



Elementos informacionais em jogos para crianças com discalculia do desenvolvimento

Informational elements in games for children with developmental dyscalculia

Matheus A. Cezarotto, Marcia M. Alves, André L. Battaiola

game design, elementos informacionais, discalculia do desenvolvimento

Este estudo avalia se os elementos gráficos informacionais de jogos computadorizados, enquanto intervenções neuropsicológicas a crianças com discalculia do desenvolvimento, contemplam os princípios do design da informação, além disso busca mapear possíveis contribuições na eficácia e na eficiência no âmbito informacional desses jogos. Assim, esse estudo se enquadra no eixo temático tecnologia. A pesquisa de objetivo exploratório, com abordagem qualitativa e natureza aplicada, utiliza uma revisão bibliográfica no âmbito da neuropsicologia dos transtornos de aprendizagem escolar e do design da informação. Além disso, contempla um estudo analítico de 14 jogos destinados a crianças com discalculia do desenvolvimento cujo objetivo é observar sistematicamente seus elementos informacionais. O estudo resulta em uma caracterização da utilização de princípios do design da informação nesses jogos, bem como pondera sobre possíveis contribuições aos jogos para crianças com discalculia do desenvolvimento, considerando as necessidades cognitivas desse produto pelo viés do design da informação.

game design, informational elements, developmental dyscalculia

This study evaluates if the informational graphics elements of computerized games while neuropsychological interventions for children with developmental dyscalculia, contemplate to the principles of information design, moreover one seeks to trace possible contributions in the effectiveness and the efficiency in the informational scope of these games. Thus, this study fits into the thematic axis technology. The research of exploratory aim, with a qualitative approach and applied nature, uses a bibliographical revision in the scope the neuropsychology of learning disorders and information design. In addition, it contemplates an analytical study of 14 games for children with developmental dyscalculia whose aim is to observe its informational elements systematically. The study results in a characterization using principles of design information in these games, as well as ponders on possible contributions to the games for children with developmental dyscalculia, considering the cognitive needs of this product by the bias of the information design.

1 Introdução

Em seus primórdios os jogos eram considerados meras atividades de diversão, porém ao longo de sua evolução histórica e tecnológica passaram a ser vistos como um significativo meio de comunicação e expressão contemporânea. Atualmente, os jogos, além de seu uso para entretenimento, são altamente utilizados para diversos propósitos, como em experiências artísticas, na publicidade, em treinamentos, na educação (NESTERIUK, 2011), bem como no âmbito das intervenções neuropsicológicas para crianças com desabilidades em matemática, atribuídas com base em um transtorno específico de aprendizagem da aritmética, denominado Discalculia do Desenvolvimento (DD). Jogos são cada vez mais utilizados nessas intervenções porque eles permitem um treinamento intensivo em um ambiente de estimulação e entretenimento (WILSON et

al., 2006; KADOSH et al., 2013). Além disso, esses jogos possibilitam a motivação e o envolvimento intenso da criança no programa de reabilitação neuropsicológica (WILSON et al., 2006).

No entanto, ao analisar os artigos que descrevem o desenvolvimento e a avaliação desses jogos computadorizados projetados especificamente para transtornos de aprendizagem na área da matemática, nota-se a ausência do uso de estudos advindos da área do game design. O game design tem seu foco no ato de criar jogos, abrangendo todo o ciclo de produção envolvido no processo de lançar um jogo para o consumo (SCHELL, 2011; ZAFFARI E BATTAIOLA, 2014). Com isso, contempla diversos elementos em sua concepção, muitos deles advindos do design gráfico, o qual abrange o design da informação (DI), tendo como premissa básica considerar as necessidades do usuário, o jogador (NERY, 2013).

Os jogos são sistemas que produzem vários estados (e.g. mudança na pontuação, novos desafios, mudança de ambiente) como consequência, o jogador interage com o sistema em seu estado atual, assim, os estados de jogo precisam ser comunicados ao jogador. Esses estados são a informação que contém os dados de como os elementos do jogo são configurados em relação uns aos outros e seus atributos em um momento específico de tempo, os quais no sistema são representados por elementos gráficos. Desse modo, então, para esta pesquisa o foco de estudo é o elemento “informação”, ou seja, a forma como as informações são transmitidas ao jogador no decorrer do jogo mediante sua interface digital, o que segundo Farias e Teixeira (2014) possibilita três funções interativas: navegação, instrução e comunicação interativa.

Nesse sentido, o estudo aqui apresentado busca analisar ponderações do design da informação para a construção de elementos gráficos adequados para a elaboração de um sistema de informação eficaz e eficiente em jogos destinados para crianças com discalculia do desenvolvimento. Isso, tendo em vista que tais crianças apresentam determinados déficits cognitivos que limitam sua aprendizagem, tornando mais lenta sua aquisição do conhecimento se comparado a crianças de desenvolvimento típico. Assim, esse estudo busca responder aos seguintes questionamentos: Os jogos destinados a crianças com discalculia do desenvolvimento levam em consideração o design da informação? Quais contribuições o DI pode fornecer para esse público específico?

