

ENGENHARIA COGNITIVA VOLTADA AO EQUILÍBRIO ENTRE EDUCAÇÃO E DIVERSÃO EM SERIOUS GAMES: uma revisão sistemática

Mateus Gomes Binatti e Pollyana Coelho da Silva Notargiacomo

PIBIC Mackpesquisa

Resumo

Serious game são jogos digitais com potencial, quando usados de forma correta, para transmitir conhecimento ao jogador por meio de uma abordagem diferente da tradicional, que ocorre, por exemplo, em sala de aula. Quando se está desenvolvendo um *serious game*, é necessário atenção para balancear a diversão que o jogador pode ter e o conteúdo que será transmitido para o mesmo durante a experiência, evitando assim que o jogo se torne entediante quando apresentado conteúdo em excesso, ou aspecto educacional reduzido caso o mesmo apresente diversão em excesso. Para este balanceamento, foi cogitada a utilização de princípios de engenharia cognitiva, um ramo da psicologia voltado para a avaliação da interação de um ser humano com uma máquina, com o objetivo de melhorar a experiência do jogador e tentar fazer com que o mesmo possa aprender e se divertir na medida correta. Neste trabalho, foi criada uma espécie de protocolo de pesquisa no qual utilizou-se um conjunto de palavras-chave em quatro bases científicas, em um determinado intervalo de tempo, com o objetivo de colher e documentar os trabalhos científicos devolvidos em uma revisão bibliográfica denominada de revisão sistemática, com o objetivo de fomentar a pesquisa acadêmica nas áreas de *serious game* e engenharia cognitiva a partir da identificação dos elementos pesquisados, assim como a caracterização das lacunas existentes.

Palavras-chave

Engenharia cognitiva; *serious games*; revisão sistemática;

Abstract

Serious games are high potential digital games, when used correctly, to transmit knowledge to the player, through an approach different from the traditional, as in the classroom. During the development of a serious game, it is necessary attention to balance the fun that a player may have and the content that will be transmitted to him, during the experience, avoiding the game turns into a boring activity if presents a lot of content, or reduced educational aspect in case the game presents fun in excess. To that balance, was considered the use of cognitive engineering principles, an

psychology area that evaluates the interaction between an human being and a machine, aiming at improve the player experience and try to make him learn and have fun at the correct measurement. This paper focus on the creation of a kind of research protocol, searching in four scientific bases, in a time interval, to reap and to document the scientific works returned in a bibliographic review called systematic review, aiming at foment the academic researches in the areas of serious game and cognitive engineering from identification of the searched elements, even as characterizing the existing gaps.

Keywords

Cognitive engineering; serious games; systematic review;

Introdução

Na maioria das vezes, um jogo é desenvolvido com o objetivo de entreter o jogador, podendo ele ser um feiticeiro que precisa aprender novas magias para subir de nível (RPG), ser o técnico de um time de futebol e guiá-lo à vitória (esporte), conduzir carros da linha de largada até a linha de chegada (corrida), dentre outros. Entretanto, caso o jogo não seja criado apenas com o objetivo de entretenimento, mas também educacional, seja direcionado ao treinamento de alguma habilidade por meio de algum desafio, ensinando como fazer certo exercício físico, desconstruindo questões sociais, enfim, mediando a construção de determinado conhecimento, este é designado como *serious game* (CARVALHO; ISHITANI, 2012).

Quando se constrói um *serious game*, existe um fator fundamental concernente ao balanceamento para o estabelecimento do equilíbrio entre a diversão que o jogo oferece (entretenimento) e a educação abordada, enquanto os estudantes-usuários interagem com a ferramenta (FRANZWA et al., 2013, 2014). Os autores inclusive ressaltam que caso o *serious game* veicule um conceito de forma massiva sem equiparar os elementos visuais e conceituais, a informação será explorada de forma desproporcional ao design, forçando diálogos de texto entre o jogador e o universo inseridos de forma demasiada. Outro caso semelhante diz respeito ao trabalho com o conteúdo educacional de forma repetitiva, o que pode resultar numa experiência não aprazível para o estudante-usuário, fazendo com que ele desista do processo e não absorva o conteúdo esperado. Entretanto, caso seja necessário a reiteração com o exercício, quando este possui, que seja feito de maneira correta. Da mesma forma, se o jogo for desenvolvido com foco predominante no entretenimento, o usuário pode acabar se prendendo ao passatempo e não absorver o conhecimento.

Para evitar este desbalanceamento, são adotadas diferentes perspectivas. Em uma série de *serious game* denominada de “*Sustain City*” (voltado ao entendimento de uma cidade sustentável), as formas utilizadas para se trazer o equilíbrio entre a diversão e a educação foram *Narrative-Learning Synthesis* (síntese de aprendizagem narrativa), *Supplemental Feedback* (feedback suplementar) e *Player Guidance* (orientação do jogador). Com a aprendizagem narrativa, o design de um jogo pode motivar um jogador a seguir em frente, como por exemplo a apresentação da história em um fluxo, mostrando a integração do ambiente com as razões lógicas para sua existência. Isso transmite o incentivo para se descobrir algo novo como histórias ou curiosidades.

