



## Evidências Preliminares da Teoria da Carga Cognitiva em Jogos Digitais

*João Batista Mossmann<sup>1</sup>, Debora Nice Ferrari Barbosa<sup>2</sup>, Paulo Ricardo Barros<sup>3</sup>,  
Vitor Caetano Silveira Valadares<sup>4</sup>, Richard Nunes da Silva<sup>5</sup>, Ramon Eduardo da Costa Fischer<sup>6</sup>,  
Vinicius Brochetto<sup>7</sup>, Bruna Teles Gonçalves<sup>8</sup>*

*Universidade Feevale*

### Resumo

No contexto do desenvolvimento de material aplicado no processo de ensino e aprendizagem, a Teoria da Carga Cognitiva (TCC) procura demonstrar que novas informações devem ser processadas com facilidade na Memória de Trabalho para, por consequência, construir esquemas que ficarão armazenados na Memória de Longo Prazo, melhorando assim, a aprendizagem dos indivíduos. Para isso, a TCC propõe alguns princípios para a construção de materiais didáticos. Assim, esse trabalho procura investigar a incidência das diretrizes da TCC nos Jogos Digitais. Os resultados indicam que os jogos digitais apresentam elementos da TCC, podendo estes serem utilizados como artefatos para potencializar a aprendizagem.

**Palavras chave:** Teoria da Carga Cognitiva. Memória de Trabalho. Jogos Digitais.

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação (PPGIE) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) – Porto Alegre – RS – Brazil. Curso Superior de Tecnologia em Jogos Digitais – Universidade Feevale – Novo Hamburgo, RS – Brazil. mossmann@feevale.br

<sup>2</sup> Programa de Pós-graduação em Diversidade Cultural e Inclusão Social – Universidade Feevale – Novo Hamburgo, RS – Brazil. deboranice@feevale.br

<sup>3</sup> Curso Superior de Tecnologia em Jogos Digitais – Universidade Feevale – Novo Hamburgo, RS – Brazil. pbarros1979@gmail.com

<sup>4</sup> Curso Superior de Tecnologia em Jogos Digitais – Universidade Feevale – Novo Hamburgo, RS – Brazil. vitorcsv@feevale.br

<sup>5</sup> Curso Superior de Tecnologia em Jogos Digitais – Universidade Feevale – Novo Hamburgo, RS – Brazil. richardsilva@feevale.br

<sup>6</sup> Curso Superior de Tecnologia em Jogos Digitais – Universidade Feevale – Novo Hamburgo, RS – Brazil. brunatelles@r7.com

<sup>7</sup> Curso Superior de Tecnologia em Jogos Digitais – Universidade Feevale – Novo Hamburgo, RS – Brazil. |ramon.ecf@gmail.com

<sup>8</sup> Curso Superior de Tecnologia em Jogos Digitais – Universidade Feevale – Novo Hamburgo, RS – Brazil. viniciusbrochetto@gmail.com

## **Abstract**

The Cognitive Load Theory (CLT) aims to demonstrate that new information must be processed with ease on the Working Memory. Therefore, this process can build schemes that will be stored in Long-Term Memory, improving the individuals' learning. For this, the CLT provides guidelines for design and develop digital learning resources. This work investigates the impact of the CLT guidelines to design digital games. The results indicate that the digital games feature CLT guidelines and these can be used for enhance learning.

**Keywords:** Cognitive Load Theory. Work Memory. Games.

## **INTRODUÇÃO**

Atualmente, entende-se que os Ambientes de Aprendizagem não são somente os sistemas aplicados à publicação e mediação da educação à distância, os chamados Ambientes de Ensino à Distância. Demais softwares, sistemas e serviços empregados no processo de ensino e aprendizagem são considerados ambientes de aprendizagem (Vilaça, 2013). Nesse entendimento, enquadram-se no contexto os jogos educacionais e jogos sérios aplicados no ensino formal. Contudo, em diferentes aspectos, os jogos de entretenimento também promovem a aprendizagem.