O método de pesquisa abrange um estudo maior (elaboração de recomendações para a produção de jogos com foco na discalculia do desenvolvimento – tema de dissertação do primeiro autor), o qual tem objetivo exploratório, com abordagem qualitativa, natureza aplicada e se utiliza de uma revisão bibliográfica. Parte desse trabalho incorpora um estudo analítico que utiliza um método tipológico para a realização de uma observação sistemática de elementos de 14 jogos computadorizados voltados às intervenções a discalculia do desenvolvimento (MARCONI e LAKATOS, 2010).

O artigo é dividido nas seguintes seções: seção 2 - apresenta estudos sobre os transtornos de aprendizagem da matemática, ressaltando a discalculia do desenvolvimento, bem como, abordando seus principais subtipos; seção 3 - descreve elementos do design da informação com ênfase na composição de interfaces gráficas em jogos; seção 4 – discute a formação do protocolo analítico conforme autores do design da informação e das necessidades de crianças com DD; seção 5 – pontua, a partir dos resultados das análises dos jogos, possíveis inferências nos seus elementos informacionais pelo viés do design da informação e; seção 6 - esboça considerações e possibilidades para futuros desdobramentos deste estudo.

2 Transtorno específico de aprendizagem da matemática

As dificuldades de aprendizagem escolar são caracterizadas como um grupo heterogêneo de desordens manifestadas ao longo dos conteúdos escolares (HAMMIL et al. 1987), podendo ser

designadas como Transtornos de Aprendizagem. Segundo o DSM-IV (APA, 2002), os transtornos de aprendizagem são definidos pelo desenvolvimento inadequado de habilidades acadêmicas específicas (leitura, escrita e habilidades matemáticas), não determinadas por déficits intelectuais ou por escolarização inadequada. Desse modo, então, trata-se de dificuldades que não comprometem a inteligência do indivíduo de modo total, limitando-se a alguns domínios cognitivos, como a linguagem escrita ou a aritmética (BRAVO 2011).

No contexto da matemática, as dificuldades de aprendizagem podem ser atribuídas com base em um transtorno específico de aprendizagem da aritmética, denominado **Discalculia do Desenvolvimento (DD)**. Estima-se que cerca de 3% a 6% das crianças em fase escolar possuem a DD, tal estimativa advém de estudos populacionais realizados nos Estados Unidos, Europa e Israel (SHALEV e GROSS-TSUR, 2001). Sua causa é relacionada a fatores genéticos, isto é, uma disfunção no funcionamento cerebral da criança (WILSON e DEHAENE, 2007).

Em seu diagnóstico realizado por psicólogos, os domínios cognitivos da criança são aferidos mediante testes psicométricos padronizados para cada habilidade matemática a ser avaliada, os testes explicitam a pontuação substancialmente inferior em relação ao nível esperado para a idade, educação e inteligência da criança (HAASE et al., 2011). A literatura aponta a existência de quatro subtipos diferentes de discalculia do desenvolvimento, caracterizados por déficits centrais que afetam domínios cognitivos distintos (WILSON e DEHAENE, 2007), os quais são descritos a seguir.

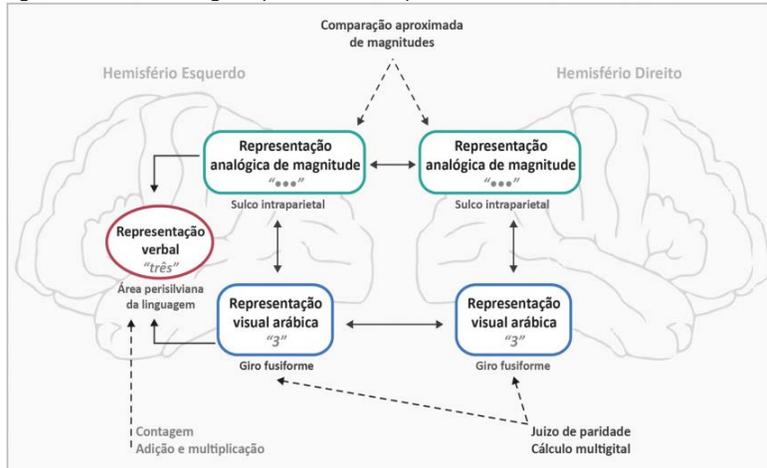
Déficit no senso numérico

Este subtipo caracteriza-se pelo déficit na realização de tarefas que exigem do senso numérico. O senso numérico corresponde à habilidade mais básica do processamento numérico, definida como uma capacidade inata de reconhecer, comparar, estimar, somar e subtrair os números sem a necessidade do recurso da contagem (DEHAENE, 2009). Todas as pessoas já o possuem ainda em seu primeiro ano de vida, além disso, na natureza alguns animais conseguem discriminar estímulos que diferem em numerosidade (conjunto de itens) em virtude do senso numérico, como um mecanismo de sobrevivência e reprodução.