Quando o resultado das suas ações em um jogo, dizem apenas se o resultado de uma tarefa foi ou não positivo, não existe o incentivo para o jogador melhorar ou almejar novas habilidades ou técnicas. Para garantir que isso não ocorra, o feedback suplementar busca a

ideia de que o jogo deve ser projetado com vários níveis de realização de objetivos, sendo que afetam diretamente o ambiente do jogo e a experiência do jogador. Ao invés de punir o jogador por suas atitudes, é comumente melhor retirar algumas de suas recompensas, ou até mesmo oferecer ajuda extra (FRANZWA et al., 2014).

Guiar um jogador dentro do mundo do jogo nem sempre é uma tarefa trivial, e isso pode ser usado como uma oportunidade para realçar os aspectos de diversão do jogo. Esta condução do jogador por meio de alguma dificuldade na navegação do jogo pode ser resolvida se identificando o momento e o problema que o jogador teve. Em jogos de cidade sustentável, diversas questões são colocadas de forma progressiva, e elas são alinhavadas ao objetivo de aprender sobre a resolução de um problema dentro do contexto do jogo. Se os estudantes responderem as questões de forma correta, não lhes é apresentado nenhum referencial externo, mas se tem a opção de ajudá-los caso escolham. Entretanto, caso a resposta escolhida seja a incorreta, recursos adicionais de estudo são mostrados para ele, tais como tutoriais, vídeos de profissionais no assunto resolvendo os mesmos tipos de questões, com o objetivo de ajudá-lo a saber o que ele deve melhorar para conseguir avançar para o próximo nível (FRANZWA et al., 2014). Estes exemplos de equilíbrio apresentados anteriormente se vinculam a um ramo de estudo denominado de engenharia cognitiva, conceito detalhado no referencial teórico. Com isso, o objetivo deste trabalho é realizar uma revisão sistemática para levantar as categorias que possibilitem avaliar e/ou desenvolver jogos digitais que atentem para a engenharia cognitiva, instituindo um equilíbrio entre a ludicidade e conteúdo em *serious games* de maneira a não sobrecarregar o estudante, propiciando um percurso de aprendizagem didático e efetivo. Além disso, também se pretende mapear e categorizar as lacunas existentes nesta área para fomentar novas investigações.

Engenharia cognitiva

Antigamente, o ser humano se preocupava apenas em entender como operar uma máquina para realizar os trabalhos a ele designado. Com o avanço da tecnologia, ele também passou a interagir com um computador, gerando o desafio de estudar e entender qual impacto a ferramenta desenvolvida gera na pessoa que a está utilizando, no que se diz respeito ao seu pensamento e ações durante a interação (RITTER; BAXTER; CHURCHILL, 2014). A engenharia cognitiva surgiu na década de 80 para aplicar a psicologia cognitiva no âmbito computacional tratando do processo de interação entre o usuário e o universo com o qual ele está se relacionando pois, por melhores que sejam as máquinas criadas, não terá sentido sua utilização caso os operadores não consigam entendê-la. (KARRAY et al., 2008, p. 138).

Neste sentido, a engenharia cognitiva se preocupa em analisar o cenário, o design do mesmo e a avaliação de sistemas complexos. Abrange tanto as pessoas que vão utilizar, quanto às tecnologias usadas na criação das ferramentas. Combina conhecimento, experiência, fatores humanos, design da interação humano-computador e a engenharia de sistemas. Tem foco centrado na cognição exigida nos ambientes de trabalho, e se preocupa com sistemas complexos, em que qualquer ação tomada pelo operador deve seguir alinhada com o comportamento esperado, seja dos agentes que atuam no sistema (humanos) quanto o sistema em si. Inclusive, as análises do incidente na usina elétrica de *Three Mile Island*, em 1979, demonstraram que a forma com a qual a equipe estava organizada, e as exibições na sala de controle não suportaram o ágil reconhecimento do estado da usina, e as ações adequadas para o alcance de uma condição segura (GERSH; MCKNEELY; REMINGTON, 2005).

Serious game

Um jogo é uma atividade voluntária, o qual está presente há muito tempo no cotidiano dos seres vivos, sejam eles humanos ou até mesmo animais. É de suma importância entender que os jogos possuem suas próprias regras, muitas vezes distintas do mundo real, as quais devem ser aceitas por todos os participantes. O jogo tem uma realidade autônoma, a qual está além da esfera da vida humana, pois isso forçaria uma limitação em sua proposta (HUIZINGA, 1938) Um breve exemplo dessa questão pode ser destacado com relação às partidas do “Jogo da Velha”, apresentado na figura 1. Em contrapartida existem o que são denominados “Jogos Digitais”, os quais têm seu ambiente emulado por computadores ou até mesmo *videogames*. Nesse tipo de jogo, o computador pode atuar como um adversário para o jogador, árbitro ou apenas fornece os gráficos e animações. Segundo Crawford (1984), jogos digitais podem ser divididos em dois tipos, “habilidade e ação” e “estratégia”.

