados incluíam-se jogos sérios (*exergames*) para desenvolver a habilidade de controle executivo envolvendo tarefas cognitivas e motoras simultaneamente. Em idosos em processo de demência a perda nessa EF aumenta o risco de queda e perda de autonomia [14].

[4] aplicaram jogos digitais no ambiente escolar, durante quatro semanas, para avaliar a percepção dos professores e alunos sobre os jogos e sua relação com a melhora nas EF. E [16] desenvolveram um *exergame* sério – *As incríveis aventuras de Apollo e Rosetta no espaço* – para estimular as funções executivas de crianças do Ensino Fundamental. O jogo continha seis fases com nível de dificuldade crescente para EF e combinações de componentes executivos.

Contextos que variam sistematicamente requerendo uso de estratégias e automonitoramento facilitam a transferência de aprendizado, especialmente das EF [5]. Em que medida e frequência essas variações devem ocorrer, e com quais elementos isto será construído na ambiente de um jogo digital pode ser respondido pelo *level design* do jogo [17].

No entanto, até o presente momento, não foram encontrados modelos que respondessem a essa construção considerando os requisitos de funções executivas.

É sobre este cenário que este artigo se desenvolve, com intuito de responder quais e como os elementos de *level design* podem ser utilizados nos jogos digitais que desenvolvem funções executivas.

Entendendo que EF não é um conceito da computação, a seção dois se dedicará a explicá-lo, juntamente com os constructos do *level design* (LD) para que seja possível ao leitor entender como EF e LD se interceptam quando considerado o tema jogos digitais. O caminho metodológico percorrido para encontrar indícios dessa relação está apresentado na seção 3, seguido dos resultados obtidos na seção 4. A análise e discussão dos achados estão na seção 5 e na seção é apresentado um apanhado geral e proposições futuras.

II. CONCEITOS FUNDAMENTAIS

Para melhor compressão de como se constrói a dificuldade em EF e LD, faça-se necessária explanação de alguns conceitos chaves, a seguir.

A. Composição das funções executivas

Em tarefas habituais a atenção é controlada por um sistema de contenção que regula se as respostas automáticas serão ou não aplicadas, e quando há uma situação nova, essas respostas devem ser inibidas para que outras sejam criadas e executadas [1][2][3][5]; este mecanismo de controle da ação (ir/não ir) é denominado de *controle inibitório* [2][3].

Outro componente das funções executivas é a *memória de trabalho* que possui caráter transitório [3] e refere-se à capacidade de manter e manipular as informações mentalmente possibilitando estabelecer conexões e formular conceitos [2][3][4].

Constituindo o terceiro componente executivo, a *flexibilidade cognitiva* envolve alternar entre tarefas, ser capaz de mudar a percepção (espacial e interpessoal), avaliar as possibilidades e corrigir erros [2][3][4] e requer o auxílio dos outros dois componentes [2].

Para exemplificar esses conceitos, usaremos o clássico jogo *Pac Man*. O objetivo de engolir as moedas induz a resposta de “ataque” (atenção induzida). Quando os fantasmas surgem (distracção) a resposta é alterada para “fuga” e o jogador precisa controlar sua resposta entre essas duas ações (controle inibitório). Conforme as jogadas são executadas, as tentativas e resultados são armazenados (memória de trabalho) permitindo ao jogador tomar a decisão de repetir ou modificar as estratégias a fim de escolher o caminho mais eficiente dentro do labirinto (flexibilidade cognitiva).

Quanto ao tempo de resposta, os processos automáticos são rápidos, resistentes à modificação e por isso, exigem pouca atenção; em contrapartida, processos controlados requerem alto nível de atenção, são flexíveis à mudança e mais lentos [1][3].

A Figura 1 baseada em [5] esquematiza as etapas funcionais (ou objetivos) diante uma situação nova, sendo descritas as ações (subetapas) vinculadas. As EF estão presentes no gerenciamento das subetapas para que os objetivos sejam alcançados e a tarefa realizada com o melhor desempenho possível.

Isto significa que prejuízos em EF levam a dificuldades em todas ou algumas das subetapas, influenciando o quanto se consegue resolver um problema [5] e por tal, a importância de serem treinadas [1][5], que no caso dos jogos digitais pode ser feito por meio das mecânicas do jogo [18].

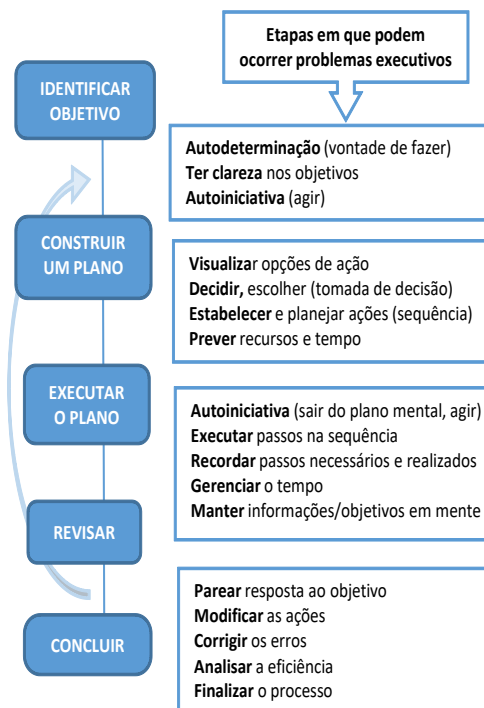


Figura 1. A primeira coluna refere-se a etapas objetivas e a segunda coluna descreve as ações (subetapas) diante situações novas ou inesperadas, requerendo as EF; adaptado de [5].

Especificamente em relação ao item de “modificar ações” (Figura 1, etapa concluir), esses podem ocorrer modificando a previsão do tempo de tarefa, o contexto, elementos da tarefa, a maneira como executá-la, a presença de sistema de ajuda ou aumentando a prática na tarefa; variáveis estas também utilizadas para graduar as atividades [3][5].