Na aprendizagem da aritmética, o senso numérico está associado à representação não-simbólica de magnitude, o que permite compreender e combinar a cardinalidade aproximada ou a numerosidade de conjuntos de objetos (DEHAENE, 2009), essa representação faz parte do modelo Código Triplo, proposto por Dehane (1992); Dehaene & Cohen (1995).

O modelo do Código Triplo estabelece que as informações numéricas são codificadas e manipuladas pelo cérebro humano utilizando três diferentes representações mentais (DEHAENE, 1992; DEHAENE & COHEN, 1995). A primeira delas é a representação analógica de magnitude (não-simbólica), associada ao senso numérico (exemplo “●●●”). A segunda é a representação verbal (exemplo “três”). A terceira é a representação arábica visual (exemplo “3”), vide figura 1. Note-se que, a representação de magnitudes é considerada inata, em contraste com a representação verbal e visual arábica, que são determinadas se tomando por base o ambiente cultural e de aprendizagem em que o indivíduo está inserido.

Figura 1: Modelo Código Triplo. Fonte: Adaptado de Dehaene 1992; Dehaene e Cohen 1995



Déficits verbais

Este subtipo é caracterizado por apresentar déficits na representação verbal simbólica, relativo a um prejuízo cerebral em áreas responsáveis pela linguagem. Desse modo, ele causa dificuldades na recuperação de fatos aritméticos (em especial na multiplicação) e possivelmente também na aprendizagem da contagem e sequência numérica (WILSON e DEHAENE, 2007). Em suma, ele pode ser definido como um déficit no processamento fonológico, o qual pode ser caracterizado como a habilidade que permite um indivíduo utilizar de sons para decodificar informações linguísticas (PASSOLUNGH, VERCELLONI e SCHADEE, 2007). O típico desempenho do processamento fonológico influencia o crescimento das habilidades da computação matemática, pois os processos dos sons da fala são usados para resolver problemas matemáticos. Segundo Dehaene e Cohen (1995) os fatos aritméticos (exemplo $2 + 3 = 6$) não podem ser recuperados se não forem codificados para o seu modo verbal “dois mais três é igual a seis”. Logo, se conclui que o papel desempenhado pelo processamento fonológico na aprendizagem dos aspectos da matemática vai depender fortemente do uso de códigos verbais.

Déficit na função executiva

Este subtipo é estabelecido em virtude de um déficit na zona frontal do cérebro, o que ocasiona dificuldades na recuperação de fatos aritméticos, pois existe um comprometimento na memória de trabalho somado a suas funções executivas (WILSON e DEHAENE, 2007). A memória de trabalho refere-se a uma área de atividade mental envolvida no controle, regulação e ativação de informações relevantes para a realização de tarefas cognitivas complexas (e.g. processamento matemático) (RAGHUBAR et al., 2010). O funcionamento da memória de trabalho está relacionado ao executivo central, o qual é responsável pela atividade de coordenação dentro do sistema cognitivo, além disso, está relacionado com a capacidade que um indivíduo possui para manter a atenção em tarefas complexas, dividir a atenção em estímulos diferentes, ademais na tomada de decisões. Em síntese a memória de trabalho é um sistema interativo capaz de fornecer uma interface hábil para manipular informações em uma vasta gama de modalidades e etapas de processamento (BADDELEY, 2012).

Déficits nas habilidades visoespaciais

Este subtipo se caracteriza como uma dificuldade na realização de cálculos, bem como na compreensão e manipulação do valor posicional de algoritmos (WILSON e DEHAENE, 2007). Para Venneri, Cornoldi e Garuti (2003), as habilidades visoespaciais são essenciais para a aquisição do cálculo aritmético, com destaque no cálculo escrito, o que exige uma participação maior dos processos visoespaciais. Este cálculo escrito inclui a capacidade de realizar as

operações necessárias, por exemplo, escrever corretamente os números apresentados em um ditado oral. Diante disto, as habilidades de processamento visoespaciais são importantes principalmente em operações multidigitais de cálculo por escrito (exemplo 87-34), nos quais as disfunções nessas habilidades potencializam erros procedimentais, envolvendo erros como dificuldades nas operações de troca e empréstimo entre uma coluna e outra, alinhamento das colunas etc. (HAASE et al., 2012).

A tabela 1 sintetiza, a partir da revisão na literatura, os quatro subtipos existentes para a discalculia do desenvolvimento, relacionando cada subtipo com o domínio cognitivo prejudicado, bem como apresenta uma proposta de necessidades a serem consideradas na elaboração de atividades para esse público específico.

