

Aplicações dos jogos digitais nas funções executivas: um mapeamento sistemático da literatura

Katiane K. G. Krause

Depto. de Pós Graduação em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologia (PPGECMT) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Joinville, SC – Brasil, kati.kazuza@gmail.com

Marcelo da Silva Hounsell

Depto. de Pós Graduação em Computação Aplicada (PPGCA) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Joinville, SC – Brasil, marcelo.hounsell@udesc.br

Isabela Gasparini

Depto. de Pós Graduação em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologia (PPGECMT) e Computação Aplicada (PPGCA) da Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, SC – Brasil, isabela.gasparini@udesc.br

Resumo - Os jogos digitais (JDs) são compostos de elementos que requerem capacidades cognitivas como controle inibitório, memória processual e flexibilidade cognitiva, denominadas de funções executivas (FEs). O excesso de requisição dessas funções pode levar a uma sobrecarga para o usuário. O objetivo desta pesquisa, por meio de Mapeamento Sistemático da Literatura, foi identificar como os (JDs) estão sendo correlacionados às (FEs). Foram consultadas seis bases acadêmicas, buscando artigos durante o período de 2013 a 2018. Do total de 1307 artigos encontrados, após os critérios de seleção, o mapeamento resultou em 62 artigos que tratam de (JDs) aplicados às (FEs). Os (JDs), com e sem movimento, estão sendo aplicados para avaliação das (FEs) gerais (68%) e investigação na função de controle inibitório (11%); principalmente de adultos e idosos saudáveis. Jogos desenvolvidos para estimular funções de memória de trabalho e tomada de decisão também foram encontrados. Foi identificada escassez de descrições associativas entre elementos de game design e componentes das (FEs) demonstrando precocidade da temática e possibilidade de investigação.

Palavras-chave: *funções executivas, controle cognitivo, jogos digitais, games, jogos sérios, mapeamento sistemático da literatura.*

I. INTRODUÇÃO

Nas atividades diárias, durante o processo de aprendizado ou na interação com um jogo digital (JD) somos requisitados a analisar eventos, resolver problemas e tomar decisões sobre eles. O grau de complexidade desses eventos está atrelado a quantidade e qualidade de suas informações (*input* sensorial ou cognitivo) e as ações requeridas (*output* motor ou cognitivo). Como informação pode-se entender cores, formas, tipo e localização de objetos, imagens, sons, formas de movimentação, regras, interação, objetivos a alcançar, administração do tempo, velocidade, força, subjetividade, interpretação, etc.

Essas informações ativam diversas áreas do cérebro que se interconectam em rede e estão modulados principalmente pela nossa capacidade de atenção. Saber qual input (estímulo, informação) deve ser mantido em foco e qual deve ficar em segundo plano (ou plano de fundo) é função do sistema executivo, que irá integrar e gerenciar as informações perceptivas, cognitivas e motoras, definindo sua relevância com intuito de poder analisar as situações, tomar decisões eficientes sobre elas, criar objetivos e adotar estratégias quando for necessário fazer mudanças no plano [1].

Em uma situação de jogo como no Tetris, por exemplo, ações como identificar a peça, analisar as possibilidades de encaixe de modo eficiente e praticar a ação (mover a peça) dentro do tempo estipulado; no insucesso, manter-se “calmo o suficiente”, para mudar a estratégia enquanto a outra peça é ofertada: todas essas ações foram gerenciadas e controladas pelo sistema executivo.

O sistema executivo, comumente chamado de controle cognitivo ou funções executivas (FEs), são processos mentais do tipo *top-down* que requerem grande esforço cognitivo, pois é mais fácil manter-se numa tarefa no “piloto automático”, fazendo sempre da mesma maneira, do que mudar ou resistir a uma tentação [2].

Habilidades de raciocínio, julgamento, senso crítico, tomada de decisão, concentração, planejamento, autocontrole, criatividade, resolução de problemas fazem parte deste sistema. Entretanto, a classificação e nomenclatura dos componentes que formam as FEs não é consenso entre os pesquisadores da área [3], mas três núcleos são consenso, conforme [2]:

- a) *inibição ou controle inibitório*: relaciona-se com o controle da atenção, do comportamento, dos pensamentos e das emoções, com objetivo de anular uma predisposição interna (vontade, desejo) ou atração externa, com intuito de fazer o que é necessário;

- b) *memória de trabalho*: envolve manter as informações em mente e mentalmente trabalhar com elas (encadeamento de passos, etapas), permite compreender as coisas (conceitos) e fazer conexões entre elas;
- c) *flexibilidade cognitiva*: envolve as duas anteriores, está associada a mudança de cenários, alteração de padrões, mudar a perspectiva espacial ou interpessoal.

As FEs compõem um sistema de regulação da nossa atenção [4] e apesar de poderem estar prejudicadas em qualquer pessoa, normalmente os casos mais graves estão naquelas acometidas por lesões cerebrais, demência, déficit de atenção, autismo e dislexia.