As técnicas que visam estimular EF utilizam as subetapas (Figura 1) como objetivos mensuráveis do desempenho [5], de maneira que a complexidade da tarefa é construída por meio da manipulação de quantidade de elementos, presença de distração, qualidade da informação (verbal, visual, espacial), necessidade de conhecimento prévio [3], disponibilidade de recursos, nível de ordenação e presença/ausência de pistas cognitivas [5]; o que no contexto dos jogos digitais pode ser compreendido como parâmetros para o *level design*.

B. Level design

O jogo digital pode ser constituído pela combinação de elementos de narrativa, cenário, personagens, mecânica e *level design* (LD).

O LD ou design de níveis é um fator estratégico direcionado para unificar e relacionar etapas e elementos do jogo [17], se utilizando de técnicas de balanceamento da interação entre as mecânicas e regras, criação de oportunidades de tomada de decisão e de situações que gerem poder e controle para o jogador [19][20].

Também são atributos do LD a estruturação em subdivisões eficazes, a organização da progressão e o aprimoramento do modo de jogar [17][21]. A introdução de elementos novos como personagens e missões,

alteração no estilo dos objetos, descobertas, passagem no tempo e espaço e mudanças na atmosfera do jogo são indicativos para o jogador de progressão no jogo e utilizados como elementos auxiliares para transição entre fases e níveis [17].

Especificamente com relação ao design da estrutura do jogo, o LD pode ser criado manipulando elementos como meta, fluxo, duração, disponibilidade e dificuldade [17]. Cada nível apresenta um conjunto de *metas* que podem ser explicitado por tutorial, aprendendo jogando ou *status* da progressão (pontuação, vidas, poderes) e o *fluxo* fornecerá a sensação de evolução por meio da quantidade de obstáculos inseridos, direção única das cenas e a permanência em áreas até que os objetivos do nível sejam cumpridos [17].

Considerando que os níveis são formados por pequenas metas ou objetivos que compõem a meta maior do jogo, estes podem ser organizados por nível de *dificuldade* (fácil, médio, difícil) modulando o ritmo, alternando entre exploração e esforço ou modulando as informações gráficas; organizando o que será *disponibilizado* ao jogador em cada nível [17][21].

No contexto de jogos sérios, o LD torna-se mais complexo, pois necessita unir as necessidades dos especialistas de domínio com a expectativa de diversão dos jogadores [21][22]. Para Ed Brian citado por [19] não há um único modelo para o LD, mas o autor elenca fatores como ergonomia, registro de progresso, conhecimento da zona de conforto do jogador, presença de dicas e provocar o estado de fluxo no jogador como fundamentais ao design. O estado de fluxo (*Teoria do Flow*) foi desenvolvido por Mihaly Csikszentmihalyi e refere-se a criar um ambiente equilibrado entre o nível de habilidade do jogador e o desafio a ser enfrentado na tarefa, de modo produzir no jogador a sensação de controle e se mantenha concentrado chegando ao estado de imersão, o que envolve *feedback* e questões relacionadas a motivação [23].

Um grupo de pesquisadores [24] desenvolveu uma metodologia iterativa para apoiar a construção de LD, o MOLDE – *Measure Oriented Level Design*, aplicável a jogos sérios que utilizam dados de medição relacionados ao comportamento motor. O LD utiliza como parâmetro os dados fornecidos pelo jogador enquanto joga, de forma que as fases e níveis se adaptam a sua *performance* e orientam o jogo. Para tal, o jogo é composto por variáveis:

- (a) *internas*: configurações do jogo;
- (b) *população*: determinam os valores específicos do jogo parametrizados conforme a população e descrevem a progressão;
- (c) *fases/sessões*: experimentação do jogador sobre as habilidades desejáveis a serem adquiridas e o desenvolvimento do jogador, representam mudanças significativas na dificuldade do jogo e ocorrem entre sucessivas sessões
- (c) *nível*: mantém a interatividade e o fluxo do jogo em níveis aceitáveis de dificuldade, mudam com mais frequência e modificam sutilmente a mecânica do jogo em resposta a ajustes para o paciente.

Outra questão considerada no MOLDE foi a de tomada de decisão sobre a transição entre fases e níveis, determinada pela periodicidade de avaliação de desempenho, regras de composição de fases e valores limiares de transição (inferior, neutro e superior). No caso

dos experimentos em que aplicaram o MOLDE, as variáveis incluíram dimensão, quantidade e velocidade dos objetos.

[20] sugere que na construção do LD sejam consideradas as informações de predileção dos jogadores, o que possibilitaria favorecer os processos de tomada de decisão do jogador, uma vez que a chance de escolher uma opção rara é maior do que a opção padrão e por tal, é possível manipular o jogador para a melhor opção na resolução de um problema.

Pelo apresentado a construção de níveis é complexa, pois considera diferentes variáveis, de acordo com o propósito do jogo. Esta revisão objetiva analisar como os elementos de jogos estão sendo aplicados para construção do LD em jogos digitais aplicados para desenvolver as EF.

III. METODOLOGIA

Esta pesquisa analisou os 32 artigos científicos coletados em mapeamento sistemático anterior (MSL) [25], considerando a questão de pesquisa: “*Como os jogos digitais estão sendo associados às funções executivas?*”

Foram consultados seis repositórios de publicações científicas (Scopus, ScienceDirect, IEEE Xplore Digital Library, ACM Digital Library, Pubmed, ERIC) aplicando o termo de busca:

*[(executive AND *function*) AND game*]*

A coleta inicial retornou 1304 documentos no período de 2013 a 2018, dos quais 62 atenderam os critérios de seleção divididos nos seguintes critérios objetivos (O) e subjetivos (S) de inclusão (I):

- OI1: Artigo publicado a partir de 2013;
- OI2: Texto com pelo menos uma versão em inglês;
- OI3: Artigo completo com livre acesso (*full text*);
- OI4: Ter sido revisado por pares;
- SI1: Apresentar como objeto de estudo jogos digitais associados às EF;
- SI2: Apresentar contexto de aplicação sobre as EF;

Foi incluído o artigo que apresentava todos os critérios objetivos e subjetivos de inclusão, simultaneamente (Figura 1). Os dados foram obtidos pela leitura do resumo, *keywords* e considerações finais.