Tabela 1: Síntese dos subtipos da DD Fonte: os autores

Subtipo de Discalculia	Domínio cognitivo prejudicado	Necessidade
Déficits na Função executiva	Memória de Trabalho	<ul style="list-style-type: none"> Necessidade de um custo temporal maior para o processamento de informações em geral; Limitar ao máximo o número de informações a serem processados pela criança.
Déficits Verbais	Processamento fonológico	<ul style="list-style-type: none"> Utilizar de enunciados verbais ou sonoros para os problemas matemáticos a serem resolvidos.
Déficits Visoespaciais	Processamento visoespacial	<ul style="list-style-type: none"> Dígitos numéricos em complemento de áudio narrando a sua quantidade.
Déficits no Senso numérico	Senso numérico	<ul style="list-style-type: none"> Estabelecer a relação entre os dígitos numéricos e as representações de quantidade; Uso dos três modelos mentais da representação numérica: analógica de magnitude, verbal e arábica. Explorando de um duplo canal (auditivo e visual).

Para Haase et al., (2012) ao se conhecer os subtipos e seus respectivos domínios prejudicados na DD, pode-se auxiliar na formulação de intervenções mais específicas a serem aplicadas na reabilitação neuropsicológica de crianças diagnosticadas com DD. As intervenções neuropsicológicas são planejadas e executadas por psicólogos. De acordo com Haase, Pinheiro-Chagas e Andrade (2012), a reabilitação neuropsicológica pode ser definida como uma adaptação psicossocial de um indivíduo portador de uma condição mórbida, possibilitando o seu retorno às atividades funcionais, familiares e escolares. Para isso, utiliza de técnicas psicológicas, cognitivas e comportamentais. Em suas abordagens as intervenções recebem cada vez mais o apoio da tecnologia para suas atividades, nessa perspectiva, as intervenções baseadas em jogos computadorizados adaptativos têm sido amplamente utilizadas (WILSON et al., 2006).

O uso do computador nas intervenções permite aproveitar o fascínio que as crianças têm com os jogos digitais, o que facilita o treinamento intensivo nos exercícios, dado que a repetição, requerida para o treinamento cognitivo, tornaria o procedimento entediante (Swanson e Sacht-Lee 2000). Por conseguinte, a próxima seção apresenta conceitos e elementos fundamentais para a discussão de jogos, enquanto intervenções neuropsicológicas para crianças com discalculia, focando, em especial, as informações transmitidas ao jogador pela interface durante a experiência de jogo.

3 Jogos computadorizados enquanto intervenções à Discalculia do desenvolvimento

O termo “jogo” em sua compreensão permite várias interpretações em virtude da perspectiva em que se baseia a análise. Para esse estudo, ao conceituar jogo se adota a definição proposta por Salen e Zimmerman (2004), os quais definem o jogo como um sistema em que os jogadores envolvem-se em um conflito artificial, estabelecido por regras, que determinam um resultado

quantificável. Para esses autores, um sistema seria um conjunto de partes que se inter-relacionam para formar um todo complexo. Dessa forma com base na premissa de jogos como sistemas, Järvinen (2008) postulou nove elementos que constituem esse sistema “jogo”: componentes, conjunto de regras, ambiente, mecânicas de jogo, tema, informação, interface, jogadores e contexto. No entanto, dado o escopo deste estudo, a análise se concentra nos elementos **informação e interface**.

A **informação** é definida como o estado de jogo apresentado pelo sistema ao jogador, como exemplo, a pontuação, dicas, instruções visuais sobre como jogar, tutoriais, decorrer do tempo etc. Em complemento, a **interface** é definida por Järvinen (2008) como uma ferramenta física que permite ao jogador acessar os elementos de jogo. Monitores, mouse e teclado, tapete de dança, volantes, mouse, entre outros, são exemplos de interfaces de jogos computadorizados.

Como o foco desse estudo é o elemento informação, ou seja, a forma como as informações são transmitidas ao jogador no decorrer do jogo mediante sua interface digital, se considera as três funções interativas nos jogos definidas por Farias e Teixeira (2014):

- **Navegação:** o deslocamento no ambiente virtual do jogo, em função da motivação dos jogadores em chegar a próxima fase, ou ainda, o meio pelo qual os jogadores se prepararam e fazem os ajustes prévios à realização das atividades do jogo.
- **Instrução:** definida como uma atividade que visa ensinar o jogador os elementos do sistema, regras do jogo, bem como suas mecânicas, possibilitando que ele aprenda a controlar os componentes presentes;
- **Comunicação interativa:** caracterizada pela entrada e saída de dados, onde o jogador aciona os recursos interativos do jogo e obtém respostas imediatas por meio de elementos gráficos.

Para Padovani e Moura (2008), as ações efetuadas pelos usuários em sistemas computadorizados interativos contemplam vários processos mentais como a percepção, a atenção, a tomada de decisão, a resolução de problemas, a memória etc. Nessa perspectiva, ao utilizar jogos em reabilitações neuropsicológicas é relevante considerar, em seu desenvolvimento, princípios que possam otimizar tais processos mentais no âmbito informacional do jogo, em especial pelas limitações cognitivas do público.