O intuito primeiro no desenvolvimento dos jogos é o entretenimento proporcionado pela interação do jogador com a dinâmica e narrativa do jogo. Entretanto, há jogos desenvolvidos para objetivos diferentes da diversão, os chamados jogos sérios [5] e contemplam três domínios: tecnologia, condição específica do jogador e propósito [6]; portanto, o desenvolvimento destes jogos não é trivial. Neste grupo podem-se incluir jogos educativos, de reabilitação, simulação e treinamento.

Conforme a teoria de Schell [8], os jogos são compostos por uma tétrede elementar composta por estética (visual, auditiva), história (contexto), mecânica (ações e interações) e tecnologia. Logo, da variação destes elementos decorrem os diversos tipos de jogos digitais em relação à narrativa, jogabilidade, gênero (ação, aventura, de estratégia, etc) e tecnologia (videogame, *exergame*, misto, entre outros).

Na descrição desses elementos de jogos é possível perceber características compatíveis com as FEs, principalmente as descritas no estudo de [9] sobre o processo de construção de JDs, como regras, desafios, equilíbrio, níveis, dificuldade, composição da interface, forma de gerência do tempo e modos de jogar.

Sendo assim, variações nos elementos de um JD poderiam requerer componentes diferentes de FEs, da mesma forma que jogos sérios poderiam ser desenvolvidos para estimulá-las.

A pesquisa de [10] aponta que uma direção neste sentido. Estes pesquisadores desenvolveram um jogo digital educativo, do tipo *exergame*, intitulado de “As Incríveis Aventuras de Apollo e Rosetta no Espaço”, para estimular o controle inibitório de crianças. O jogo foi dividido em sete atividades, distribuídas em minijogos construídos de acordo com os requisitos que compõem o controle inibitório. Para exemplificar, segue transcrição de um dos trechos especificados do jogo [MOSSMANN et al, 2016, p. 374]:

[...] Esse *mini game* exige que o aluno/jogador catalogue uma série de elementos definidos no início de cada atividade. Assim, a criança possui a tendência de memorizar e automatizar respostas. Contudo, ela precisa inibir-se de catalogar os objetos não relacionados, além de manter-se ativo/foco, desviando de obstáculos (pulando/agachando). Dessa forma, impede que o

jogador automatize as respostas, mantendo-se cuidadoso para executar as ações sem agir impulsivamente.

Os jogos digitais para estimulação das funções executivas também foi interesse de estudo de [11], cuja revisão de literatura identificou 11 artigos, no período entre 2011 e 2016, que relacionavam *games* e funções executivas ou *games* e Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDHA). Destes, apenas três relataram estudo quantitativo utilizando *games* para estimulação das FEs (memória operacional e flexibilidade cognitiva) de adultos. Em relação aos *games* para estimulação das FEs de crianças com TDHA não houveram achados. Estes pesquisadores apontam ainda escassez de jogos sérios para esta finalidade.

Os aplicativos comerciais *Lumosity* e *Elevate*, do estilo treinamento cognitivo voltado para treino das FEs, foram analisados por [7] quanto suas características de mecânica. Estes autores sugerem que elementos como a) sistema de *feedback*, b) tempo para concretização do desafio, c) quantidade de variáveis relacionadas com a missão e d) sistema de recompensa, poderiam aumentar a eficácia desses minijogos ao tornarem-se mais motivadores e engajados.

Ainda com relação aos estudos que envolvem discussões sobre as FEs, [4] divulgaram um relatório de pesquisa sobre as FEs que reuniu discussões sobre conceitos, avaliações, dificuldades, pesquisas em desenvolvimento, políticas públicas e associações com outras áreas como o aprendizado. Este relatório compreendeu o período de 2000 a 2017 e apresenta como proposta de pesquisas futuras: investigação sobre as avaliações das FEs (métodos, protocolos, tecnologias) e o uso de tecnologias para resolução de discrepâncias entre resultados avaliativos e a transferência das habilidades para o contexto real. Dentre as tecnologias citadas incluíam-se os jogos digitais.

Este trabalho tem como objetivo realizar um mapeamento sistemático da literatura para investigar como os jogos digitais estão sendo associados às funções executivas, no intuito de identificar áreas de interesse, perfil dos usuários alvo e elementos de *game design* associados com os componentes do sistema executivo. Para tal este artigo está estruturado como segue. A seção 2 apresenta a metodologia do trabalho. A seção 3 detalha os dados obtidos e a seção 4 discute sobre eles. Após são apresentadas as conclusões, agradecimentos e as referências bibliográficas.

II. METODOLOGIA

Considerando a visão teórica do problema, com interesse associativo das variáveis de estudo, utilizou-se a estratégia “*top-down*”, com levantamento dos dados quantitativos, através de mapeamento sistemático da literatura [18]. O caráter aplicado do tema levou a escolha de alguns mecanismos de busca acadêmica (MBAs):

Scopus, ScienceDirect (geral); IEEE *Xplore Digital Library*, ACM *Digital Library* (computação e ensino); Pubmed e ERIC (saúde e ensino); todas com qualidade de publicações reconhecida pelo sistema Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) [17]. A pesquisa contemplou o período de 2013 a 2018 (1o. Semestre), sendo executada nos meses de maio e junho/2018.