Habilidade e ação

Representados por jogadas em tempo real, ênfase nos gráficos e efeitos sonoros, como o barulho reproduzido pelos passos dos personagens, e o uso de algum dispositivo de controle, como um joystick ou até mesmo um teclado. Exigem do jogador certas habilidades, como a coordenação olho-mão, e reflexos. Crawford (1984) dividiu esse tipo de jogo em seis categorias, sendo elas:

***Combat Games* (jogos de combate)**

Apresentam confronto direto e violento, sendo que estes estão relacionados ao jogador realizar disparos com o intuito de derrubar o inimigo, o qual é controlado pelo computador e tem como principal desafio a troca de tiros, levando em consideração que o jogador deve sempre procurar acertar os adversários sem que seja atingido.

Maze Games (jogos de labirinto)

Tem como característica principal um labirinto com caminhos pelos quais o jogador deve percorrer. É comum a presença de inimigos pelas passagens, influenciando as tomadas de decisão dos jogadores.

Sports Games (jogos de esporte)

Responsáveis por permitir ao jogador interagir com partidas de algum esporte, como futebol, basquete, luta livre etc. Uma estratégia de marketing é acoplada nesse tipo de jogo, pois a possibilidade de aceitação é maior caso se ofereça a um jogador algo com o qual ele já esteja familiarizado.

Paddle Games (jogos de mesa)

Essa nomenclatura foi utilizada para fazer alusão aos jogos baseados no estilo “pong”. Sua principal característica é alterar a trajetória de um objeto por meio do controle de uma espécie de peça.

Race Games (jogos de corrida)

Similar a uma corrida na vida real, portanto o jogador controla um veículo dentre a espécie proposta pelo jogo, entretanto o mesmo pode penalizar o jogador caso não cumpra algumas regras estabelecidas como, por exemplo, o veículo sofrer danos conforme o piloto colide com algum obstáculo presente na pista.

Miscellaneous Games (jogos diversos)

Estes são responsáveis por desafiar a taxonomia proposta por Crawford, pois tendem a abranger mais de uma categoria em um mesmo jogo.

Estratégia

São caracterizados por focar na capacidade de cogitação do jogador ao invés de habilidades motoras, além de demandar do jogador mais tempo para jogar. Crawford (1984) dividiu esse tipo de jogo em seis categorias, sendo elas:

Adventures (aventuras)

Neste cenário, o aventureiro (jogador), move-se através de um mundo virtual, buscando recursos e acumulando ferramentas e utilizando-as de forma adequada, com o intuito de superar as adversidades conforme sua aparição, para poder alcançar o objetivo principal do universo proposto.

D&D Games (Dungeon & Dragons)

São conhecidos por serem jogos de exploração, cooperação e conflitos em um ambiente semelhante a um conto de fadas, repleto de castelos, dragões, feiticeiros, anões, utilizando caneta e papel. A digitalização desse gênero surgiu devido a não ser possível jogar sozinho, além do cansaço em rolar dados e realizar cálculos antes de qualquer jogada.

Wargames (jogos de guerra)

Jogos que exigem do jogador alguma estratégia para poder vencer em ambiente de guerra. São divididos em dois grupos, o primeiro é o das conversões diretas dos jogos de tabuleiro convencionais para os ambientes digitais. O segundo grupo caracteriza-se por não ser tão fiel aos jogos de tabuleiro originais.

Games of Chance (jogos de azar)

São digitalizações dos jogos popularmente conhecidos e presentes na vida das pessoas por muito tempo, tais como *blackjack*, *solitaire*.

Educational and Children's Games (jogos educacionais e infantis)

Jogos desenvolvidos com intuito educacional explícito.

Interpersonal Games (jogos interpessoais)

Seu foco é a relação entre indivíduos ou grupos.

Além destes jogos, existem os que são chamados de *serious games*, que têm o objetivo de criar ou melhorar habilidades dos jogadores por meio de análise e execução de tarefas pertinentes ao conteúdo, possibilitando que os jogadores possam errar e aprender com os erros, tendo em vista que o ambiente virtual emula o mundo real. Consequentemente, caso o jogador erre, ele pode vir a notar que suas ações têm consequências e verificar como o ambiente do jogo muda conforme ele age. Esse tipo de jogo pode vir a ser utilizado em diversas áreas, como o treinamento para questões do dia a dia, como o *serious game* “X-Dengue”, desenvolvido por brasileiros com o intuito de conscientizar a população com relação ao mosquito *Aedes aegypti*, transmissor do zika, chikungunya e febre amarela (LIMA et al., 2017), como para conteúdos pragmáticos, como o caso do *Animo Math*, um *serious game* desenvolvido para auxiliar crianças com dificuldades na realização de cálculos matemáticos de adição e subtração. O jogo conta com um mecanismo de inteligência artificial para auxiliar os jogadores mediante seus acertos e erros, pois caso o mesmo falhe por vezes seguidas, o jogo tende a modificar o ambiente e facilitar os cálculos, da mesma forma que também altera

o espaço e dificulta os cálculos caso os mesmos obtenham êxitos seguidos na realização das contas (SUKSTRIENWONG, 2018).