De modo a analisar os elementos informacionais presentes na interface dos jogos, buscou-se na literatura um arcabouço teórico que permitisse sistematizar critérios bem definidos para a realização de um estudo analítico de 14 jogos destinados a crianças com DD. O processo de construção do protocolo é descrito na seção seguinte.

4 Construção do protocolo de análise

Como o presente estudo busca analisar informações em interfaces específicas, as de jogos computadorizados, foram utilizados os princípios propostos por Federoff (2002) a partir das heurísticas de Nielsen (1995). Federoff (2002) propõe adaptações das heurísticas de Nielsen (1995) para a análise de interfaces em jogos computadorizados. Em complemento foi selecionado o estudo de Pettersson (2002), o qual pontua princípios cognitivos para potencializar a aquisição de informações gráficas. Portanto, considerando os estudos de Nielsen (1995), Federoff (2002) e Pettersson (2012), bem como as necessidades de crianças com DD listadas anteriormente, foi construído um protocolo para a análise dos elementos informacionais da interface de jogos destinados enquanto intervenções a crianças DD. O protocolo contempla as seguintes categorias:

Visibilidade

Os elementos gráficos que informam ao jogador sobre os estados de jogo, seu status, pontuação, entre outros elementos, o que permite a autoeficácia. Esse conceito refere-se à autopercepção do indivíduo quanto ao seu desempenho em uma determinada atividade, desse modo, nos jogos é pertinente informar o desempenho e o progresso ao jogador, possibilitando que este perceba sua melhora progressiva na tarefa executada. Essa melhora proporciona que o jogador vivencie a experiência de êxito e conseqüentemente adquira maior nível de engajamento e motivação na tarefa (ANTUNES et al., 2013).

Feedback

Os elementos sonoros ou visuais que informam o jogador sobre suas ações. Além disso, o feedback como recompensa é um elemento apontado na literatura como importante para o processo de aprendizagem e engajamento do jogador. Em seu estudo, Johnson (2012) ressalta que o que atrai e cativa nos jogos é o seu sistema de recompensas, mantendo a atenção do jogador presa à tela pela capacidade de estimulação dos circuitos naturais do cérebro ligados à percepção das recompensas, as quais são outorgadas ao jogador quanto ele supera os desafios apresentados pelo jogo. Assim, um sistema que define claramente desafios e recompensas, os quais estão associados ao processo de exploração de um determinado ambiente, acaba por se tornar atrativo ao cérebro humano.

Consistência

Analisa uma padronização dos elementos gráficos visando otimizar o processamento mental pela tipografia, cores, posicionamento e organização. Em seu estudo, Pettersson (2012) descreve princípios que podem auxiliar a atenção, a percepção e a memória em informações gráficas, sendo que estes princípios foram filtrados para se definir aqueles considerados relevantes para o presente estudo:

- O uso de cor para aumentar a atenção na mensagem visual, mas mantendo a legibilidade;
- O uso limitado de elementos de informação apresentados simultaneamente, de forma a facilitar a memorização em função da capacidade restrita de processamento de informações pela mente humana.

Controle

Esta categoria contempla os elementos de menu, que permitem ao jogador ter controle sobre suas escolhas como opções de sair, voltar, ajuda, entre outros.

Instrução

A finalidade da instrução é orientar o usuário na interação com os componentes da interface, ou seja, apresenta para o jogador as regras, os procedimentos, os objetivos de jogo, bem como, o modo de jogar. Também conhecidas como tutorias, em sua forma representacional podem ser estáticas ou animadas. A instrução visual animada apresenta algumas vantagens em relação às instruções estáticas, que são definidas por Spinillo et al., (2011) como: facilitar a visualização de processos, promover a motivação, suprir determinadas demandas cognitivas e, em especial, a redução da carga cognitiva pelo uso de mais de um modo representacional, ou seja, o modo pictórico e o verbal, os quais podem ser apresentados como informação alfanumérica conjugada com áudio e imagens dinâmicas

5 Análises dos resultados e possíveis Inferências

Considerando as informações do referencial teórico e os dados do estudo analítico (tabela 2),

esta seção descreve as primeiras inferências e conjecturas sobre o processo de apresentação das informações em jogos para crianças com discalculia do desenvolvimento considerando suas limitações cognitivas.