Nesse sentido, Johnson (2005) afirma que jogadores, ainda que sem a intensão, realizam um processo de aprendizado, mesmo que involuntário. Define-se esse processo como “aprendizagem colateral” (Johnson, 2005). Então, mesmo que jogo deveria ser apenas um elemento para entretenimento, ele acaba estimulando esse processo. Exemplo: é possível que um sujeito, ao jogar algo ambientando na II Guerra Mundial, aprenda sobre a geografia da Normandia, tal como ocorre no *game* Medal of Honor (Medal of Honor Allied Assault, 2015). Desta forma, os jogos possibilitam diferentes experimentações de conteúdo, uma vez que os seus cenários e demais elementos podem favorecer o processo de aprendizagem. Ainda, outra experimentação possível é a própria aprendizagem de outras habilidades não ligadas diretamente ao conteúdo apresentado, assim como em uma abordagem de solução de problemas e lógica. Um exemplo é o jogo “Cut the Rope” (Cut the Rope, 2015) onde o jogador conduz um pequeno monstro em um ambiente repleto de obstáculos estrategicamente distribuídos para formar um quebra-cabeça que deve ser resolvido, através de uma estratégia lógica definida e formulada pelo usuário.

No contexto da concepção e desenvolvimento de material aplicado no processo de ensino e aprendizagem, a Teoria da Carga Cognitiva (TCC) foi proposta pelo psicólogo Australiano John Sweller (Sweller, 2003). Sweller conduziu uma série de pesquisas experimentais que objetivam

a concepção de uma teoria propondo princípios para a melhor construção desses materiais didáticos. A TCC possui a premissa de que o sistema cognitivo humano possui uma Memória de Trabalho bem limitada. Segundo os estudos, foi possível estabelecer que ela armazena de 5 a 9 elementos de informações (teoria do sete mais ou menos dois), podendo processar de 2 a 4 elementos de maneira simultânea. Além disso, constatou-se que as informações contidas na Memória de Trabalho podem ser perdidas após 20 segundos. A TCC procura demonstrar que novas informações devem ser processadas com facilidade na Memória de Trabalho para, por consequência, construir esquemas que ficarão armazenados na Memória de Longo Prazo, melhorando assim, a aprendizagem dos indivíduos. Para isso, a TCC propõe princípios para a melhor construção de materiais didáticos aplicados em diferentes níveis, buscando equilibrar as diferentes cargas cognitivas.

Neste sentido, esse trabalho procura investigar a incidência das diretrizes da TCC nos Jogos Digitais. Como primeira etapa metodológica, ocupou-se de um levantamento bibliográfico acerca da TCC. A partir disso, identificaram-se quinze diretrizes oriundas da TCC e que foram aplicadas na concepção de material instrucional utilizado no ensino da área da saúde (Van Merriënboer e Sweller, 2010). Desta forma, passou-se a investigar a incidência inicial de seis dessas mesmas diretrizes em jogos digitais. O resultado apresentado neste estudo demonstra que as seis diretrizes, pertencentes ao agrupamento, diminuindo a carga estranha, são aplicadas nos jogos digitais. Ao término, a pesquisa almeja demonstrar que os jogos digitais apresentam elementos da TCC, e podem ser utilizados como artefatos para potencializar a aprendizagem em diferentes áreas do ensino.

Além desta introdução, a seção 2 expõe os principais conceitos relacionados com a TCC. Posteriormente, na seção 3, são apontadas as diretrizes para aplicação da TCC e sua relação com o processo de aprendizagem. Na seção 4 são apresentadas as evidências da TCC em jogos digitais, a partir das diretrizes propostas pela teoria. Finalmente, na seção 5, as conclusões do trabalho são relatadas.

## **TEORIA DA CARGA COGNITIVA**

Conforme mencionado na Introdução deste artigo, a TCC possui como premissa que o sistema cognitivo do homem contém uma Memória de Trabalho bem limitada. Segundo os estudos, foi possível estabelecer que ela armazena “7+-2” elementos, ou seja, que ela registra de 5 até 9 informações, podendo processar de 2 a 4 elementos de maneira simultânea. Além disso, as informações contidas na Memória de Trabalho são perdidas após 20 segundos (Miller, 1956).

A TCC procura demonstrar que novas informações devem ser processadas com facilidade na Memória de Trabalho e, por consequência, construir esquemas na Memória de Longo Prazo.

Os sistemas de memória anteriormente descritos trabalham em conjuntos. Em decorrência desse modelo, sabe-se que a Memória de Longo Prazo altera as características da Memória de Trabalho, isso porque na Memória de Longo prazo ficam armazenados os esquemas cognitivos, denominados de chunks na TCC. Esquemas são estruturas de memória que fornecem uma séria de informações sobre diferentes elementos organizados/armazenados como um único esquema (Cowan, 2009) (Clark, 2006).