Após esta etapa, os artigos selecionados, foram lidos na íntegra, aplicando os mesmos critérios com o aditivo dos seguintes critérios de exclusão:

- SE4: não correlacionar diretamente o jogo com algum dos componentes de EF;
- SE5: não ser jogo; atividade gamificada, atividade com tarefas projetadas em tela sem interação;
- SE6: possuir versão mais atualizada da mesma pesquisa (jogo, autor, design de pesquisa).

Este segundo processo resultou em 31 artigos inclusos para extração dos dados relacionados à questão:

Como os elementos de jogos estão sendo aplicados para construção do LD em jogos digitais aplicados para desenvolver as EF?

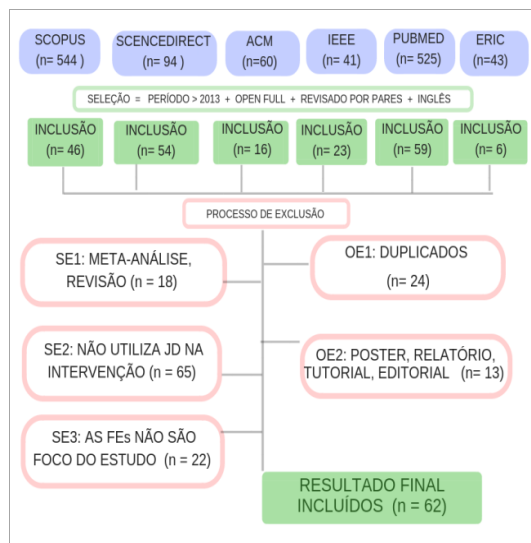


Figura 2. Fluxo de seleção dos artigos retornados (n=1307) e processo de aplicação dos critérios de exclusão. Retirado de [krause]

A extração dos elementos de LD seguiu a descrição dos autores e na ausência de informações claras ou completas, realizou-se pesquisa no entorno relativo ao jogo utilizado.

Para identificação dos elementos de jogos utilizados na construção dos níveis de dificuldade (complexidade do jogo) as descrições foram agrupadas por semelhança e os elementos descritores (Dn) separados por suas características em contraponto às funções executivas e seus componentes. Para construção relacional, utilizou-se de método dedutivo. Também foi extraída a informação quanto à categoria do jogo digital (videogame ou exergame), uma vez que acrescentar o elemento motor em tarefa cognitiva, normalmente o torna mais complexo.

Ressalta-se que não faz parte do escopo deste trabalho analisar ou discutir os métodos utilizados para construção do LD. A variabilidade no uso de termos necessitou considerar termos sinônimos:

- **Funções executivas:** controle executivo, planejamento, estratégia, lógica, raciocínio;
- **Controle inibitório:** inibição da resposta, autocontrole, controle da atenção, de interferência, atenção seletiva, autorregulação;
- **Memória de trabalho:** memória sequencial, processual, operacional, trabalho visuoespacial;
- **Flexibilidade cognitiva:** alternância entre tarefas, flexibilidade de atenção, pensamento fluido, deslocamento, multitarefa, dupla-tarefa;
- **Videogame:** jogo eletrônico, digital (com ou sem mundo virtual), simulação;
- **Exergame:** videogame interativo, jogo ativo, com realidade aumentada ou simulação que exige movimento corporal amplo.

IV. IDENTIFICANDO ELEMENTOS DE DESIGN DE NÍVEL

Os 31 artigos selecionados estão agrupados na Tabela 1, identificados por In, código que será utilizado ao longo do texto para se referenciar ao artigo em discussão.