Tabela 2: Dados observados na análise dos Jogos Fonte: os autores

Jogos Analisados														
Castro (2011)				Wilson et al., (2006)				Kesler et al., (2013)						
1	Ruínas perdidas	5	Corrida numérica	9	The Number race	12	Chalkboard Challenge							
2	Colhendo maçãs	6	Vendendo milho	INSERM - CEA				13	Raindrops					
3	Tubarão	7	Dance e Dance	10	Number catcher	Butterworth et al., (2011)								
4	Cuidado com o jacaré	8	Caco voa	Butterworth et al., (2011)				14	By the ruler					
				11	Number bonds									

Categorias de informação														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Visibilidade														
Apresenta status de jogo - pontuação, vidas ou chances	✓	✓	✓	✓	☒	☒	✓	☒	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Cronômetro durante a realização das atividades		✓	✓	✓			✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
Apresenta status da fase ou nível em que o jogador se encontra									☒	✓	✓	✓	✓	✓
Feedback														
Feedback com elementos visuais para as ações do jogador	✓		✓	✓		☒	☒	☒	✓	✓		✓	✓	✓
Recompensas (sonora, visual)	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	✓	✓		✓	✓	✓
Consistência														
No uso de tipografia e cor (legibilidade)										✓	✓	✓	✓	✓
Na organização, agrupamento e localização dos objetos na tela										✓	✓	✓	✓	✓
Estética minimalista, não possui excessos, apenas o que é relevante										✓	✓	✓	✓	✓
Controle														
Menu com apenas as opções sair e voltar	✓	✓				✓	✓				✓			
Menu com as opções ajuda, pausa, sair e voltar							✓		✓	✓				
Abas de menu minimizadas (durante o jogo)							✓		✓					
O sistema permite ao jogador fazer e desfazer ações							✓			✓				
Instrução														
Uso de tutoriais com animações										✓				
Uso de tutoriais estáticos (texto com áudio, apenas texto...)	✓	✓	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒			✓	✓	✓
Utiliza de enunciados verbais ou sonoros para problemas matemáticos	✓	✓												
Estabelece relação entre dígitos numéricos e representações de quantidade										✓	✓	✓		
Explora de um duplo canal (auditivo e visual) na representação numérica										✓				

✓	Atende
☒	Atende parcialmente
	Não atende

Visibilidade

Para esse quesito, a análise realizada aponta, como uma tendência positiva nos jogos, o uso de elementos gráficos que informam o jogador sobre a sua pontuação, vidas ou chances de jogo, entretanto, como será detalhado na categoria consistência, essas informações apresentam problemas com legibilidade, organização dos elementos e excesso de informações, o que prejudica a sua visibilidade na interface. Além disso, como outro fator negativo, destaca-se a ausência de

informações para o jogador sobre seu status na atividade (nível ou fase em que se encontra). Essa carência de informação prejudica o conceito da auto-percepção, fundamental para a eficácia das intervenções neuropsicológicas, situando a criança nas atividades já realizadas e as que serão realizadas no decorrer do jogo (ANTUNES et al., 2013).

Feedback

Os jogos analisados apresentam, usualmente, *feedback* para as ações do jogador, porém, a maioria deles realiza essa ação de modo parcial, pois o *feedback* não é apresentado de forma sistemática e quantificável ao jogador. Nesse quesito, destaque positivo para o jogo *Number Catcher* (figura 3) que além de estímulos sonoros oferece aos jogadores “estrelas” como medalhas para o bom desempenho na atividade.

Figura 3: Tela do jogo *Number Catcher*
Fonte: thenumbercatcher.com



Consistência

Os jogos analisados apresentam uma série de problemas gráfico informacionais, os quais são intensificados ao considerar os déficits na memória, nas habilidades visoespaciais e no processamento fonológico das crianças com discalculia do desenvolvimento, o que prejudica a eficácia e a eficiência da informação a ser transmitida durante o jogo. Além disso, os jogos apresentam problemas no uso da tipografia e das cores, bem como o contraste figura e fundo. Essas falhas dificultam a legibilidade da informação, ademais, a organização dos elementos gráficos é aleatória favorecendo a confusões e desorientações na interface. Também, a excessiva quantidade de informações disposta na tela potencializa possíveis sobrecargas cognitivas (PETTERSSON, 2012). A figura 4(a) expõe problemas de contraste figura e fundo. Na figura 4(b), o destaque é para o uso inadequado das cores e da organização dos elementos. Todos esses problemas afetam negativamente o quesito consistência.

Figura 4: (a) Tela do jogo *Number Race* (b) Tela do jogo Tubarão
Fonte: (a) Wilson et al., (2006); (b) Castro (2011)



(a)



(b)

Controle

Possibilitar determinados tipos de controle ao jogador, como, por exemplo, o poder de escolha na realização de uma atividade, oferece uma sensação de liberdade, bem como, permite que o jogador avance nos desafios em seu ritmo próprio, o que é variável de um indivíduo para outro. Entre os jogos analisados, uma tendência negativa é a ausência de menus que contemplem ações como ajuda, pausa, sair e voltar, os quais são necessários em um nível básico de interfaces gráficas (NIELSEN,1995).