Através dos esquemas armazenados na Memória de Longo Prazo, é possível que um aluno, por exemplo, combine ideias simples e complexas no sentido de construir um esquema que explique e exemplifique algum tipo de conhecimento. A título de exemplo, um estudante de Linguagens de Programação combina gradualmente seus conhecimentos isolados das estruturas básicas necessárias para o aprendizado de programação (estruturas de repetição, decisão, operadores lógicos, etc) com a união lógica desses mesmos elementos no sentido de desenvolver um algoritmo (programa) que resolva um determinado problema. Assim, o aprendiz de Linguagem de Programação organiza esse conhecimento através de um esquema, que reduz a carga cognitiva sobre a Memória de Trabalho, uma vez que o esquema conta como um único elemento, mesmo que contenha um conteúdo complexo.

Quando um esquema é repetidamente aplicado, em função de uma determinada prática, ele se torna automatizado (Van Merrieboer, 2003). É o que ocorre, citando caso parecido, com motoristas experientes. Esquemas automatizados liberam a Memória de Trabalho para outras atividades, isso porque esse tipo de sistema não precisa ser processado na referida memória.

Entretanto, sabe-se que essa limitação ocorre somente com as novas informações. Quando as informações são recuperadas da Memória de Longo Prazo, pode-se contornar essa limitação, já que muitos elementos recuperados nesta Memória são tratados como um único Esquema na Memória de Trabalho (Sweller, 2003).

A carga de processamento na Memória de Trabalho pode ser afetada por diferentes ocorrências. Dentre estas ocorrências, podem-se citar a complexidade inseparável/natural de um determinado conteúdo que se objetiva o aprendizado (carga intrínseca), a forma que esse conteúdo é apresentado para o aprendiz (carga estranha) e, também, os recursos utilizados para lidar com a complexidade intrínseca dos conteúdos, que, quando bem aplicados, resultam no aprendizado.

Neste sentido, a TCC propõe três diferentes cargas, sendo elas: Carga Cognitiva Intrínseca, Carga Cognitiva Relevante, Carga Cognitiva Estranha (Clark, 2006). A combinação, soma, das diferentes cargas cognitivas resulta na carga cognitiva total (Paas et al., 1993), (Clark, 2006). Então, conforme já descrito, a relação entre as diferentes Cargas Cognitivas apresentadas pela TCC pode ser expressa como:  $CGt = CGr - (CGe + CGi)$ , onde:

- CGt é a Carga Cognitiva Total;
- CGr Carga Cognitiva Relevante;
- CGe Carga Cognitiva Estranha;
- CGi Carga Cognitiva Intrínseca.

Diferentes trabalhos de John Sweller constituem uma série princípios e efeitos que aplicados resultam na melhoria da Carga Cognitiva Total, tais como:

- Problemas sem objetivo específico (Sweller, 1983);
- Efeito dos problemas resolvidos (Sweller, 2006);
- Efeito da Atenção Dividida (Ayres e Sweller, 2005);
- Efeito Redundância (Chandler e Sweller, 1991).

Nesse sentido, o trabalho (Van Merriënboer e Sweller, 2010) descreve quinze diretrizes de projeto, onde o objetivo é reduzir a Carga Estranha, gerenciar a Carga Intrínseca e otimizar a Carga Relevante. Realiza, ainda, a avaliação dessas diretrizes aplicadas no contexto do ensino para a área da saúde. O próximo capítulo apresenta cada uma das quinze diretrizes sugeridas no trabalho.

## **Diretrizes de Orientação para a Aplicação da Teoria da Carga Cognitiva**

No estudo desenvolvido por Merriënboer e Sweller (2010), foram apresentados princípios e estratégias de projeto aplicados a TCC. Estas diretrizes têm como objetivo diminuir a carga estranha, gerenciar e otimizar carga intrínseca e a carga pertinente. As Quinze diretrizes são exibidas na Tabela 1.