Aplicação da engenharia cognitiva

Já no âmbito dos jogos digitais, um exemplo se refere à técnica desenvolvida para estudar o modelo mental de jogadores iniciantes em jogos de estratégia em tempo real (*Real-Time Strategy* – RTS) utilizando o *Command and Conquer Generals* como base, buscando entender como o modelo mental mudaria conforme a habilidade do jogador fosse crescendo. Modelo mental constitui “um modelo conceitual dentro da mente dos seres humanos que representam o que ela entendeu sobre como as coisas funcionam” (NORMAN, 2013, p. 26). No caso de jogos RTS, o operador é o jogador, e o sistema é a sua relação dentro do jogo. Neste caso, supôs-se que os novos jogadores teriam um modelo mental vago, baseado apenas nas características visuais do jogo e conforme eles ganhassem experiência e discernimento, seus modelos mentais mudariam para acomodar as características funcionais dos NPCs (*Non-Player Character*, agentes de inteligência artificial com o objetivo de interagir com os jogadores, seja dando dicas, aliando-se a eles ou se tornando seus inimigos). Embora os modelos mentais dos participantes avaliados evoluíram, não necessariamente atingiram o modelo previsto. A primeira avaliação dos modelos mentais dos participantes foi conduzida seguindo os dados coletados no primeiro dia. Os modelos iniciais estavam organizados baseados nas dimensões físicas do sistema. Os resultados suportaram a hipótese de que jogadores novatos têm um modelo mental que explora de forma restrita os recursos visuais dos NPCs. A segunda avaliação foi realizada depois dos jogadores interagirem por cinco dias com o sistema. Enquanto apenas um jogador teve o seu modelo mental claramente acomodado com os relacionamentos funcionais dos NPCs, três evoluíram do modelo inicial. Pode ser que, com mais tempo, teriam trocado para o modelo mental suposto (GRAHAM; ZHENG; GONZALEZ, 2006). Estes aspectos são relevantes porque há profissões que requerem habilidades complexas que misturam tanto a capacidade física, quanto a cognitiva, bem como a avaliação de uma determinada situação e a tomada de decisão. Exemplos destas são bombeiros, policiais e enfermeiros, sendo que na maioria dos casos os profissionais passam por treinamentos representativos a situações da vida real. Entretanto, para alcançar a efetividade dos mesmos, é necessário que essas capacitações sejam orientadas por alguém com o objetivo de melhorar as habilidades dos participantes. Por meio de um método da engenharia cognitiva chamada de “situada” (*situated Cognitive Engineering* – SCE), cujo intuito é alcançar princípios de design e uma arquitetura para esses treinamentos específicos, se realizou a projeção de um design racional para um sistema capaz de orientar esses treinamentos baseados em cenário. Esse design consiste de princípios vindos da pesquisa instrucional, das demandas de operação e de tecnologias imaginadas. O uso de um método

voltado a engenharia cognitiva, permitiu a identificação de requisitos associados para um sistema AD-SBT (*Automatically Directed Scenario-Based Training System*, Sistema de treinamento baseados em cenários automaticamente direcionados), requisitos estes baseados em conhecimento sobre transferência, motivação, sobrecarga cognitiva e habilidades metacognitivas (PEETERS et al., 2012). Outro aspecto a ser destacado que é durante a utilização de uma ferramenta, o mais comum é realizar um procedimento com algum objetivo, pois tem-se uma ideia de qual é o tipo de retorno esperado. Norman (2013) diz que as ações do ser humano são divididas em execução, na qual o ser humano realiza procedimentos dentro de uma ferramenta para alcançar o seu objetivo; e avaliação, que abrange qual foi o impacto que o procedimento causou com o seu resultado, bem como a interpretação daquilo e a comparação dos resultados. Partindo disso, o usuário começa pela fase de planejamento, na qual ele analisa todas as formas disponibilizadas pelo cérebro como possíveis para resolver aquele problema e escolhe uma. Então ele entra na fase de especificação, em que diz o porquê de ter escolhido aquela opção e como vai fazer para realizar aquele procedimento. Daí ele segue para a execução, na qual é colocada em prática a concretização dos passos para a conclusão do problema. Seguindo os passos detalhados por Norman (2013), o usuário passa para a avaliação, percebendo o que aconteceu com aquele ambiente durante a realização dos passos os quais ele julgou correto, interpreta o que está acontecendo buscando sentido naquilo e compara o resultado obtido com o que era esperado. Assim, caso o usuário tenha alguma gama de conhecimento sobre o que está fazendo, esses processos podem ser feitos de forma intuitiva, acabando por não focar em “pensar antes de fazer”, devido a sua normalidade.