Instrução

A predominância na forma da instrução nos jogos avaliados é o uso de tutoriais estáticos com texto acompanhado de áudio, sendo que, em determinados jogos, tal forma representacional não contempla todas as ações que o jogador deve realizar para alcançar os objetivos de jogo. Na literatura, segundo estudos de Spinillo et al., (2011), as instruções visuais animadas tendem a reduzir a carga cognitiva e tornar o aprendizado mais eficiente por explorarem de uma multimodalidade comunicacional, com isso ao serem utilizados como tutorias em jogos educacionais permitem facilitar, potencializar e também motivar o usuário para a atividade. Nesse âmbito, unicamente o jogo *Number Catcher* utiliza de animações para apresentar suas instruções.

6 Considerações finais

Esse estudo possibilitou uma caracterização da utilização de princípios do design da informação em jogos destinados a programas de reabilitação neuropsicológica em crianças com discalculia do desenvolvimento, evidenciando portanto a ausência de seus princípios e conceitos na construção dos elementos informacionais dos jogos. Dessa forma, fica caracterizada a despreocupação por parte dos desenvolvedores desses jogos com elementos que facilitem a percepção e o processamento das informações pelos jogadores, crianças com DD.

Além disso como resultado do estudo analítico, foram realizadas ponderações em nível exploratório sobre contribuições que o design da informação pode efetuar para jogos destinados a esse público específico. Entretanto, note-se que estudos futuros são necessários para inferências mais específicas sobre configurações informacionais que beneficiam cognitivamente as crianças com DD, para isso faz-se necessário pesquisas que contemplem a participação do usuário. Cabe ressaltar ainda a relevância e contribuição do presente estudo, a considerar a carência de pesquisas que analisem esses jogos pela perspectiva do game design ou ainda do design da informação, pois a literatura apresenta inúmeros estudos, porém abordando apenas a sua eficácia enquanto intervenção pelo viés da neuropsicologia.

Referências

- AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION. 2002. Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais: texto revisado (DSM-IV-TR). Artmed.
- ANTUNES, A. M., JÚLIO-COSTA, A., STARLING-ALVES, I., PAIVA, G. M., & HAASE, V. G. 2013. Reabilitação neuropsicológica do transtorno de aprendizagem da matemática na síndrome de turner: um estudo de caso. *Neuropsicologia Latinoamericana*, 5(1).
- BADDELEY, A. 2012. Working memory: theories, models, and controversies. *Annual review of psychology*, 63, 1-29.
- BRAVO, R. B. 2001. Contribuição dos sintomas do transtorno de déficit de atenção/hiperatividade para as dificuldades de aprendizagem da aritmética. 84 f. Dissertação (mestrado em ciências da saúde) – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte.

- BUTTERWORTH, B., VARMA, S., & LAURILLARD, D. 2011. Dyscalculia: from brain to education. *Science*, 332(6033), 1049-1053.
- CASTRO, M. V. 2011. Ambiente virtual para auxiliar crianças com dificuldade de aprendizagem em matemática. 209 f. Tese (Doutorado em Engenharia Biomédica) - Universidade de Mogi das Cruzes, Mogi das Cruzes.
- DEHAENE, S. 1992. Varieties of numerical abilities. *Cognition*, 44(1), 1-42.
- DEHAENE, S. 2009. Origins of mathematical intuitions. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1156(1), 232-259.
- DEHAENE, S., & COHEN, L. 1995. "Towards an Anatomical and Functional Model of Number Processing" In *Mathematical Cognition*. Butterworth. B.(Orgs.) (Mathematical Cognition - the journal, 1 (1), p. 83-120). Psychology Press
- FARIAS, B., TEIXEIRA, M. 2014. Análise de elementos visuais em jogos digitais: a função da navegação, instrução e comunicação em dispositivos portáteis. In: *Anais do 14º Congresso Internacional de Ergonomia e Usabilidade de Interfaces Humano-Computador*. Joinville: Univille.
- HAASE, V. G., COSTA, A. J., ANTUNES, A. M., & ALVES, I. S. 2012. Heterogeneidade Cognitiva nas Dificuldades de Aprendizagem da Matemática: Uma Revisão Bibliográfica. *Psicologia em Pesquisa*, 6(2), 139-150.
- HAASE, V. G., MOURA, R. J., PINHEIRO-CHAGAS, P., & WOOD, G. 2011. Discalculia e dislexia: semelhança epidemiológica e diversidade de mecanismos neurocognitivos. *Dislexia: novos temas, novas perspectivas*, 257-282.
- HAASE, V. G., PINHEIRO-CHAGAS, P., & ANDRADE, P. M. O. 2012. Reabilitação cognitiva e comportamental. In A. L. Teixeira & A. Kummer (Orgs.) *Neuropsiquiatria clinica* (pp. 115-123). Rio de Janeiro, RJ: Rubio.
- HAMMILL, D. D., LEIGH, J. E., MCNUTT, G., & LARSEN, S. C. 1987. A new definition of learning disabilities. *Journal of learning disabilities*, 20(2), 109-113.
- NIELSEN, J. 1995. 10 Usability heuristics for user interface design. Disponível em <<http://nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics>>. Acesso em 15 abril 2015.
- JÄRVINEN, A. 2008. *Games without frontiers: Theories and Methods for Game Studies and Design* IEE Review. University of Tampere.
- JOHNSON, S. 2012. Tudo que é ruim é bom para você: como os games e a TV nos tornam mais inteligentes. Zahar.
- KADOSH, R. C., DOWKER, A., HEINE, A., KAUFMANN, L., & KUCIAN, K. 2013. Interventions for improving numerical abilities: present and future. *Trends in Neuroscience and Education*, 2(2), 85-93.
- KESLER, S. R., SHEAU, K., KOVAKKATTU, D., & REISS, A. L. 2011. Changes in frontal-parietal activation and math skills performance following adaptive number sense training: Preliminary results from a pilot study. *Neuropsychological rehabilitation*, 21(4), 433-454.
- FEDEROFF, M. 2002. *Heuristics and usability guidelines for the creation and evaluation of fun in video games* (mestrado em ciências). Universidade de Indiana.
- MARCONI, M.; LAKATOS, E. 2010. *Fundamentos de metodologia científica*. 7th ed. São Paulo: Atlas.
- NERY, M.S. 2013. *Fundamentos de jogos digitais*. Livro digital. Disponível em <goo.gl/jhqr0J>. Acesso dezembro de 2014.
- NESTERIUK, S. 2011. Prefácio à edição brasileira. in SCHELL, J. *A arte de game design: o*