**Tabela 1 – Diretrizes da TCC – Adaptado de (Van Merriënboer e Sweller, 2010)**

GUIDELINE	DESCRIÇÃO
<b>Diminuindo a carga estranha (<i>Decreasing extraneous load</i>)</b>	
1 - Problema sem objetivo específico ( <i>Goal-free principle</i> )	Substitua tarefas convencionais com tarefas sem objetivo específico que provenha metas não determinadas ao usuário/aluno/aprendiz.
2 - Exemplos resolvidos ( <i>Worked example principle</i> )	Substitua tarefas convencionais com exemplos resolvidos que forneçam a solução completa que os usuários/alunos/aprendizes devem estudar cuidadosamente.
3 - Exemplos parcialmente resolvidos ( <i>Completion principle</i> )	Substitua tarefas convencionais com exemplos parcialmente resolvidos que forneçam uma solução incompleta para os usuários/alunos/aprendizes completarem.
4 - Princípio atenção dividida ( <i>Split attention principle</i> )	Substitua múltiplas fontes de informação, distribuídas espacialmente (atenção dividida espacial) ou temporal (atenção dividida temporal), com uma fonte de informação integrada.
5 - Princípio do efeito da modalidade ( <i>Modality principle</i> )	Substituir um texto explicativo escrito ou outra fonte de informação visual (unimodal) por um texto explicativo e falado, sendo uma fonte visual de informações (multimodal).
6 - Princípio da redundância ( <i>Redundancy principle</i> )	Substitua múltiplas fontes de informação que podem ser compreendidas da mesma forma por uma única fonte de informação.
<b>Gerenciando carga intrínseca (<i>Managing intrinsic load</i>)</b>	
7 - Estratégia de simples ao complexo ( <i>Simple-to-complex strategy</i> )	Substituir uma série de tarefas convencionais com tarefas que apresentem primeiramente elementos isolados (baixa interatividade) e gradualmente aumente a complexidade até que atinja toda a complexidade das tarefas.
8 - Estratégia de baixa a alta fidelidade ( <i>Low- to high-fidelity strategy</i> )	Substitua uma série de tarefas convencionais com tarefas que são primeiramente realizadas em um ambiente de baixa fidelidade (interatividade entre elementos reduzida), para então realizá-las em ambientes com fidelidade crescente.
<b>Otimizar a carga pertinente (<i>Optimising Germane load</i>)</b>	
9 - Princípio variabilidade ( <i>Variability Principle</i> )	Substituir tarefas com características semelhantes, por tarefas que diferem em todas as dimensões.
10 - Princípio da intervenção contextual ( <i>Contextual interference principle</i> )	Substitua uma série de variantes de tarefas com baixa interferência contextual por uma série com alta interferência contextual.
11 - Princípio da auto explicação ( <i>Self-explanation principle</i> )	Substitua exemplos práticos ou tarefas de completar por exemplos que contenham momentos nos quais o aluno deve concluir a informação.
<b>Lidar com o efeito especialidade de reversão (<i>Dealing with the expertise reversal effect</i>)</b>	
12 - Estratégia de conclusão ( <i>Completion Strategy</i> )	Substituir tarefas convencionais por tarefas nas quais gradativamente são apresentados exemplos, e posteriormente tarefas parcialmente concluídas e, por fim, os alunos devem concluir de forma independente a tarefa de forma completa.
13 - Estratégia de orientação gradual ( <i>Fading guidance strategy</i> )	Substituir tarefas convencionais por tarefas que fornecem orientação considerável no início, mas gradualmente diminuem a orientação até que não haja mais orientação.
14 - Estratégia integrado a não integrado ( <i>Integrated to non-integrated strategy</i> )	Substituir tarefas com exemplos integrados, dois estágios, com textos e imagens seguidos por exemplos não integrados, que apenas apresentam a imagem ou apenas o texto.
15 - Estratégia de modo duplo para modo único ( <i>Dual- to single-mode strategy</i> )	Substitua uma série convencional de apresentação com dois canais de exposição, por uma série de apresentação em duas etapas, uma com dois canais de exposição, seguida por uma de canal único, que elimine a informação auditiva.

## **Diminuindo a carga estranha (Decreasing extraneous load)**

Para diminuir a carga estranha foram criadas seis diretrizes. A primeira diretriz apresentada, o princípio do Problema sem objetivo específico (*Goal-free principle*), sugere tarefas sem objetivo, que fornecem aos alunos uma meta não específica, como solicitar a eles que elejam tantas soluções quanto possível, que devem estar relacionadas com o problema apresentado, ao invés de perguntar qual solução é indicada em função deste problema. A segunda diretriz, Exemplos resolvidos (*Worked example principle*), sugere o uso de exemplos prontos que fornecem uma solução completa, a qual os alunos devem estudar cuidadosamente, e, logo após, criticar a solução apresentada, em vez de propor a sua elucidação, sem nenhuma base.