TABELA 1. IDENTIFICAÇÃO DOS ARTIGOS ANALISADOS

ID	REFERÊNCIA
1	Engelhardt, C. R., Hilgard, J., Bartholow, B. D. (2015). Acute exposure to difficult (but not violent) video games dysregulates cognitive control. <i>Computers in Human Behavior</i> , v. 45, p. 85-92.
2	Davis, S., Van der Oord, S., Wiers, R. W., Prins, P. J. (2015). Improving executive functioning in children with ADHD: Training multiple executive functions within the context of a computer game. A randomized double-blind placebo controlled trial. <i>PLoS one</i> , v. 10, n. 4.
3	Parong, J., Mayer, R. E., Fiorella, L., MacNamara, A., Homer, B. D., Plass, J. L. (2017). Learning executive function skills by playing focused video games. <i>Contemporary Educational Psychology</i> , v. 51, p. 141-151.
4	Smittenaar, P., Rutledge, R. B., Zeidman, P., Adams, R. A., Brown, H., Lewis, G., Dolan, R. J. (2015). Proactive and reactive response inhibition across the lifespan. <i>PLoS One</i> , v. 10, n. 10.
5	Klein, R. M., Hassan, T., Wilson, G., Ishigami, Y., Mulle, J. (2017). The AttentionTrip: A game-like tool for measuring the networks of attention. <i>Journal of neuroscience methods</i> , v. 289, p. 99-109.
6	Yeh, C. W., Cherng, R. J., & Chen, J. Y. (2013, March). The effect of visuospatial working memory training in elders: Development and application of a brain fitness software. In <i>1st International Conference on Orange Technologies</i> , p.270-273
7	Kretschmer, A., Altgassen, M., Rendell, P. G., Bölte, S. (2014). Prospective memory in adults with high-functioning autism spectrum disorders: Exploring effects of implementation intentions and retrospective memory load. <i>Research in developmental disabilities</i> , v.35, n.11, p. 3108-3118.
8	McKenna, P., Lemon, O., Corley, M., Boa, D., ajendran, G. (2014). One step at a time: Multimodal interfaces and children's executive functioning. In <i>4th International Conference on Development and Learning and on Epigenetic Robotics</i> , p.421-425.
9	Mondéjar, T., Hervás, R., Johnson, E., Gutierrez, C., & Latorre, J. M. (2016). Correlation between videogame mechanics and executive functions through EEG analysis. <i>Journal of biomedical informatics</i> , 63, 131-140.
10	Gamito, P., Oliveira, J., Lopes, P., Morais, D., Brito, R., Cristóvão, S., Rebelo, S. (2013). Executive functioning in addicts following health mobile cognitive stimulation: Evidence from alcohol and heroin patients. In <i>Proceedings of the 7th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare</i> , p.385-388. ICST
11	Avila-Pesantez, D., Rivera, L. A., Vaca-Cardenas, L., Aguayo, S., Zuñiga, L. (2018). Towards the improvement of ADHD children through augmented reality serious games: Preliminary results. In <i>Global Engineering Education Conference</i> , p.843-848.
12	Kayama, H., Okamoto, K., Nishiguchi, S., Yamada, M., Kuroda, T., Aoyama, T. (2014). Effect of a Kinect-based exercise game on improving executive cognitive performance in community-dwelling elderly: case control study. <i>Journal of medical Internet research</i> , v.16, n.2.
13	Oei, A. C., Patterson, M. D. (2014). Playing a puzzle video game with changing requirements improves executive functions. <i>Computers in Human Behavior</i> , v.37, p.216-228.
14	Anderson-Hanley, C., Barcelos, N. M., Zimmerman, E. A., Gillen, R. W., Dunnam, M., Cohen, B. D., Maloney, M. (2018). The Aerobic and Cognitive Exercise Study (ACES) for community-dwelling older adults with or at-risk for mild cognitive impairment (MCI): neuropsychological, neurobiological and neuroimaging outcomes of a randomized clinical trial. <i>Frontiers in aging neuroscience</i> , v.10, n. 76.
15	Schättin, A., Arner, R., Gennaro, F., de Bruin, E. D. (2016). Adaptations of prefrontal brain activity, executive functions, and gait in healthy elderly following exergame and balance training: a randomized-controlled study. <i>Frontiers in aging neuroscience</i> , v. 8, n. 278.
16	Flynn, R. M., Richert, R. A., Staiano, A. E., Wartella, E., Calvert, S. L. (2014). Effects of exergame play on EF in children and adolescents at a summer camp for low income youth. <i>Journal of educational and developmental psychology</i> , v.4, n.1, p.209.
17	Kühn, S., Berna, F., Lütke, T., Gallinat, J., Moritz, S. (2018). Fighting depression: action video game play may reduce rumination and increase subjective and objective cognition in depressed patients. <i>Frontiers in psychology</i> , v.9, n. 129.

18	Dassen, F. C., Houben, K., Van Breukelen, G. J., Jansen, A. (2018). Gamified working memory training in overweight individuals reduces food intake but not body weight. <i>Appetite</i> , v. 124, p. 89-98.
19	Schoene, D., Valenzuela, T., Toson, B., Delbaere, K., Severino, C., Garcia, J. Lord, S. R. (2015). Interactive cognitive-motor step training improves cognitive risk factors of falling in older adults—a randomized controlled trial. <i>PLoS One</i> , v. 10, n. 12
20	Shochat, G., Maoz, S., Stark-Inbar, A., Blumenfeld, B., Rand, D., Preminger, S., Sacher, Y. (2017, June). Motion-based virtual reality cognitive training targeting executive functions in acquired brain injury community-dwelling individuals: A feasibility and initial efficacy pilot. In <i>International Conference on Virtual Rehabilitation</i> , p.1-8.
21	Goldstein, A., Dery, N., Pilgrim, M., Ioan, M., Becker, S. (2016). Stress and binge drinking: a toxic combination for the teenage brain. <i>Neuropsychologia</i> , v. 90, p. 251-260.
22	Liu, Q., Zhu, X., Ziegler, A., Shi, J. (2015). The effects of inhibitory control training for preschoolers on reasoning ability and neural activity. <i>Scientific reports</i> , v. 5
23	Colonna, A., Smith, A. B., Smith, S., VanDenEshof, K., Orgill, J., Gringras, P., Pal, D. K. (2018). The Effects of Sleep on Emotional Target Detection Performance: A Novel iPad-Based Pediatric Game. <i>Frontiers in psychology</i> , v.9, n. 241.
24	Baniqued, P. L., Allen, C. M., Kranz, M. B., Johnson, K., Sipolins, A., Dickens, C., Kramer, A. F. (2015). Working memory, reasoning, and task switching training: transfer effects, limitations, and great expectations?. <i>PLoS One</i> , v. 10, n. 11
25	Vallejo, V., Wyss, P., Rampa, L., Mitache, A. V., Müri, R. M., Mosimann, U. P., Nef, T. (2017). Evaluation of a novel Serious Game based assessment tool for patients with Alzheimer's disease. <i>PloS one</i> , v. 12, n.5
26	Gray, S., Robertson, J., & Rajendran, G. (2015). BrainQuest: an active smart phone game to enhance executive function. In <i>Proceedings of the 14th International Conference on Interaction Design and Children</i> , p.59-68. ACM.
27	Burdea, G., Polistico, K., Krishnamoorthy, A., House, G., Rethage, D., Hundal, J., Pollack, S. (2015). Feasibility study of the BrightBrainer™ integrative cognitive rehabilitation system for elderly with dementia. <i>Disability and Rehabilitation: Assistive Technology</i> , v. 10, n. 5, p. 421-432.
28	Baranyi, R., Perndorfer, R., Lederer, N., Scholz, B., Grechenig, T. (2016). MyDailyRoutine—a serious game to support people suffering from a cerebral dysfunction. In <i>International Conference on Serious Games and Applications for Health</i> , p.1-6.
29	Tost, D., Pazzi, S., von Barnekow, A., Felix, E., Puricelli, S., Bottiroli, S. (2014). SmartAgeing: a 3D serious game for early detection of mild cognitive impairments. In <i>Proceedings of the 8th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare</i> , p. 294-297. ICST
30	Li, B., Atyabi, A., Kim, M., Barney, E., Ahn, A. Y., Luo, Y., Mademtzi, M. (2018). Social Influences on Executive Functioning in Autism: Design of a Mobile Gaming Platform. In <i>2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems</i> , p. 443.
31	Martínez-Pernía, D., Núñez-Huasaf, J., Del Blanco, A., Ruiz-Tagle, A., Velásquez, J., Gomez, M., Slachevsky, A. (2017). Using game authoring platforms to develop screen-based simulated functional assessments in persons with executive dysfunction following traumatic brain injury. <i>Journal of biomedical informatics</i> , v.74, p. 71-84.