- livro original. Rio de Janeiro: Elsevier, Campus, 2011. 489 p, il.
- NUMBER CATCHER. (Jogo online). Disponível em: <<http://thenumbercatcher.com>> (Acesso em: 15 de abril de 2015)
- PADOVANI, S., MOURA, D. 2008. Navegação em hipermídia: uma abordagem. Rio de Janeiro: Ciência Moderna.
- PASSOLUNGI, M. C., VERCELLONI, B., & SCHADEE, H. 2007. The precursors of mathematics learning: Working memory, phonological ability and numerical competence. *Cognitive Development*, 22(2), 165-184.
- PETTERSSON, R. 2012. It depends: ID – Principles and Guidelines. Institute for Infology.
- RAGHUBAR, K. P., BARNES, M. A., & HECHT, S. A. 2010. Working memory and mathematics: A review of developmental, individual difference, and cognitive approaches. *Learning and Individual Differences*, 20(2), 110-122.
- SALEN, K., & ZIMMERMAN, E. 2004. Rules of play: Game design fundamentals. MIT press.
- SCHELL, J. 2011. A arte de game design - The art of game design : a book of lenses. Rio de Janeiro: Elsevier, Campus, 489 p, il.
- SHALEV, R. S., & GROSS-TSUR, V. 1993. Developmental dyscalculia and medical assessment. *Journal of Learning Disabilities*, 26(2), 134-137.
- SPINILLO, C. G.; SOUZA, J. M. B; STORCK, G. R.; POTTES, A. 2011. Aspectos sobre os modos de representação e o processamento da informação em instruções visuais animadas. Anais do 11º ERGODESIGN/USIHC. Manaus: UFM, 2011. v. 1. p. 15-26
- SWANSON, H. L.; & SACHSE-LEE, C. 2000. A meta-analysis of single-subject-design intervention research for students with LD. *Journal of learning disabilities*, 33(2), 114-136.
- VENNERI, A.; CORNOLDI, C.; & GARUTI, M. 2003. Arithmetic difficulties in children with visuospatial learning disability (VLD). *Child Neuropsychology*, 9(3), 175-183.
- WILSON, A. J.; DEHAENE, S.; PINEL, P.; REVKIN, S. K.; COHEN, L.; & COHEN, D. 2006. Principles underlying the design of “the number race”, an adaptive computer game for remediation of dyscalculia. *Behavioral and Brain Functions*, 2(1), 19.
- WILSON, A. J.; DEHAENE, S. 2007. Number sense and developmental dyscalculia. In: COCH, D.; DAWSON, G.; FISCHER, K. (Org.) *Human behavior, learning, and the developing brain: atypical development*. New York: Guilford, p. 212-238.
- ZAFFARI, G.; BATTAIOLA, A. L. 2014. Integração do Processo Industrial de Design de Jogos com o modelo MDA. *Proceedings do XIII SBGames - Trilha Indústria*.

Sobre os autores

Matheus Araujo Cezarotto, Mestrando, UFPR, Brasil <matheus.cezarotto@gmail.com>

Marcia Maria Alves, Doutoranda, UFPR, Brasil <alvesmarcia@gmail.com>

André Luiz Battaiola, Doutor, UFPR, Brasil <ufpr.design.profe.albattaiola@gmail.com>