Terceira diretriz, Exemplos parcialmente resolvidos (*Completion principle*), indica a substituição de tarefas tradicionais por tarefas parcialmente resolvidas, que proporcionam uma solução parcial onde os alunos devem terminar a tarefa. Sugira aos alunos observar de perto um problema e a solução parcialmente dada, solicite que complete a execução da parte faltante, em vez de ter que executar toda a operação de forma independente. A quarta diretriz, princípio da atenção dividida (*Split attention principle*), recomenda substituir múltiplas fontes de informação, como imagens e texto, por uma única fonte de informações. A fonte de informação integrada reduz a carga estranha, porque não há necessidade dos alunos integrarem mentalmente as informações de diferentes fontes.

Em quinto, princípio do efeito da modalidade (*Modality principle*). Ele sugere substituir um texto explicativo escrito ou outra fonte de informação visual (*unimodal*) por um texto explicativo e falado, sendo uma fonte visual de informações (multimodal), reduzindo a carga estranha. Isso porque é empregada tanto a parte visual quanto a auditiva para processar as informações. Como efeito, gera-se um aumento de capacidade disponível de memória de trabalho. A última diretriz deste grupo, princípio da redundância (*Redundancy principle*), sugere a substituição múltiplas fontes de informações autossuficientes (que podem ser compreendidos por conta própria), por apenas uma fonte de informação. A única fonte reduz a carga estranha causada pelo processamento de informação redundante desnecessariamente.

## **EVIDÊNCIAS INICIAIS DA TEORIA DA CARGA COGNITIVA EM JOGOS DIGITAIS**

Com base nas quinze diretrizes da TCC desenvolvida por Merriënboer e Sweller (2010), foi possível identificar preliminarmente seis destas diretrizes aplicadas em jogos digitais, conforme apresentado a seguir.



## Diretriz 1 - Problema sem objetivo Específico (**Goal-free principle**)

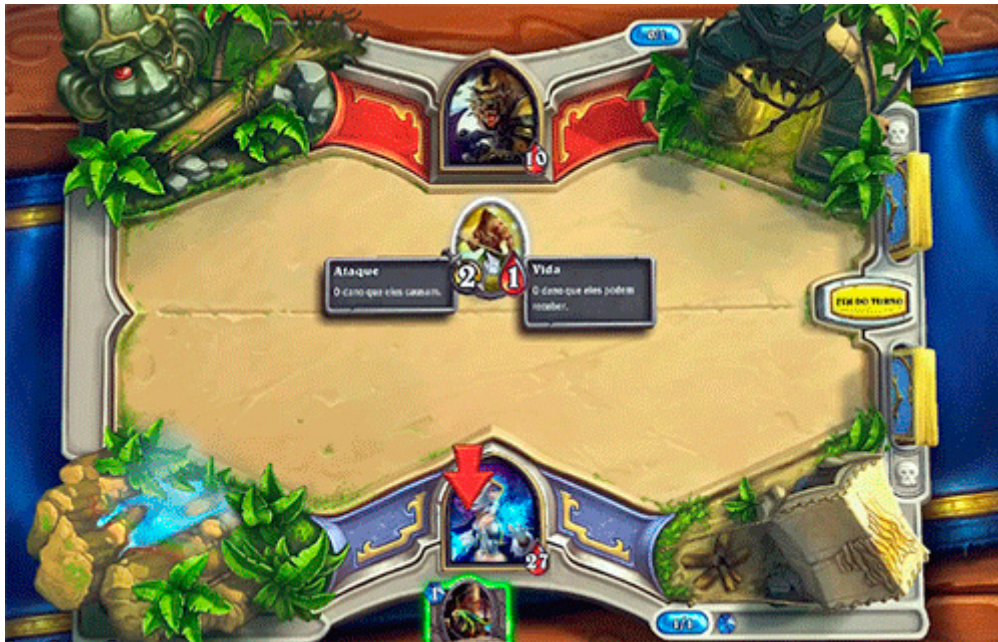
Como exemplo desta primeira *guideline* em um jogo comercial, podemos citar o “Minecraft”, desenvolvido pela empresa Mojang e cuja primeira versão para PCs data de 2009 (Minecraft, 2015). Em seu modo de jogo intitulado de “campanha”, o único objetivo do jogador é o de sobreviver, e ele pode seguir o caminho que quiser para isso. O mapa do jogo é criado de forma aleatória e tudo presente naquele mundo é composto de uma variedade de blocos, que podem ser coletados e utilizados para construir objetos que ajudarão o jogador a alcançar diferentes regiões do mapa, ou sobreviver aos inimigos. Os blocos podem ser combinados para criar outros blocos com características diferentes, ou, então, acessórios para o personagem, como escadas, espadas, portas, meio de transporte, entre outras coisas. A sua mecânica livre abre espaço para que o jogador possa descobrir o mundo e suas peculiaridades por conta própria.