Entretanto, como nem todo humano possui tais conhecimentos, as ferramentas devem ser projetadas para atender a todos os tipos de usuários, desde os mais iniciantes aos mais experientes (NORMAN, 2013). Caso o jogador esteja tendo uma experiência agradável enquanto realiza as tarefas propostas pelo jogo, o mesmo pode se sentir confortável por estar conseguindo, efetivamente, controlar o universo desenvolvido, possibilitando maior absorção do conhecimento transmitido pela ferramenta. Contudo, entrar em fluxo depende de como o ser humano estabelece o balanceamento ao perceber as possíveis ações naquele momento e como executá-las, isso é a essência da teoria do fluxo (CSIKSZENTMIHALYI, 2014). Este balanço desafia a melhoria das suas habilidades, pois caso elas superarem os desafios, o jogador pode vir a relaxar e ficar entediado, da mesma forma que o praticante pode se sentir incomodado caso não consiga prosseguir com os desafios por ficar sem saber qual habilidade necessita melhorar ou como vai melhorar. Portanto, quando em fluxo, o jogador conseguirá interagir com a ferramenta utilizando suas habilidades de forma harmoniosa, pois estará em equilíbrio dinâmico. Destaca-se que o fornecimento de feedbacks sobre como o ambiente foi

alterado é essencial para isso. Conforme o jogador percebe como suas ações têm impactado na dimensão com a qual ele está interagindo, a velocidade com a qual ele processa a satisfação ou a decepção é feita de forma rápida. Caso ele tenha saído do fluxo, é necessário ajudá-lo a retornar, seja dando dicas implícitas do que ele precisa fazer, dificultando o necessário para alcançar o objetivo, dentre outros. Estar em fluxo é tido como um momento em que o indivíduo concentra-se totalmente no que está fazendo, a ação e a consciência passam a trabalhar em um estado de cooperação elevada, sendo que se perde a noção de tempo devido ao descaso com o meio externo, além do descaminho da consciência sobre qual é o papel do jogador fora do mundo virtual, como ser humano. É uma sensação de controle ao saber como prosseguir durante o caminho trilhado, em saber responder a tudo o que pode vir a acontecer, ou até mesmo o porquê de aquilo ter acontecido. Da mesma forma que o motivo pelo qual o usuário realizou tais ações se tornam apenas uma desculpa, devido ao processo ter seguido de forma agradável. Uma atividade feita em fluxo não é um conjunto de desafios ou oportunidades de ação, mas sim uma grade de desafios dentro de um sistema, disponíveis para acomodar o desenvolvimento de habilidades e o aproveitamento de forma profunda (CSIKSZENTMIHALYI, 2014).

Os aspectos abordados anteriormente são relevantes para a revisão sistemática da engenharia cognitiva em *serious games* voltada ao balanceamento entre diversão e aprendizagem. Uma revisão sistemática pode ser caracterizada como uma revisão de literatura sobre um determinado questionamento de pesquisa a partir de parâmetros estruturados que podem ser reproduzidos para a obtenção dos mesmos resultados, ou seja, consiste numa revisão de literatura que descreve todos os elementos que possibilitaram a definição do conjunto de documentos científicos estudado. Para isso são definidas questões (primárias e secundárias), são elaborados o protocolo de seleção/exclusão e análise das investigações científicas obtidas. Daí se realiza o estudo e se concatena as informações num relatório. Este tipo de revisão surgiu na área de medicina e passou a integrar a área de computação a partir de estudos provenientes da área de engenharia de software. No próximo item são detalhadas as etapas para a realização deste tipo de estudo (KITCHENHAM, 2004; GOUGH; OLIVER; THOMAS, 2012).

Revisão sistemática

É relevante entender não só o conceito de *serious game*, como também suas características, elementos, dentre outros aspectos. Também se destaca a questão do mapeamento de áreas que têm feito uso de *serious games* nos últimos anos na educação e treinamento. Assim, antes da realização da revisão sistemática propriamente dita, foi preciso ampliar o estudo sobre os conceitos primários da engenharia cognitiva, bem como o seu ramo de aplicação e exemplos. Isso foi importante também para o levantamento das palavras-chave

que foram adotadas no estudo. Assim, foi possível entender as áreas envolvidas neste ramo científico e quais mudanças o mesmo trouxe aos projetos nos quais foi aplicada.