A. Objetivos

O mapeamento sistemático das informações centrou-se na seguinte questão primária de pesquisa (QP):

“Como os jogos digitais estão sendo associados às funções executivas?”

Concomitantemente, as questões complementares (QC) que deverão ser respondidas são:

- *QC1: Em qual veículo de informação a temática é mais publicada?*
- *QC2: Qual tecnologia (categoria) de JD é frequentemente utilizada?*
- *QC3: Para qual finalidade os JDs estão direcionados?*
- *QC4: Para qual perfil de público há maior interesse?*
- *QC5: Quais FEs estão diretamente envolvidas nos estudos?*
- *QC6: Há associação direta entre elementos de game design e FEs?*

B. Frase de busca

A QP levou aos termos “jogos digitais”, “funções executivas”, “controle executivo”, “função cognitiva”. Durante os testes e análise terminológica de palavras-chaves (indexadas pelos autores e pelo MBA), foi observado falsos sinônimos, possivelmente por sobreposição de áreas. A melhor resposta foi obtida com:

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

Foram realizadas adaptações para os mecanismos ERIC, ScienceDirect e Pubmed por não contemplarem caractere-curinga - o caractere asterisco (*) é reconhecido como um caractere-coringa que casa com qualquer número de caracteres desconhecidos e o caractere interrogação.

C. Critérios de seleção

Os seguintes filtros de critérios objetivos de inclusão (OI) e exclusão (OE) foram aplicados na primeira seleção dos arquivos:

- 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 (periódicos, conferências, eventos);
- OE1: Descartados artigos idênticos (duplicados), ou seja, mesmos autores, mesmo conteúdo e bases

diferentes. No caso de duplicação, prevalece o artigo mais atual;

- OE2: Descartado capítulo de livro, relatório técnico, protocolo de pesquisa, comentários, editoriais, artigos de opinião;

Sobre o conjunto de artigos incluídos no primeiro filtro, executou-se análise das informações contidas nos campos título, resumo e palavras chaves; aplicando os critérios subjetivos de inclusão (SI) e exclusão (SE):

- SI1: Apresenta como objeto de estudo a intervenção do JD nas FEs;
- SI2: Apresentar contexto de aplicação sobre as FEs;
- SE1: Descartados artigos secundários e terciários, por exemplo, levantamento bibliométrico, mapeamento, revisão sistemática e meta-análise;
- SE2: Descartado artigo que não utiliza jogo digital como ferramenta de intervenção;
- SE3: Descartado artigo em que as FEs não são o foco do estudo.

Foi considerado “artigo incluído”, aquele que apresentava todos os critérios objetivos (OI 1-4) e subjetivos (SI 1,2) de inclusão, simultaneamente. Artigo que apresentou pelo menos um critério de exclusão foi considerado “excluído”. Nos casos de dúvida, executou-se leitura do campo materiais e métodos.

D. Resultados

Dos 1307 artigos retornados (Figura 1, em azul) 204 preencheram os critérios objetivos de inclusão (em verde). Sobre este grupo aplicou-se os critérios objetivos e subjetivos de exclusão (em vermelho), resultando em 62 artigos incluídos para análise deste mapeamento.

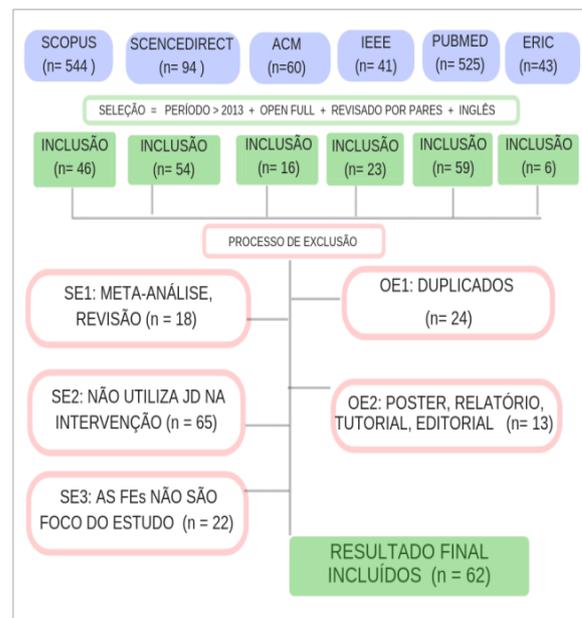


Figura 1. Fluxo de seleção dos artigos retornados (n=1307) e, após aplicação de critérios, incluídos para análise (n=62).

III DADOS OBTIDOS

Nesta seção serão apresentados os resultados obtidos nas análises dos resumos dos artigos, com intuito de responder inicialmente as questões complementares de pesquisa.

Apesar de leve oscilação entre os anos de 2016-2017 (Gráfico 1), o tema mostra-se recente e relevante, especialmente considerando a projeção de 2013 (n=5) para 2018 (n=13), com aumento significativo de 160%. Vale ressaltar que os valores de 2018 contemplam apenas o primeiro semestre.