## Diretriz 2 - Exemplos resolvidos (**Worked example principle**)

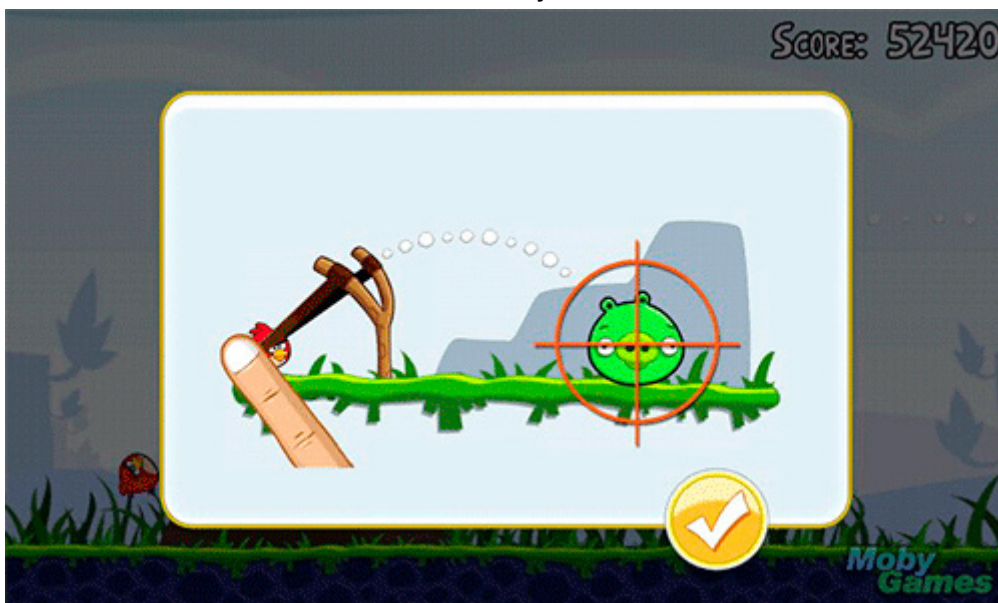
O princípio dos exemplos resolvidos pode ser percebido nos jogos toda vez que algum tutorial obrigue o jogador a seguir um roteiro pré-determinado, sem a opção de tomar uma decisão diferente, geralmente com o intuito de apresentar alguma rotina padrão ou uma sugestão de ação para certos momentos. Tal lógica pode ser percebida no jogo “Hearthstone: heroes of warcraft”, lançado para PCs e Tablets em 2014 pela empresa Blizzard (Hearthstone: Heroes of Warcraft, 2015). Seu tutorial mostra o funcionamento das cartas e qual a forma mais básica de usá-las. O tutorial sempre dá aos novos jogadores as mesmas situações e exige que eles executem sempre as mesmas ações para derrotar o adversário virtual.