Com o estudo estruturado, foi possível iniciar a revisão sistemática e levantar os artigos que destacam os *serious games* que trabalharam com engenharia cognitiva aliada ao desenvolvimento. Com isso, foi possível mapear as lacunas e verificar até que ponto uma ferramenta pode ser melhorada com o design focado no pensamento e ação do usuário, buscando entender se as ações esperadas foram realizadas ou se tomaram proporções inesperadas. Também foram classificados os elementos de engenharia cognitiva aplicados, e quais foram as estratégias para o balanceamento e equilíbrio dos aspectos de diversão e educação. Finalmente, o fechamento da revisão sistemática consolidou os resultados, respondendo às questões primárias e secundárias, bem como elencando lacunas na literatura e possibilidades de desdobramentos da pesquisa realizada.

A partir da exploração dos assuntos abordados na pesquisa, tais como engenharia cognitiva aplicada a *serious games*, a revisão sistemática foi estruturada com o objetivo de responder questões estabelecidas, sendo elas:

- Q1: Existem trabalhos na área de *serious games* os quais aplicaram técnicas de engenharia cognitiva?
- Q2: É possível encontrar artigos que usam engenharia cognitiva em jogabilidade?
- Q3: O problema de sobrecarga cognitiva foi aplicado em *serious game*?
- Q4: Já atuaram utilizando técnicas de jogabilidade para sobrecarga cognitiva? Se sim, quais foram as técnicas?

Seguindo com a revisão sistemática, definiu-se que as bases científicas a serem exploradas seriam *Web of Science* (WoS), Scopus, *Institute of Electrical and Electronic Engineers* (IEEE) e *Association for Computing Machinery* (ACM). O período de realização da revisão sistemática ocorreu de março a junho de 2019 (após a realização da primeira etapa correspondente ao estabelecimento de conceitos teóricos e levantamento de palavras-chave pertinentes). Destaca-se que a pesquisa em si não foi realizada a partir do estabelecimento de um período determinado nas bases, dado que o objetivo era o de coletar todos os artigos já desenvolvidos até então.

A pesquisa nas bases aconteceu a partir da utilização de termos apropriados para o tema, sem esquecer do fato de que devido as bases funcionarem a partir do idioma inglês, os conjuntos de palavras foram escritos utilizando o idioma em questão. As seis *strings* de pesquisa estão apresentadas abaixo e, a seguir, o Quadro 1 sintetiza os resultados obtidos:

- *String 1: "cognitive engineering" + "serious game"*
- *String 2: "cognitive engineering" + "game playability"*

- String 3: "cognitive engineering" + "game usability"
- String 4: "serious game" + "cognitive overload"
- String 5: "cognitive overload" + "game usability"

Quadro 1: *Strings* pesquisadas e resultados obtidos nas bases.

String de busca	ACM	IEEE	Scopus	WoS
<i>cognitive engineering + serious game</i>	1	75	2	26
<i>cognitive engineering + game playability</i>	0	1	0	2
<i>cognitive engineering + game usability</i>	0	24	0	8
<i>serious game + cognitive overload</i>	2	3	4	5
<i>cognitive overload + game usability</i>	0	0	0	1
Total por base	3	103	6	42
Excluídos		90		35
Total excluídos				125
Total geral				154

O IEEE foi a base com maior número trabalhos encontrados, sendo que a maior parte são de conferências e foram submetidos desde o ano de 2009, ou seja, são trabalhos desenvolvidos nos últimos 10 anos. Dentre os elementos retornados, é pertinente destacar o artigo sobre engenharia cognitiva “situada” (PEETERS et al., 2012), o qual foi utilizado durante a abordagem do tópico de aplicações de engenharia cognitiva. Dos artigos obtidos ao realizar as pesquisas nas bases, foram excluídos 125 por não estarem estritamente ligados às *strings* buscadas, destacadas acima, retornando trabalhos da área de, por exemplo, “*engineering education*”, “*cognitive disorder*”, “*cognitive radio systems*” ou até mesmo “*socio-cognitive conflict*”, dentre outros. Além disso, 8 artigos foram repetidos dentre as bases e, após exclusões, foram analisados integralmente 21 artigos. Destes 21 foram excluídos mais 15 (por não estarem estritamente ligados às questões levantadas na revisão sistemática), resultando em 6 artigos como conjunto para análise, destacados no tópico seguinte.

Resultados

Consoante os passos para realização da revisão sistemática em questão, a seguir é realizada a análise dos seis artigos selecionados.

Peeters et al. (2017) abordaram o desenvolvimento de um sistema para treinamentos baseado em cenários por meio do uso de engenharia cognitiva situada. Neste sentido, foram NPCs para instruir o jogador mostrando quais habilidades precisam ser melhoradas e quais ele precisa aprender para poder ter êxito em alguma tarefa. Da mesma forma, por meio da adaptabilidade do cenário e mecanismo com a qual os NPCs interagem com o jogador para fornecer *feedback*, além de mudar alguns elementos no cenário para melhor se adaptar no

treinamento do estagiário, se buscou fortalecer a vontade do estagiário de aprender e tenta fazer com que ele consiga passar as habilidades aprendidas pra frente.