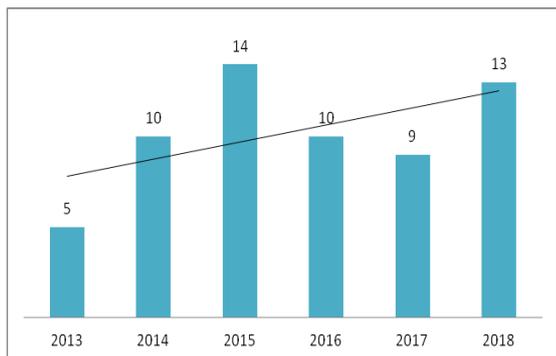


Gráfico 1. Distribuição do período de publicação (n=62).

Os MBAs ScienceDirect, Pubmed e Scopus retornaram o maior volume de artigos selecionados (Gráfico 2), seguidos de IEEE e ACM. As publicações da base ERIC não contemplaram todos os critérios de inclusão.

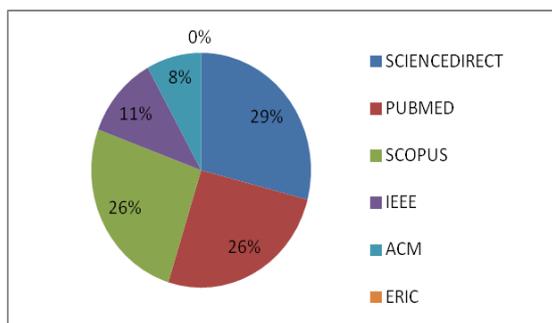


Gráfico 2. Quantidade de artigos por MBA (n=62).

O veículo de publicação mais frequente dos artigos (QC1) concentrou-se 81%, em revistas (*journals*), sendo o periódico PloS One o mais citado (Gráfico 3). Atenta-se ao fato que o periódico Frontiers ser um grupo de revistas subdivididas por área de interesse e por tal, apresentar-se separadamente neste trabalho.

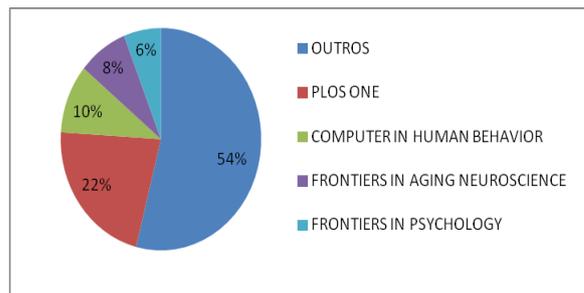


Gráfico 3. Quantidade de artigos por periódico.

Os 19% dos artigos restantes originaram de anais de conferências internacionais (Tabela I), que apresentam revisão por pares e são de diversas áreas correlacionadas à computação como saúde, reabilitação, educação, engenharia e interação humano-interface.

TABELA I. DISTRIBUIÇÃO POR CONFERÊNCIA (n=12)

Conferência	Freq.
International Conference on Virtual Rehabilitation (ICVR)	2
International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare	2
International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH)	1
Interaction Design and Children	1
ICWH -Wireless Health	1
International Conference on Digital Health	1
International Conference on Orange Technologies (ICOT)	1
Global Engineering Education Conference (EDUCON)	1
Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI)	1
International Conferences on Development and Learning and Epigenetic Robotics (ICDL-Epirob)	1

A menção à tecnologia ou categoria de JD envolvida no estudo (QC2) referiu diversos termos, dentre eles: videogame, videogame com realidade aumentada ou virtual, *exergame*, jogo de condução, jogo baseado em *tablet*, jogo baseado em computador, plataforma de treinamento, plataforma de jogos *online*, jogo digital sério, videogame sério e plataforma desenvolvida para treinamento. Analisadas as características descritas pelos autores, o enfoque dado à tecnologia as nomenclaturas foram aglutinadas em:

- (JD) jogos digitais correspondendo a qualquer tipo de jogo digital não baseado em movimento;
- (*exergame*) jogos que associam interação com movimentos de várias partes do corpo;
- (JD +RV) jogo digital com realidade virtual;

- (JD + RA) jogo digital com realidade aumentada.
Considerando esta classificação, o grupo JD foi expressivamente utilizado na intervenção (Gráfico 4), seguido de jogos tipo *exergame*.

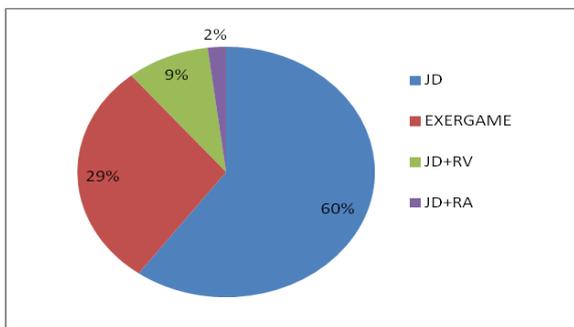


Gráfico 4. Distribuição de categorias de jogos digitais mencionados em relação a tecnologia.