Primeiramente será apresentado um perfil geral dos estudos (Tabela II) e depois os resultados sobre LD e EF.

O público destinado nas pesquisas (amostra) contemplou todas as faixas etárias, incluindo pessoas saudáveis (48,4%) e com condição específica de saúde (51,6%).

Os jogos citados nos experimentos foram direcionados para estudo do funcionamento neural das EF (12,9%), impacto nas EF ao jogar jogos digitais (16,1%), jogo como ferramenta de avaliação (22,5%) e treinamento (48,4%) das habilidades executivas, com menor enfoque para o estudo dos componentes executivos isolados (Tabela II).

TABELA II. ENFOQUE GERAL DOS ARTIGOS (N=31)

PERFIL DA AMOSTRA	COMPONENTE EXECUTIVO				OBJETIVO DE PESQUISA			JOGOS DIGITAIS	
	Controle Inibitório	Flexibilidade Cognitiva	Memória Trabalho	Funções executivas	Estudo neural	Impacto cognitivo	Jogo-avaliação	Jogo-treinamento	Videogame
Criança (n=9)	1	1	0	7	1	2	2	4	6
Adulto (n=14)	2	3	2	7	3	3	3	5	10
Idosos (n=8)	0	0	1	7	0	0	2	6	4

A correlação possibilitou identificar 13 elementos de LD (Tabela III) manipulados para avaliar o grau das EF do jogador (desempenho ótimo), promover o treinamento gradual (parametrizado pelos especialistas do domínio) ou analisar o impacto do elemento de LD no desempenho dos componentes executivos, por exemplo, ao comparar o efeito produzido no controle inibitório pela presença ou ausência de *feedback negativo* no jogo (Id=30). A manipulação do elemento tempo (D1) e quantidade de elementos (D2) se destacaram em termos de uso.

TABELA III. ELEMENTOS UTILIZADOS PARA LD

Elementos de design de jogos	Qtd	Id (artigos)
D1: Presença/ausência de tempo para jogador	18	1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 15, 16, 17, 19, 23, 24, 26, 27, 29, 30
D2: Quantidade de elementos alvo	15	2, 3, 5, 6, 9, 11, 13, 14, 17, 18, 19, 24, 25, 27, 30
D3: Velocidade dos elementos	11	1, 2, 3, 4, 5, 13, 16, 17, 19, 25, 27
D4: Presença/ausência de pontuação para o jogador	10	2, 8, 14, 17, 19, 22, 24, 25, 26, 27
D5: Presença/ausência/quantidade de distratores ou obstáculos	9	5, 9, 14, 17, 19, 21, 24, 25, 29
D6: Quantidade de movimentos necessários para atingir o objetivo (etapas planejadas)	9	2, 6, 7, 8, 9, 18, 24, 28, 29
D7: Quantidade de tentativas (margem de erro)	6	1, 13, 19, 27, 29, 30
D8: Presença/ausência de condição ou restrição	6	3, 7, 13, 16, 24, 25
D9: Presença/ausência de pista cognitiva	6	3, 4, 5, 7, 10, 26
D10: Presença/ausência/quantidade de vidas ou munição	4	1, 13, 14, 17
D11: Dimensão/tamanho do objeto	3	5, 27, 30
D12: Presença/ausência de elementos agressivos	1	1
D13: Presença/ausência de feedback negativo	1	30

Quando analisado os descritores (Dn) por componentes executivos (Tabela IV), observa-se variabilidade de aplicação, sendo a presença/ausência de tempo (D1) e de pistas cognitivas (D9) os fatores utilizados no LD de todos os artigos.

TABELA IV .LD POR COMPONENTE EXECUTIVO

Componente em estudo	Videogame	Exergame
Controle Inibitório	D1 a D4; D7 a D10; D12	*
Memória de Trabalho	D1, D2, D5, D6, D9	*
Flexibilidade Cognitiva	D1 a D3; D7 a D10	D4, D6
Funções executivas gerais	todas, exceto D12	D1 a D5; D7 a D10

Comparativamente ao tipo de jogo digital aplicado, houve divergência na composição de LD entre videogames e *exergames* quando o experimento voltado para estudo da flexibilidade cognitiva isoladamente.

A Figura 2 detalha a distribuição dos descritores conforme tipo de jogo digital e função executiva alvo: os Idn identificam os artigos que utilizaram videogames (quadrante superior) ou exergames (quadrante inferior). Cada coluna aponta os descritores (Dn) para dificuldade do jogo e as cores representam a função executiva alvo do artigo (controle inibitório, flexibilidade cognitiva, memória de trabalho, funções executivas gerais), sequenciadas pela quantidade de citações por componente.

A próxima seção discutirá a análise desses dados e apresentará algumas aplicações.