Maciuszek e Martens (2011) analisam a abordagem da engenharia cognitiva em tarefas que exigem características cognitivas do ser humano, em jogos digitais, e a utilização de NPCs como agentes colaborativos e citam como é o oferecimento de assistência ao jogador quando se está realizando construção de itens em jogos de RPG e propõe a utilização de duas abordagens (*Assistive Technology Approach & Intelligent Tutoring Approach*) com o intuito de melhorar a experiência durante a simulação de antigas profissões, tais como construção, alfaiataria, refinamento etc.

Shu e Tan (2012) trabalharam na melhoria da forma com a qual os NPCs atuam nos jogos, aplicando aspectos humanos nesses agentes computadorizados, com o objetivo de melhorar a jogabilidade e atratividade para os jogadores, propondo um modelo computacional chamado CRAA (*Cognitive Regulated Affective Architecture*), baseado na teoria de regulação emocional cognitiva e na teoria da emoção. Com isso, desenvolveram um NPC “emocional” (que simula emoções humanas) e o incluíram no jogo *Unreal Tournament*, para batalhar com jogadores e diagnosticar o que estava acontecendo no ambiente e utilizar as seis emoções de Ekman (raiva, desgosto, medo, felicidade, tristeza e surpresa) para dar sua opinião. O modelo em questão, quando comparado com outros três propostos na mesma periodicidade, utilizando avaliação humana, foi o que obteve a maior acurácia de resultados, além de que foi capaz de aprender padrões emocionais de seres humanos.

Gomes et al. (2013) descrevem um *serious game* de simulação para ensinar aos jogadores uma metodologia de manufatura que aumenta a produtividade, segurança e motivação dos funcionários, além de melhorar o clima da organização. Com o objetivo de fornecer novas maneiras de treinamento para que os estudantes consigam obter melhores performances e incrementem suas habilidades pessoais e profissionais, desenvolveram um jogo chamado de “The 5S Game”, para que os mesmos sejam capacitados antes de ingressar, por exemplo, no ramo industrial. Por meio de tentativa e erro, o jogador é incentivado a aprender sobre a metodologia em questão sem fazer com que o mesmo alcance a sobrecarga cognitiva, um estado mental em que o ser humano chega quando submetido ao excesso de informações simultâneas, podendo resultar, por exemplo, em stress. O jogo se provou válido como uma ferramenta motivacional para aprendizagem e treinamento, e foi desenvolvido após os autores verificarem que não existiam recursos digitais deste tipo para ensinar o método conhecido como “5S”, sigla derivada de cinco palavras japonesas, que iniciam com a letra S, sendo elas: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke.

Ismailovic et al. (2012), realizaram uma pesquisa explorando trabalhos que abordaram técnicas de adaptatividade em *serious games* e concluíram que, até aquele determinado momento, não existia abordagem para essa questão, e decidiram criar um *framework* para resolver essa lacuna. Partindo também da razão pela qual seres humanos tendem a ter uma melhor curva de aprendizado quando são instruídos por tutores também humanos, realizaram avaliações para obter dados, colocando tutores para analisar como pessoas interagem com *serious games* com o intuito de encontrar maneiras de ajudar os jogadores, para entender quais aspectos ou elementos poderiam ser alterados durante a experiência do jogador e assumiram esses elementos são o ambiente do jogo e o conteúdo apresentado. Dividiram o processo de adaptatividade em quatro passos, sendo que o jogador é monitorado, caracterizado, avaliado e daí se apresenta a intervenção adaptativa. Os autores concluíram que alguns elementos podem ser adaptáveis e outros não, além de que os elementos adaptáveis tendem a alterar a maneira com a qual o jogador tende a resolver os problemas relacionados ao conteúdo do *serious game*.

Yessad et al. (2010) atuaram no desenvolvimento de um ambiente, *chamado SeGAE (Serious Games Authoring Environment)*, para edição de elementos de *serious games*, tais como características dos personagens, objetivos das missões, condições de vitória e derrota, e as ações a serem executadas durante cada tarefa, com o objetivo de alterar *serious games*, até mesmo os que já foram finalizados, para que os jogadores consigam aprender novos conceitos pedagógicos. O ambiente em questão foi abordado em um jogo chamado *Blossom Flowers*, um *serious game* voltado para jovens empreendedores que residem em países em desenvolvimento, com o intuito de mostrar para os mesmos o quão favorável é a utilização de computadores, impressoras, sistemas de e-mail e outras ferramentas de comunicação modernas para que o rendimento de uma rotina de trabalho seja incrementado.