Nem todos os artigos atribuíram um nome ao jogo utilizado na intervenção de pesquisa. Jogos comerciais mencionados: *Catch Game, ShapUp Running, CogniFit, Dance, Balance, Brain Game Brian, Brain Age, Lumosity, WiiFit, Modern Combat, The Sims, Match-3, Everest, Ultimate Game, Boson X, FitForAll, Tetris, RehaCom, Fruit Ninja, Trust Game.*

Jogos construídos especificamente para o estudo das FEs também foram mencionados, porém, nem todos os autores utilizaram o termo “jogo sério”, por tal, os chamaremos como “jogos acadêmicos”. Neste grupo foram citados os *Adventurous Dreaming, Highflying Dragon, BrainQuest, Dual-Task Tai Chi, Rabbit/Razer Hydra, BrightBrainer, AllienGame, Active Brain Trainer, MyDailyRoutine, U get it U catch it, Slippy’s Adventure, Am I Impulsive?, SmartAgeing, AttentionTrip, Concentration Memory Task, Pond Poppers, eAdventure, Mind Frontiers, Where is the voles?.*

O objetivo das pesquisas, ou seja, para qual finalidade os jogos digitais estão sendo associados às FEs (QC3) apresentou grande variedade de respostas. “Avaliar” foi a finalidade de maior recorrência no grupo dos jogos comerciais, sendo interesses de pesquisa usar os jogos para:

- Avaliar as FEs - associando exames neurológicos por imagens (18%);
- Avaliar a efetividade dos JDs estilo treinamento cognitivo sobre as FEs destinadas (7%);
- Avaliar se as FEs estimuladas pelos JDs foram transferidas para o contexto real e funcional (12%);
- Avaliar a melhora das FEs quando associado jogos motores (*exergames*) e cognitivos (26%);
- Avaliar o impacto dos videogames sobre as FEs, conforme mecânica, gênero e frequência (16%);
- Estimular (treinar) as FEs (14%).

O grupo dos “jogos acadêmicos” seguiu a mesma tendência dos comerciais, sendo desenvolvidos

majoritariamente para avaliação das FEs, mas não se limitando a esta. Foram temas investigados:

- Avaliar FEs (58%);
- Avaliar se as FEs estimuladas pelos JDs foram transferidas para o contexto real e funcional (5%);
- Estimular (treinar) as FEs (37%).

O perfil do público (Tabela II) envolvido nas pesquisas (QC4) centrou-se em pessoas “saudáveis” (47%). Condições de saúde adversas que apresentam em seu curso prejuízo nas FEs, geralmente identificado como disfunção executiva, foram contempladas em algumas pesquisas.

TABELA II. CONDIÇÕES DE SAÚDE ABORDADAS (n=62).

Condições de saúde	Freq.
Saudável	29
Lesão cerebral adquirida	6
Demência	5
Depressão	4
Autismo	3
Risco de queda	3
TDHA	3
Dependência	2
Associação álcool e estresse	1
Déficit cognitivo leve	1
Dislexia	1
Esquizofrenia	1
Hemofilia	1
Obesidade	1
Vulnerabilidade social	1

Ainda referente ao perfil do público alvo, a maioria dos artigos destinou-se a adultos, seguido de idosos e crianças (Gráfico 5). A categorização respeitou a terminologia descrita pelos autores e aqueles que não especificaram a faixa etária da amostra foram enquadrados como NE.

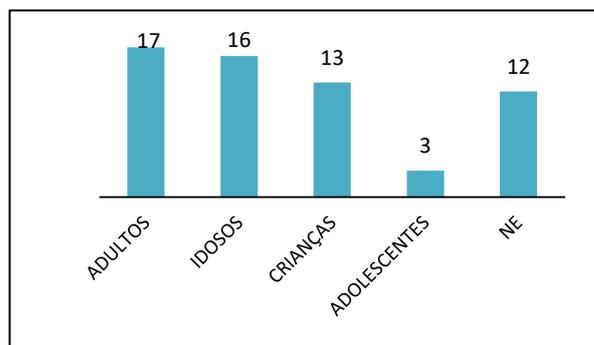
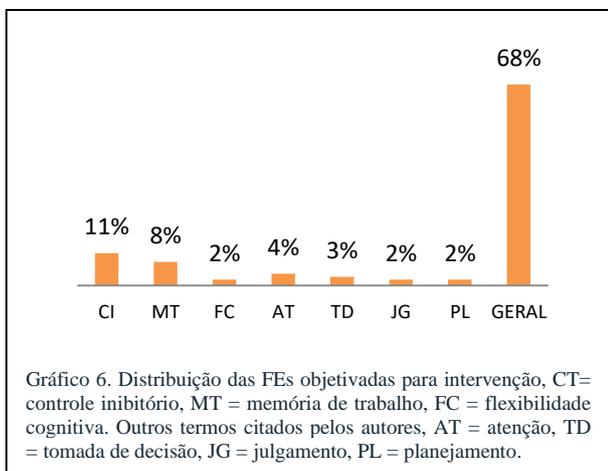


Gráfico 5. Distribuição da faixa etária do público alvo (n=62)

Para quais componentes das FEs foram destinados os estudos (QC5), observaram-se diversas habilidades cognitivas associadas ao termo FEs, a citar: controle cognitivo, tomada de decisão (social, sob ambiguidade, sob risco), controle inibitório, julgamento (senso de justiça), persistência, planejamento, memória (prospectiva, operacional, de trabalho, processual), atenção (seletiva, processual, focada), flexibilidade cognitiva.