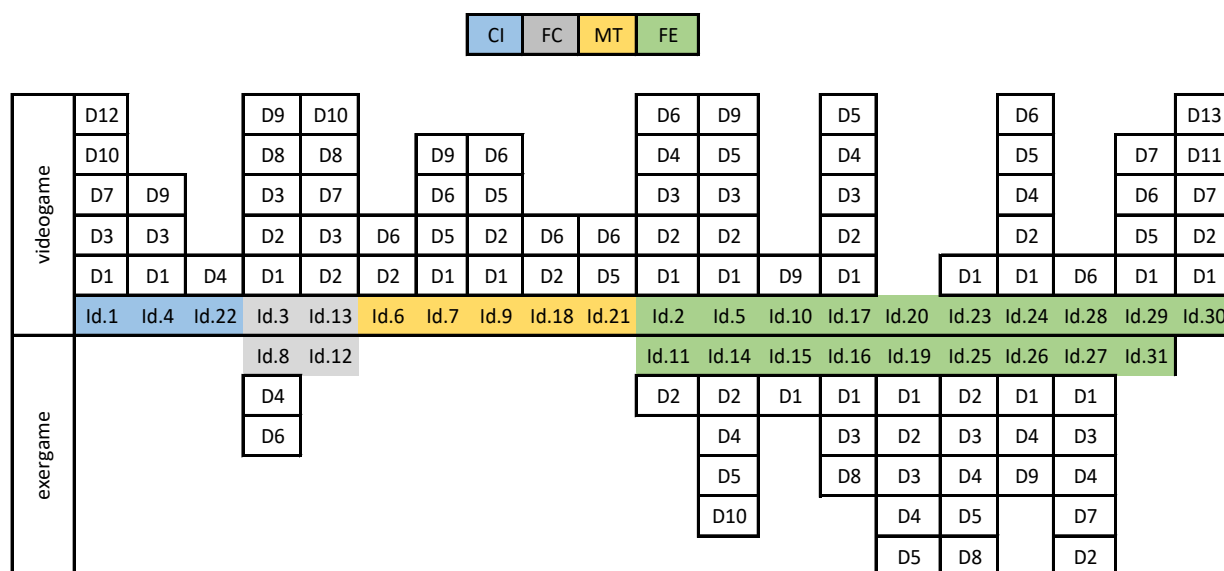


Figura 2. Distribuição dos descritores (Dn, eixo y) por artigo (Id, eixo x); categoria de jogo digital videogame (quadrante superior) e exergame (quadrante inferior); função executiva alvo de cada artigo: CI = controle inibitório (azul), FC = flexibilidade cognitiva (cinza), MT = memória de trabalho (amarelo), FE = funções executivas gerais (verde).

V. FUNÇÕES EXECUTIVAS E DESIGN DE NÍVEIS

Analisando as estratégias utilizadas por [1][5] para construção de complexidade de tarefa que envolve EF e comparando-as com os elementos de LD mencionados por [17][19][20][21] é possível fazer uma triangulação com as evidências encontradas nesta revisão (Tabela III e IV).

Os descritores presença/ausência de tempo (D1), quantidade de elementos alvo (D2) e velocidade dos elementos (D3) relacionam-se com elementos estruturais de dificuldade associados ao ritmo e informações gráficas de [17] e às modificações na previsão do tempo e modificação do ambiente (contexto da tarefa) de [5].

Esses mesmos elementos foram utilizados pela metodologia MOLDE [24] e também aplicados nos artigos que utilizaram *exergame* para desenvolvimento de EF (Tabela III), apontando que seu uso serve para jogos que envolvem tarefas cognitivas e motoras, separadamente ou individualmente.

A Figura 2 também revela que, em se tratando de *exergames*, há maior dificuldade em isolar os componentes, visto que a combinação motor-cognitivo, por si só já é uma complexidade da tarefa, e requer o acionamento de todos componentes [2][13].

Por exemplo, (Id.19) desenvolveram um exergame onde a ação sobre os objetos dos jogos (*puzzles*) era feita com base na movimentação dos passos (plataforma), com intuito de treinar a habilidade de dupla-tarefa

(cognitivo-motor) de idosos acometidos por AVC (acidente vascular cerebral). A velocidade dos passos (D3), quantidade de objetos (D2) e o tempo para gerar a resposta (D1) foram utilizados no LD como elementos de dificuldade executiva.

Observando os estudos que se concentraram em apenas um componente, a memória de trabalho foi dificultada pela presença de distração (D5), aumento na quantidade de itens (D2) ou passos para serem executados (D6), ausência de dicas (D9) e restrição de tempo para memorização/execução (D1).

A pista cognitiva (ou dica) (D9) é um importante instrumento para situar a pessoa em relação à tarefa em curso e a sua não necessidade durante a execução da tarefa é um indício de autonomia [5].

No ambiente de jogo esse elemento participa do agregado de *meta*, relacionado aos tutoriais e suporte de “como fazer” [17]. A importância de haver durante o jogo, pistas cognitivas, recordando o que precisa ser executado e o que já foi realizado, por exemplo, está diretamente associada com a memória de trabalho, habilidade com alto prejuízo em processos de demência [1][5]. Esse aspecto foi explorado por (Id.7) no estudo sobre planejamento sequenciado de tarefas com autistas, manipulando no LD a quantidade de etapas a cumprir (D6) e presença/ausência de lembretes (D9).

O controle inibitório está associado com tomada de decisão e resposta rápida ou comportamento associativo (se x executo, se y não executo) [3], além disso, o fator habituação (ser induzido a repetir a resposta) reduz o controle da atenção [2][3]. Esta característica está explorada nos artigos (Id. 1, 4 e 22) ao utilizarem os descritores tempo (D1), velocidade (D3), pontuação (D4), restrições nas tentativas (D9) e vidas (D10) como elementos para o LD.

Características similares foram utilizadas para gerar a complexidade em flexibilidade cognitiva. Um parâmetro associado à mensuração do controle da atenção refere-se ao desempenho em selecionar parte dos estímulos (relevantes) e ignorar ou manter suspensos os demais (irrelevantes); pois essa habilidade é fundamental tanto para o controle inibitório quanto para flexibilidade cognitiva [3][26].

Este parâmetro pode estar incutido nos descritores de presença de distração (D5), condições de restrição que interferem na jogabilidade induzindo ao erro (D8), relacionando a ação com a presença de pontuação (D10), ou seja, o erro passa a estar associado a um risco dentro do jogo, favorecendo a pensar uma estratégia antes de agir (flexibilidade cognitiva). A presença de elementos agressivos (D12) induzem os processos automatizados, exigindo maior autocontrole do jogador. Exceto pelo elemento (D5), essas características concordam com as estratégias para o incremento em EF. Neste contexto, o estudo de (Id.3) identificou que quanto mais alto o nível de dificuldade, maior o efeito sobre a habilidade de flexibilidade cognitiva.