Considerações finais

A partir da execução da revisão sistemática, apurou-se que existem *serious games* em que foram aplicadas técnicas de engenharia cognitiva (Q1), bem como criações de novos métodos para melhorar processos ou preencher lacunas após pesquisas realizadas. Também foi possível encontrar um trabalho em que foi utilizada a engenharia cognitiva para melhorar a jogabilidade de games (Q2), embora este artigo este proponha a utilização de um padrão emocional clássico, por meio de expressões emocionais, é possível notar que a quantidade é limitada, tendo uma lacuna para possivelmente ser preenchida por pesquisas futuras. Existem *serious games* que trataram do problema de sobrecarga cognitiva (Q3) em seu desenvolvimento, entretanto essa foi a pergunta que retornou baixa quantidade de trabalhos, além de que três, sem contar que os trabalhos não mostram as técnicas utilizadas para resolver o problema em questão, apenas dizem que o problema foi solucionado. Por fim, não

foram retornados trabalhos que abarcaram a utilização de técnicas de jogabilidade para solucionar o problema de sobrecarga cognitiva (Q4), o que implica em mais um tema para ser abordado em pesquisas futuras.

Finalmente, mas não menos importante, foi possível a identificação de trabalhos nas áreas de engenharia cognitiva e *serious games*, bem como o mapeamento de novos temas para a elaboração de novas pesquisas científicas no âmbito de *serious games* para que o seu desenvolvimento seja feito utilizando abordagens para fazer com que o jogador consiga interagir por mais tempo com as ferramentas sem querer abandonar a experiência antes do tempo proposto.

Referências

CARVALHO, R; ISHITANI, L. Fatores motivacionais para desenvolvimento de mobile serious games com foco no público da terceira idade: uma revisão de literatura. ETD – Educação Temática Digital, v. 15, n. 1, pp. 16-32, jan./abr. 2013.

CRAWFORD, C. (1984), "The Art of Computer Game Design", McGraw-Hill College.

CSIKSZENTMIHALYI, M. (2014). "Flow and the Foundations of Positive Psychology, The Collected Works of Mihaly Csikszentmihalyi". Springer, 2014.

FRANZWA, C. et al. Serious Game Design: Motivating Students through a Balance of Fun and Learning. In: 5th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications (VS-GAMES), Poole, pp. 1-7, 2013.

FRANZWA, C. Balancing Fun and Learning in a Serious Game Design. International Journal of Game-Based Learning, v. 4, n. 4, pp. 37 – 57, out./dez. 2014.

GERSH, J. et al. Cognitive Engineering: Understanding Human Interaction with Complex Systems. Johns Hopkins APL Technical Digest, v. 26, n. 4, pp. 377 – 382, 2005.

GOUGH, D. et al. An introduction to systematic reviews. London: Sage.

GOMES, D., et al. Serious Games for Lean Manufacturing: The 5S Game. IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologias del Aprendizaje v. 8, i. 4, 2013.

GRAHAM, J. et al. A Cognitive Approach to Game Usability and Design: Mental Model Development in Novice Real-Time Strategy Gamers. CyberPsychology & Behavior, v. 9, n. 3, pp. 361 – 366, 2006.

HUIZINGA, J. (1938), "Homo Ludens: O jogo como elemento da cultura", Perspectiva.

ISMAILOVIC, D., et al. Adaptive serious game development. 2012 Second International Workshop on Games and Software Engineering: Realizing User Engagement with Game Engineering Techniques (GAS), 2012.

KITCHENHAM, B. Procedures for Performing Systematic Reviews. Keele University, Keele, 33.

KARRAY, F. et al. Human-Computer Interaction: Overview on State of the Art. International Journal on Smart Sensing and Intelligent Systems, v. 1, n. 1, pp. 137 –159, 2008.

LIMA, T. et al. Playing against dengue design and development of a serious game to help tackling dengue. IEEE 5th International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH), 2017.

MACIUSZEK, D., MARTENS, A. Cognitive Tasks and Collaborative Agents for Microadaptive Game Activities. Proceedings of the 29th Annual European Conference on Cognitive Ergonomics, pp. 271-272, 2011.

NORMAN, D. The Design of Everyday Things. 2. Ed. Rev. Ampl. New York, NY: Basic Books, 2013.

PEETERS, M. et al. Situated Cognitive Engineering: The Requirements and Design of Automatically Directed Scenario-based Training. In: ACHI 2012 The Fifth International Conference on Advances in Computer-Human Interactions, IARIA, pp. 266 – 272, 2012.

RITTER, F. et al. Foundations for Designing User-Centered Systems: What System Designers Need to Know about People. London: Springer Verlag London, 2014.

SHU, F., TAN, A. A biologically-inspired affective model based on cognitive situational appraisal. The 2012 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN), 2012.

SUKSTRIENWONG, A. Animo Math: the Role-Playing Game in Mathematical Learning for Children. TEM Journal. Volume 7, Issue 1, Pages 147-154, 2018.

YESSAD, A., et al. SeGAE: A Serious Game Authoring Environment. 2010 10th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, 2010.

Contatos

mateustcem@gmail.com e pollyana.notargiacomo@mackenzie.br