Utilizando como base os três núcleos (controle inibitório, memória de trabalho, flexibilidade cognitiva) citados por [2], as características descritas foram analisadas e agrupadas. Aquelas que divergiam destes, foram mantidas em grupo a parte, evitando viés e respeitando a terminologia utilizada pelos pesquisadores analisados. O Gráfico 6 apresenta os percentuais dos grupos, sendo "geral" (68%) aqueles que se intitulavam assim, e que apresentam maior expressividade.



Os JDs podem ser desenvolvidos para avaliar ou estimular componentes das FEs. Há também a possibilidade inversa, a partir da dinâmica requerida pelo jogo, identificar quais componentes das FEs estão sendo requisitados em cada etapa, ação ou mecânica do jogo. Neste caso, a análise pode ser feita por especialistas de psicologia, terapia ocupacional, neuropsicologia ou neurologia.

Os artigos foram analisados a fim de identificar se existia alguma discussão associando explicitamente elementos de *game design* com as características das FEs (QC6). Alguns indícios foram encontrados.

Durante o envelhecimento é comum ocorrer redução na capacidade de memória de trabalho, o que implica em prejuízo em várias atividades cotidianas. No intuito de desenvolver um software de aptidão cerebral, [16] elaboraram um jogo digital nomeado de *Where is the voles?* (traduzido do chinês) especificamente para avaliar e treinar a memória de trabalho visuoespacial de idosos

Uma sequência de telas com o posicionamento de um rato é apresentada em intervalos de um segundo cada. Posteriormente é mostrada a sequência de telas com setas demonstrando os movimentos executados pelo rato (Figura 2). O jogador deve então repetir os movimentos executados

pelo bichinho (memória de trabalho visuoespacial requer recordação visual de etapas sucessivas). O grau de dificuldade varia de acordo com os movimentos e dicas.



Figura 2. Telas do jogo *Where is the voles?* [16]

Pacientes deprimidos costumam apresentar efeito de "ruminação", entendido como dificuldade em tomar decisões ativas e sair da "inércia". Para estimular a tomada de decisão desses pacientes (adultos) o jogo comercial *Boston X* [12] foi utilizado.

O jogo de ação em ritmo acelerado consiste de um avatar (terceira pessoa) que percorre em um túnel formado por peças, cujo objetivo está em se deslocar sem cair do túnel (Figura 3). As teclas de seta do teclado do computador são usadas para movimentação e a pontuação está associada a coleta ou perda de energia. Quanto mais energia coletada, mais rápido o avatar corre e mais rápida deve ser a resposta do jogador (tomada de decisão, relacionada com o controle inibitório).



Figura 3. Captura de tela do *Boston X* desenvolvida para melhorar a tomada de decisão de pacientes deprimidos [12].

O *Alien Game* [13] é um JD desenvolvido juntamente com psicólogos para treinar a habilidade de flexibilidade cognitiva, ou seja, alternar de forma consistente entre regras de classificação com aumento de complexidade.

Este jogo consiste em alienígenas famintos, que variam em cor e número (Figura 4). Eles devem ser alimentados segundo regras que variam a cada nível, por exemplo, *aliens azuis estão com fome e precisam de comida, aliens vermelhos estão com sede e precisam beber*. Depois de completar um nível, a regra inverte. O jogo foi utilizado por seis semanas durante 20 minutos, por crianças e adolescentes e mostrou-se eficaz para melhoramento da flexibilidade cognitiva (propósito do jogo).



Figura 4. Captura de duas telas do jogo *Alien Game* [13]: instruções (direita) e pontos ganhos (esquerda).

Com relação ao questionamento da associação direta entre elementos de *game design* e (FEs), os dados foram insuficientes. Sugerindo necessidade de leitura na íntegra dos artigos e/ou análise e interação com as soluções propostas (jogos), o que não participa do escopo deste trabalho de mapeamento.

IV DISCUSSÃO

Apesar do maior volume de artigos dos MBAs ScienceDirect, Pubmed e Scopus relativos a artigos de periódicos; os MBAs IEEE e ACM trouxeram os artigos de maior relevância em relação a discussão correlacional entre elementos de *game design* e funções executivas (FEs). Ressalta-se que 100% dos artigos encontrados em veículos de conferências apresentaram as etapas de desenvolvimento dos jogos digitais (JDs) e sua principal mecânica de jogo descrita, facilitando a análise desse mapeamento.

Os dados obtidos indicam interesse em utilizar os (JDs) como ferramenta de avaliação por especialistas da área de neuropsicologia, possivelmente para reduzir custos e aumentar a efetividade nos diagnósticos.