Praticar a tarefa visa ter domínio sobre ela [5], similar ao descrito por [17] em relação a estratégia de aperfeiçoamento no jogo, quando no uso de várias tentativas no mesmo nível e em nível crescente. [17] relata que a progressão no jogo em relação ao grau de dificuldade pode ser linear, proporcional ou oscilante. Se

considerarmos que restrição (D7) sugere criar novas estratégias para o mesmo objetivo e a limitação de vidas (D10) controle da aplicação dessas estratégias, podemos entender que esses elementos requerem maior *expertise* sobre a mesma tarefa, a dificuldade pode ser modulada pela quantidade desses elementos. Da mesma forma, a presença de pontuação (D4), pode desempenhar o papel de *feedback* de seu desempenho, incentivador de progresso e nível de domínio. Essa é uma vantagem dos jogos em relação às técnicas de não jogo.

Faz parte da construção do LD distribuir desafios, recompensas e *feedback*; criar a sensação de diversão e fluxo capaz de manter o jogador motivado e evitar o tédio [17] e esse aspecto foi explorado nos artigos Id.1 e Id.30.

O intuito inicial dos pesquisadores de (Id.1) era identificar a interferência do conteúdo violento no controle inibitório dos jogadores, no entanto, eles descobriram que a percepção de dificuldade – e não o conteúdo – reduziam a capacidade de autocontrole (controle inibitório) logo após a exposição do jogo. Isto acontecia porque a percepção de dificuldade aumenta a demanda cognitiva e de atenção, exigindo intenso autocontrole do jogador. Para gerar um estado de equilíbrio, o cérebro tende a reduzir essa capacidade nas situações posteriores, como resultado, eleva-se a predisposição a comportamentos impulsivos.

Já (Id. 30) desenvolveram um jogo digital para dispositivo móvel para autistas, condição de saúde com alto prejuízo social. O objetivo era avaliar se fatores sociais nos jogos (objetos com rostos humanos expressando sentimentos) produziram impacto nas EF. As avaliações estatísticas apontaram que, os estímulos sociais favoreceram o controle inibitório tanto do grupo controle quanto experimental, o *feedback* com imagens humanas causou mais engajamento e o *feedback negativo* (expressão de raiva) promoveu melhor proporção entre erros e acertos durante as tarefas. Neste caso, o LD atuou sobre os objetos do jogo, possibilidade relatada por [17].

Ressalta-se que os artigos (Id 20) e (Id 31) tratavam-se de jogos de simulação de atividades cotidianas para avaliação ecológica de EF, no entanto, não foram mencionados aspectos associados aos níveis para jogo, sendo considerados como LD, para esta revisão, os parâmetros utilizados para análise do desempenho fornecidos ao especialista de domínio.

Apesar do artigo (Id 12) fazer uma descrição do processo de design, a especificação do LD não estava clara e com informações vagas, não sendo possível sua análise.

Por fim, o propósito do LD nos jogos digitais [17], independentemente se casuais ou sérios, foi congruente com as estratégias de construção da complexidade de atividades que visam desenvolver habilidades executivas [3], sendo possível construir o seguinte paralelo entre as duas teorias [17] e [5]:

(a) *estruturar em subdivisões eficazes nos jogos* está associado à “como se espera que as habilidades sejam aprendidas e quais situações que podem interferir negativamente na aquisição da habilidade”;

(b) *organizar a progressão* está intimamente ligado ao conceito de “atividades graduadas”, partindo do

conhecido (de domínio) para o desconhecido (objetivo, meta);

(c) *aprimorar o modo de jogar*, quando de jogos voltados para aquisição de habilidades cognitivas executivas, pode-se entender como “aprimorar essas habilidades”

(d) *níveis* possibilitam delinear a situação de partida da pessoa (qual limite ele apresenta naquele momento) em comparação a uma situação ideal ou potencial (parâmetros de avaliação ou objetivo) e não existindo dados referenciais para a situação ideal, permite identificá-los, analisar padrões ou comparar sua evolução.

As evidências encontradas e os argumentos expostos possibilitaram identificar a relação entre os parâmetros utilizados para construção da dificuldade em funções executivas e os elementos de jogos aplicados ao design de níveis.

VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A variabilidade dos artigos analisados com relação ao perfil da amostra, objetivo da pesquisa, função executiva e tipos de jogos digitais utilizados nos experimentos deu subsídios para identificar diversos elementos utilizados na construção do *level design* aplicados no estudo das funções executivas e identificação da relação entre a teoria de funções executivas e de jogos digitais sobre como construir os níveis de dificuldade das tarefas (níveis do jogo).

Foram identificados 13 elementos de jogos digitais, que chamamos de descritores, manipulados para construção de *level design* ou descritos como “nível de dificuldade” pelos autores.

Entende-se que as variáveis de desempenho do jogador possibilitam, aos especialistas do domínio, utilizar os dados para avaliação, estabelecimento de metas e manipulação das variáveis que se deseja aprimorar, acrescentando a importância do *level design* no estudo das funções executivas.

Esses achados colocam luz a comunicação entre especialistas de domínio e designers de jogos sérios, quando da construção de requisitos de jogo e avaliação de suas características. A quantidade de artigos analisados e a não inclusão de artigos em português ou espanhol podem ser limitadores desta pesquisa. O fato da coleta e extração dos dados serem feitas por único pesquisador é uma ameaça à validade desta pesquisa.

Por tal, vislumbram-se novas pesquisas admitindo os mesmos critérios de seleção, ampliando o corpo de artigos analisados e descritores identificados, ou que os descritores encontrados sejam aplicados para confronto de resultados. Esta pesquisa faz parte integrante de um estudo maior sobre funções executivas e jogos digitais, assim, o próximo passo de pesquisa é refinar os descritores e apresentá-los para o crivo de especialistas no domínio tanto de jogos digitais quanto de funções executivas, para que então possam fazer parte de heurísticas de avaliação de jogos digitais.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi realizado com apoio do Programa de Bolsas de Monitoria de Pós-Graduação–PROMOP da UDESC a qual agradecemos pelo fomento e incentivo à pesquisa. Agradecemos o apoio financeiro da FAPESC, Edital FAPESC/CNPQ Nº06/2016, T.O. Nº:2017TR1755 -Ambientes Inteligentes Educacionais com Integração de Técnicas Learning Analytics e Gamificação e FAPESC Edital Nº 01/2016 – Termo de Outorga nº 2017TR649 – Processo 531/2017– Apoio a Grupos de Pesquisa da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) e ao CNPq pela bolsa produtividade DT-2.