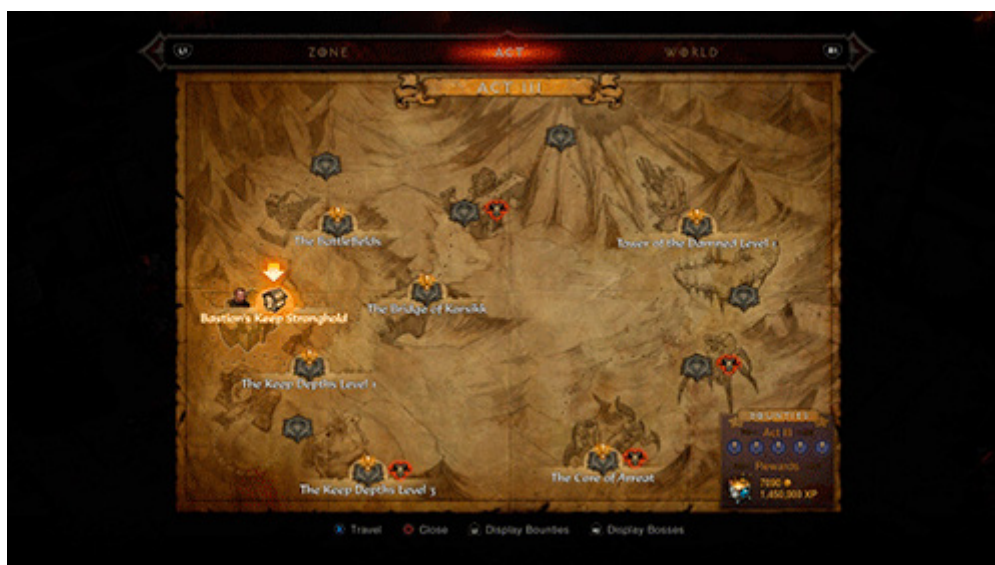
### Diretriz 3 - Exemplos parcialmente resolvidos (**Completion Principle**)

Podemos notar o princípio dos exemplos parcialmente resolvidos no jogo “Angry birds”, do estúdio Rovio (Angry Birds, 2015). Lançado para dispositivos móveis no ano de 2009, o game consiste basicamente em utilizar um estilingue para arremessar pássaros contra construções com o intuito de atingir ou derrubar porcos. Toda vez que o jogo introduz uma nova mecânica (um novo pássaro ou estilingue) é exibido um vídeo exemplificando o usar da nova ferramenta para eliminar e resolver o problema, que no caso é atingir os porcos de maneira direta, com os próprios pássaros, ou indiretamente, utilizando objetos de cenários.



### **Diretriz 4 - Princípio da atenção dividida (*Split Attention Principle*)**

No jogo “Diablo 3” lançado pela Blizzard em 2012 e disponível originalmente para PCs (Diablo 3, 2015), podemos notar o princípio da atenção dividida, na forma com que os mapas dos atos são exibidos. A representação espacial dos mundos do jogo, em forma de mapa, destaca apenas os pontos de interesse, que indica qual local o jogador precisa ir para completar a missão atual, juntamente de algumas características específicas do local, como, por exemplo, se a fase em questão foi vencida e/ou visitada anteriormente, se ela apresenta algum tipo de chefe a ser derrotado, se ela tem alguma recompensa maior, etc. Além deste, é claro, são exibidos os nome e as posição das regiões. Também há um espaço para exibir dados de alguma região selecionada, como as recompensas a serem obtidas, a experiência que ela gera e qual o nível mínimo recomendado para enfrentá-la.



### **Diretriz 5 - Efeito Modalidade (*Modality Principle*)**

No game “Street Fighter 4”, lançado para consoles em 2008 pela Capcom (Street Fighter 4, 2015), o princípio da modalidade pode ser exemplificado com o resultado de um embate. Quando a barra de vida de um dos avatares chega a zero, o jogo apresenta três formas de indicar tal situação: com o congelamento temporário da situação do final do combate; com um texto centralizado e destacado na tela indicando o que ocorreu; e por fim, com a narração deste mesmo texto.



## **Diretriz 6 - Princípio da Redundância (*Redundancy Principle*)**

O jogo de simulação de corrida “Forza 4”, lançado em 2011 pela empresa Turn 10, exclusivo de Xbox 360 (Forza 4, 2015), utiliza um método de indicação de direção que nos serve como exemplo do princípio da redundância. Durante a corrida, o jogo exibe uma linha com pequenas setas que têm a função de mostrar qual a melhor rota a ser seguida na pista e ainda a velocidade que ele deve utilizar para melhor executar tal trajeto. Para a velocidade, optou-se por utilizar uma variação de cores que vai do vermelho ao verde, para velocidades menores e maiores, respectivamente. Quando o jogador se deparar com uma curva com setas vermelhas, ele sabe que deve reduzir sua velocidade atual, quando as setas ficarem em amarelo (meio tom) ele deve manter e quando elas ficarem verdes, significa que o jogador pode e deve acelerar, caso queira fazer o melhor tempo.





## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O contexto em que a TCC aborda recomendações para a elaboração de materiais de ensino e aprendizagem se baseia em conhecimentos sobre o funcionamento da memória de trabalho. É natural a sua aplicação na concepção e desenvolvimento de jogos digitais, já que se objetiva que o jogador aprenda as mecânicas do jogo e, por consequência, o conteúdo.

Logo, essa pesquisa catalogou seis diretrizes relatadas no trabalho (Merrienboer e Sweller, 2010) e como elas são encontradas nos diferentes jogos, para então evidenciar que a TCC é aplicada nos jogos digitais.

Entende-se que, já que a TCC é aplicada no contexto de jogos comerciais de entretenimento, conforme demonstrado nesse estudo, torna-se viável, primeiramente verificar se as demais nove diretrizes também são verificáveis nos jogos digitais.

## REFERÊNCIAS

Angry Birds. Endereço para site do jogo - Angry birds. Disponível em: <<https://www.angrybirds.com/>>. Acesso em: 24 jun. 2015.

Ayres, P.; Sweller, J. (2005) The split attention principle. In: Cambridge Handbook of Multimedia Learning, por MAYER, 135-146. New York: Cambridge University Press.

Chandler, P; Sweller, P. (1991) Cognitive Load Theory and the Format of instruction. Cognition and Instruction, 1991: 283-332.

Clark, R.; Sweller J.; Kirschner P. (2006) Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching. Educational Psychologist, 41(2), 75-86.

Diablo 3. Endereço para site do jogo - Diablo 3. Disponível em: <<http://us.battle.net/d3/pt/>>. Acesso em: 24 jun. 2015.

Dissertação Cowan, N. (2009) The magical number four: how is working memory capacity limited, and why. Current Directions in Psychological Science.

Forza 4. Endereço para site do jogo - Forza 4. Disponível em: <<http://www.forzamotorsport.net/en-US/games/fm4/features>>. Acesso em: 24 jun. 2015.

Hearthstone: Heroes of Warcraft. Endereço para site do jogo - Hearthstone: heroes of warcraft. Disponível em: <<http://us.battle.net/hearthstone/pt/>>. Acesso em: 24 jun. 2015.

Johnson, S. (2005) Everything Bad Is Good For You: How Today's Popular Culture Is Actually Making Us Smarter. New York: Riverhead Books.

Medal of Honor Allied Assault. Endereço para site do jogo - Medal of Honor Allied Assault. Disponível em: <<http://www.ea.com/uk/medal-of-honor-allied-assault/>>. Acesso em: 24 jun. 2015.

Miller G. A. (1956) The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychol Rev* 1956;63:81–97.

Minecraft. Endereço para site do jogo - Minecraft. Disponível em: <<https://minecraft.net/>>. Acesso em: 24 jun. 2015.

Paas, F.G.W.C.; Van Merriënboer, J. J. G. (1993) An instructional design model for the training of complex cognitive skills. *Tijdschrift voor Onderwijsresearch*, 17, 17-27.

Street Fighter 4. Endereço para site do jogo - Street Fighter 4. Disponível em: <<http://games.streetfighter.com/us/usfiv>>. Acesso em: 24 jun. 2015.

Sweller, J. (1983) Development of Expertise in Mathematical Problem Solving. *Journal of Experimental Psychology*, 1983: 639-661.

Sweller, J. (2003) Cognitive Load Theory: A Special Issue of *educational Psychologist*. LEA, Inc.

Sweller, J. (2006) The worked example effect and human cognition *Learning and Instruction*, 16, pp. 165–169.

Van Merriënboer, J.; Kirschner, P; Kester, L. (2003) Taking the load off a learners mind: Instructional design for complex learning. *Educational Psychologist*.

Van merriënboerMerriënboer, J. J. G.; swellerSweller, J. (2010) Cognitive load theory in health professional education: design principles and strategies. *Medical Education*;44 (1):85–93.

Vilaça, M. L. C. (2013) Ambientes virtuais de aprendizagem: Tecnologia, educação e comunicação. *Cadernos do CNLF*, v. XVII, n. 10. Rio de Janeiro: CiFEFiL.