Ainda que menos expressivo, observa-se tendência em projetar (JDs) sérios como ferramenta de estimulação (treinamento) das (FEs), como para o controle inibitório de crianças e adultos. Este mapeamento identificou três artigos que discutiram o uso de (JDs) voltados a crianças com Transtorno de Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDHA) e que contemplavam as (FEs).

Estes resultados contrariam os dados obtidos pela revisão sistemática de [14] que identificaram dominância de aplicação dos (JDs) sérios para o contexto de atividade

física e nutrição e da revisão de literatura de [11] que identificou ausência de jogos sérios para estimulação das (FEs) de crianças com TDHA. A diferença nesses resultados pode indicar uma evolução de pesquisas que envolvam jogos e funções executivas. .

Foram identificados estudos orientados em transformar treinamentos funcionais (reabilitação) *outdoor* em *indoor* através de *exergames* (29%) ou realidade mista (virtual 9%, aumentada 2%), por serem mais seguros e com desempenho rastreável e mensurável para adultos e idosos com lesões cerebrais adquiridas. Este tipo de treinamento está direcionado para atividades de dupla tarefa requeridas quando, por exemplo, ao imitar movimentos de dança ou caminhar numa esteira, ao mesmo tempo interage com a tela de jogo. A capacidade de realização de dupla tarefa está associada com o controle inibitório (FEs) e implica no risco de queda de idosos, por exemplo.

As lesões cerebrais adquiridas ou congênitas em sua maioria possuem implicações diretas nas FEs, assim como o consumo excessivo de álcool e drogas, excesso de estresse, desnutrição, doenças sistêmicas, condições psicológicas e uso de alguns medicamentos (efeitos colaterais). Um ambiente pobre em estímulos ou desafios também pode influenciar na capacidade executiva de uma pessoa. Esta característica multifatorial pode ser um fator limitante para os pesquisadores, que optaram por amostragem "saudável" ou "normal" (47%).

As FEs não são inatas, elas se desenvolvem conforme nossas experiências e maturação neurobiológica do cérebro, da mesma forma que são sensíveis à estimulação e ao envelhecimento. Talvez por tal motivo, o grupo dos adultos (28%) e idosos (27%) mostrou-se mais expressivo nas pesquisas analisadas, visto que neste grupo encontram-se os maiores fatores de risco e impacto econômico, pois disfunções no sistema executivo geralmente requerem custos com reabilitação, medicação e podem levar a afastamento do trabalho.

No aspecto nomenclatura e classificações houve divergências tanto no grupo dos jogos digitais quanto das funções executivas. A falta de consenso entre os pesquisadores sobre estes aspectos com relação à terminologia pode indicar caráter inovador e atual dos dois temas; diferentes formas de categorização (teorias e taxonomias) ou baixa interdisciplinaridade nos grupos de pesquisa. Podemos intuir que estas áreas ganhariam com uma normatização de termos.

Considerando estes aspectos, o modelo de desenvolvimento de jogos sérios quando objetivando analisar efetividade de um jogo digital parece ser mais condizente [15]. A troca entre profissionais de áreas distintas possibilita esclarecimento dos conceitos e atenção aos detalhes, informações e considerações que para o outro pode não ser trivial. Além disso, garantem subsídios para uma avaliação direcionada, principalmente quando se tratam de aspectos cognitivos, que muitas vezes são subjetivos ou sensíveis a interferências.

Outro fator interessante dos estudos analisados é pertinente a qualidade dos resumos em termos estruturais e metodológicos, permitindo analisar objetivamente os dados e resultados das pesquisas, tornando a comunicação entre pesquisadores facilitada.

Na contramão, boa parte da exportação dos dados exigiu tabulação manual. Isto se deve pela falta de padronização das informações nos bancos de dados dos mecanismos analisados ou por restrições de uso: nem todas aceitam *Medline* ou são pagas; umas só aceitam o *Refworks* e outras a formatação do banco de dados não estava padronizada, dificultando a tabulação durante a exportação dos dados e conversão para tabelas no Excel. Considerando que o mapeamento sistemático está direcionado na análise de informações objetivas, este fator torna-se de grande relevância.

Por fim, as informações obtidas apontaram tendência ainda exploratória da área, ao considerarmos que 68% dos artigos focaram as (FEs) de forma global. Esperava-se encontrar correlações específicas e objetivas atrelando mecânicas de jogo e um dos componentes das (FEs) (controle inibitório, memória de trabalho, flexibilidade cognitiva), especialmente no grupo dos jogos acadêmicos (sérios e educativos).

Este interesse advém de que um jogo que requer muito do sistema executivo acaba por apresentar uma sobrecarga cognitiva em sua dinâmica [19] e, especialmente nos jogos sérios educacionais, podem interferir na qualidade da interação e aquisição dos conteúdos (domínio do propósito do jogo). Possivelmente a leitura na íntegra dos artigos e a análise dos jogos referidos poderão indicar diretrizes mais específicas de quais elementos de game design requerem mais funções executivas.