REFERÊNCIAS

- [1] J. Grieve. (2005). Neuropsicologia em terapia ocupacional: exame da percepção e cognição. São Paulo: Santos.
- [2] A. Diamond. (2013). Executive functions. Annual review of psychology, v. 64, p. 135-168.
- [3] M. Gazzaniga; R. B. Ivry; G. R. Mangun. (2006) Neurociência cognitiva: a biologia da mente. Artmed.
- [4] P. D. Zelazo, C. B. Blair, M. T. Willoughby. (2016). Executive Function: Implications for Education. NCER 2017-2000. National Center for Education Research.
- [5] N. Katz. (2014). Neurociência, reabilitação cognitiva e modelos de intervenção em terapia ocupacional. 3ªed. São Paulo: Santos
- [6] D. Kuhn. Do cognitive changes accompany developments in the adolescent brain?. Perspectives on Psychological Science, v. 1, n. 1, p. 59-67, 2006.
- [7] Dovis, S., Van der Oord, S., Wiers, R. W., Prins, P. J. (2015). Improving executive functioning in children with ADHD: Training multiple executive functions within the context of a computer game. A randomized double-blind placebo controlled trial. PloSone, v.10, n. 4.
- [8] J. Vieira, M. Gomes, L. Cerqueira, L., A. Tourinho, A., M. B. de Fátima, L. Caroline, L. Alves, L. (2017). Funções executivas e games: teoria e prática dentro do contexto escolar. Simpósio Brasileiro de Games e Entretenimento Digital, 16.
- [9] Parong, J., Mayer, R. E., Fiorella, L., MacNamara, A., Homer, B. D., Plass, J. L. (2017). Learning executive function skills by playing focused video games. Contemporary Educational Psychology, v. 51, p. 141-151.
- [10] Burdea, G., Polistico, K., Krishnamoorthy, A., House, G., Rethage, D., Hundal, J., Pollack, S. (2015). Feasibility study of the BrightBrainer™ integrative cognitive rehabilitation system for elderly with dementia. Disability and

- Rehabilitation: Assistive Technology, v. 10, n. 5, p. 421-432.
- [11] K. L. Powers, P. J. Brooks, N. J. Aldrich, M. A. Palladino, L. Alfieri. (2013). Effects of video-game play on information processing: a meta-analytic investigation. *Psychonomic bulletin & review*, v. 20, n. 6, p. 1055-1079.
- [12] M. T. Delgado, P. A. Uribe, A. A. Alonso, R. R. Diaz. (2016). TENI: A comprehensive battery for cognitive assessment based on games and technology. *Child Neuropsychology*, v.22, n.3, p. 276-291.
- [13] P. Rego; P. M. Moreira; L. P. Reis. (2010). Serious games for rehabilitation: A survey and a classification towards a taxonomy. In 5th Iberian conference on information systems and technologies, p. 1-6. IEEE
- [14] E. Stanmore, B. Stubbs, D. Vancampfort, E. D. de Bruin, J. Firth. (2017). The effect of active video games on cognitive functioning in clinical and non-clinical populations: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 78, 34-43.
- [15] D. K. Ramos; N. L. D. Rocha. (2016). Avaliação do uso de jogos eletrônicos para o aprimoramento das funções executivas no contexto escolar. *Revista Psicopedagogia*. v. 33, n. 101, p. 33-143.
- [16] J. B. Mossann; E. Reategui; D. Barbosa; C. Cardoso; R. Fonseca; M. Viana. (2016). Um exergame para estimulação de componentes das funções executivas em crianças do ensino fundamental In: *Proceedings of XV Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*.
- [17] J. Novak. (2010). *Desenvolvimento de games*. São Paulo: Cengage Learning.
- [18] Mondéjar, T., Hervás, R., Johnson, E., Gutierrez, C., & Latorre, J. M. (2016). Correlation between videogame mechanics and executive functions through EEG analysis. *Journal of biomedical informatics*, 63, 131-140
- [19] Smith, G., Whitehead, J., Mateas, M. (2010). Tanagra: A mixed-initiative level design tool. In *Proceedings of the Fifth International Conference on the Foundations of Digital Games*, p. 209-216. ACM.
- [20] L. Lazarin; R. Cherobin. (2017). Relação entre o processo de tomada de decisão e Level Design. In: *Proceedings of XVI Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*, p. 1264-1267.
- [21] N. IUPPA, T. BORST. (2012). *End-to-end game development: creating independent serious games and simulations from start to finish*. Routledge.
- [22] T. M. Connolly, et al. (2012). A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games. *Computers & education*, v. 59, n. 2, p. 661-686 .
- [23] L. V. Leffa, C. M. (2014). Aprendizagem como vício: o uso de games na sala de aula. *Revista (Con) textos Linguísticos* v. 8, n. 10, p.358-378
- [24] E. H. Farias; H. C. de Oliveira, M. da S. Hounsell; G. M. Rossito. (2014). MOLDE—a Methodology for Serious Games Measure-Oriented Level DEsign. In: *Proceedings of XIII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*.
- [25] K. K. G. Krause, I. Gasparini, M. da S. Hounsell. (2018) Aplicações de jogos digitais nas funções executivas: um mapeamento sistemático da literatura. In: *Proceedings of the XVII Brazilian Symposium on Computer Games and Digital Entertainment*, p. 54-62.
- [26] P. M. Barros; I. Hazin. (2013). Avaliação das funções executivas na infância: revisão dos conceitos e instrumentos. *Revista Psicologia em Pesquisa*, v. 7, n. 1, p.13 – 22.