V CONCLUSÃO

A dinâmica e tecnologia empregada nos jogos digitais, invariavelmente, requisitarão componentes das funções executivas (FEs), visto que são elas envolvidas no processo de integração das informações perceptivas e cognitivas, bem como gerenciamento e controle da atenção.

Apesar de divergências terminológicas, há evidências em interesse de caráter exploratório e diversificado, focando na avaliação das FEs gerais (sistema único) e principalmente no componente de controle inibitório.

Quanto aos tipos de jogos digitais utilizados, observa-se característica abrangente, incluindo jogos digitais sem e com movimento (*exergames*), voltados para as todas faixas etárias, mais expressivamente para adultos e idosos, possivelmente por estes se enquadrarem no grupo cujas doenças (ou condições de saúde) apresentam maior prejuízo nas FEs. No entanto, o desenvolvimento de jogos digitais, que estimulem (treinem) as FEs, estão sendo realizados juntamente com especialistas ainda de forma tímida. Especificidades em relação aos elementos de *game design*, componentes das FEs e manipulações nessa relação

para investigação de efeito, requerem maior aprofundamento de estudo e discussão, surgindo como proposta para estudos futuros.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio do Programa de Bolsas de Monitoria de Pós Graduação – PROMOP da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq); aos quais agradecemos pelo fomento e incentivo à pesquisa.

REFERÊNCIAS

- [1] J. Grieve, L. Maskill, L. *Neuropsicologia em terapia ocupacional: exame da percepção e cognição*. 2ª ed, Santos, p. 79, 2009.
- [2] A. Diamond. Executive functions. *Annual review of psychology*, v. 64, p.135-168, 2013.
- [3] R. M. Cosenza, D. Fuentes, L. F. Malloy-Diniz. A evolução das ideias sobre a relação entre cérebro, comportamento e cognição. *Neuropsicologia: Teoria e prática*, p.15-19, 2008.
- [4] Zelazo, P. D., Blair, C. B., Willoughby, M. T. Executive Function: Implications for Education. NCER 2017-2000. *National Center for Education Research*, 2016.
- [5] S. Çiftci. Trends of Serious Games Research from 2007 to 2017: A Bibliometric Analysis. *Journal of Education and Training Studies*, v.6(2), p. 18-27, 2018.
- [6] O. de Troyer. Towards effective serious games. *Virtual Worlds and Games for Serious Applications (VS-Games)*, 9th International Conference on. IEEE, p. 284-289, 2017.
- [7] L. Alves, W. de S. Santos. Uma análise dos jogos lumsity e elevate: Delineando métricas avaliativas. *XV Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*, 2016.
- [8] W. K. Hira, et. al. Criação de um modelo conceitual para Documentação de Game Design. *Proceedings of Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames)*, p. 329-336, 2016.
- [9] K. K. Cox; R. A. Bittencourt. Estudo bibliográfico sobre o processo de construção de jogos digitais: a necessidade de sinergia entre o educar e o divertir. *Revista Brasileira de Informática na Educação – RBIE*, v.25(1), p.16-43, 2017.
- [10] J. B. Mossman, et al. Um Exergame para Estimulação de Componentes das Funções Executivas em Crianças do Ensino Fundamental I. *Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames)*, 2016.
- [11] A. Tourinho, C. Bonfim, L. Alves. Games, TDAH e Funções Executivas: Uma Revisão da Literatura. *Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames)*, p. 873-879, 2016.
- [12] S. Kühn, et al. Fighting Depression: Action Video Game Play May Reduce Rumination and Increase Subjective and Objective Cognition in Depressed Patients. *Frontiers in psychology*, v. (9): 129, 2018.
- [13] Homer, B. D. et al. Improving high school students' executive functions through digital game play. *Computers & Education*, v.117, p. 50-58, 2018.
- [14] Kharrazi, H., Lu, A. S., Gharghabi, F., and Coleman, W. A scoping review of health game research: Past, present, and future. *Games for health – Research, Development and clinical applications*, 1(2), p. 153-164, 2012.
- [15] R. da Rocha, et al. Análise, Projeto, Desenvolvimento e Avaliação de Jogos Sérios e Afins: uma revisão de desafios e oportunidades. *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE*, v.26(1), 2015.

- [16] C. Yeh, R. Cherng, J. Chen, The effect of visuospatial working memory training in elders: Development and application of a brain fitness software. *1st International Conference on Orange Technologies (ICOT)*, p. 270-273, 2013.
- [17] Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, <http://www.capes.gov.br>, acessado em 30/06/2018.
- [18] K. Petersen, R. Feldt, S. Mujtaba, M. Mattsson. Systematic Mapping Studies in Software Engineering. *Proceedings of the 12th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering*, v.17, p. 1-8, 2008.
- [19] A. M. Figueroa; R. Juárez-Ramírez, The Problem of Cognitive Load in GUI's: Towards Establishing the Relationship between Cognitive Load and Our Executive Functions. *IEEE 41st Annual Computer Software and Applications Conference (COMPSAC)*, p. 561-565, 2017.