

Análise do uso de cores no design de jogos digitais infantis para o estudo de matemática

Análisis del uso de los colores en el diseño de juegos digitales infantiles para el estudio de las matemáticas

Analysis of the colors use in the children's digital games design for the study of mathematics

Annamaria Laurentino Teodósio, Carla Pereira

cor, artefatos digitais, jogos educativos, design da informação

Visando à otimização da informação visual em jogos educativos, este artigo apresenta uma análise do uso das cores em uma amostra de 24 jogos digitais infantis para o estudo de matemática. A pesquisa seguiu quatro etapas: (1) revisão bibliográfica, (2) seleção do *corpus* de análise, (3) análise qualitativa e quantitativa, e (4) interpretação dos dados. Apoiando-se no método de Percurso Cognitivo e utilizando a ferramenta de análise elaborada por Menezes e Pereira (2017), o estudo identificou ocorrências de todas as dez funções da cor previstas na ferramenta de análise, observando usos adequados e inadequados da cor.

color, artefactos digitales, juegos educativos, diseño de información

Con el objetivo de optimizar la información visual en juegos educativos, este artículo presenta un análisis del uso de los colores en una muestra de 24 juegos digitales infantiles para el estudio de las matemáticas. La investigación siguió cuatro etapas: (1) revisión de la literatura, (2) selección del corpus de análisis, (3) análisis cualitativo y cuantitativo, y (4) interpretación de los datos. Con base en el método de la Vía Cognitiva y utilizando la herramienta de análisis desarrollada por Menezes y Pereira (2017), el estudio identificó las ocurrencias de las diez funciones del color predichas en la herramienta de análisis, observando los usos apropiados e inapropiados del color.

color, digital artifacts, educational games, information design

Aiming at the visual information optimization in educational games, this article presents an analysis of the colors use in a sample of 24 children's digital games for the study of mathematics. The research followed four stages: (1) literature review, (2) selection of the corpus of analysis, (3) qualitative and quantitative analysis, and (4) interpretation of the data. Based on the Cognitive Pathway method and using the analysis tool developed by Menezes and Pereira (2017), the study identified occurrences of all ten color functions predicted in the analysis tool, observing appropriate and inappropriate uses of color.

1 Introdução

As novas tecnologias de comunicação têm sido centrais nas transformações relacionadas à busca, apreensão e transformação da informação em conhecimento (Pedrosa, 2007). Nesse cenário, é essencial que os dados disponíveis nos artefatos digitais sejam organizados, atrativos e funcionais, garantindo eficiência no processo informacional. Entre os recursos *on-line* direcionados ao aprendizado, estão os jogos digitais, cada vez mais usados pelas crianças como uma forma de aprender brincando.

Com base na obra de Vygotsky, entende-se que a utilização de brincadeiras no meio pedagógico é essencial ao processo de aprendizagem infantil, pois cria situações imaginárias que favorecem o desenvolvimento cognitivo e a interação com pessoas, ampliando o conhecimento (Rolim et al., 2008). Segundo Prediger et al. (2013), a matemática, é um componente fundamental da cultura e do cotidiano, presente em diversas áreas, como linguagem, mídia, e brincadeiras. Como forma de pensamento, ela é decisiva para resolver problemas do dia a dia, aplica-se ao mundo do trabalho e serve como base para o conhecimento em outras disciplinas. Além disso, contribui para o desenvolvimento intelectual, a organização do pensamento e o raciocínio lógico, oferecendo ferramentas cognitivas para que os alunos interajam com a realidade (Ruiz, 2002, Piaget, 1978, Prediger et al., 2013). Em síntese, tanto o brincar quanto a matemática são pilares do processo educativo, promovendo o desenvolvimento integral das crianças e preparando-as para interagir de forma crítica e criativa com o mundo.

Enquanto os estudos de Piaget apontam para a maturação cognitiva natural da criança e como ela estrutura o pensamento lógico a partir da experiência concreta, Vygotsky destaca a compreensão e a origem do desenvolvimento dos processos psicológicos com papel ativo da cultura, da interação social e do brincar como mediadores fundamentais no processo de aprendizagem. Ambos reconhecem a importância da faixa etária de 7 a 11 anos para o desenvolvimento intelectual, porém oferecem abordagens complementares: Piaget enfatiza a lógica interna da criança, e Vygotsky, o contexto social que potencializa suas capacidades.

Contudo, o ensino de matemática no Brasil enfrenta diversas dificuldades, como confirmam os dados de avaliações nacionais e internacionais, que apontam desempenho abaixo do esperado (MEC, 2020). Nesse contexto, e diante da relevância da matemática para o desenvolvimento intelectual das crianças, esta pesquisa foi proposta visando explorar possíveis melhorias que integrem design, práticas pedagógicas e o aprendizado da disciplina. Para Santos (2018), considerando que os recursos eletrônicos estão cada vez mais presentes no processo ensino-aprendizagem, é necessário refletir sobre sua qualidade. No contexto de jogos digitais infantis, considera-se que o design pode otimizar a informação visual e, desse modo, contribuir para a eficiência desse recurso.

Nesse sentido, os elementos da linguagem visual (tais como formas, texturas e cores) devem ser equacionados visando à eficiência da informação, facilidade de uso e aprendizado. O uso consciente das cores em interfaces pode facilitar o acesso e a compreensão de informações, aproximando o sistema da realidade do usuário e gerando efeitos fisiológicos e

psicológicos. No entanto, o significado e o impacto das cores dependem do contexto em que são aplicadas, podendo ser percebidas como adequadas ou inadequadas (Heller, 2013; Pedrosa, 2007; Silveira, 2015). Quando mal utilizadas, as cores podem causar distração ou reações negativas, prejudicando a experiência do usuário e aumentando o tempo de resposta, especialmente em páginas *web* (Pedrosa, 2007).

Apesar da relevância do tema, poucas pesquisas exploram o impacto das cores em ambientes digitais, como apontado por Bonnardel et al. (2011). Diante disso, justifica-se o aprofundamento no estudo das cores como ferramenta para o desenvolvimento de jogos, integrando conceitos de design da informação, fundamentos da percepção e significação das cores, e práticas pedagógicas voltadas ao ensino de matemática. Nesse sentido, este artigo apresenta uma análise do uso da cor em jogos digitais infantis, visando à otimização da informação visual desses artefatos no contexto do estudo de conteúdos de matemática. Como contribuição, esta pesquisa oferece subsídios para o projeto de interfaces mais eficazes.

2 Ambientes virtuais de aprendizagem

O uso de ferramentas tecnológicas na educação Infantil promove vivências interativas que facilitam o conhecimento e estimulam a autonomia das crianças. Essas ferramentas podem ser aplicadas por meio de Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA), que são plataformas educacionais que permitem atividades personalizadas no tempo, espaço e ritmo de cada usuário, oferecem espaços virtuais ideais para que os alunos possam se reunir, compartilhar, colaborar e aprender juntos, possibilitando a construção da aprendizagem por meio da interação entre alunos, professores e tutores, utilizando tecnologias de informação e comunicação (Almeida, 2003; Ribeiro, 2007; Paiva, 2010; Meyer, 2022).

Os AVA oferecem vantagens como atenção individualizada, controle do ritmo de aprendizagem, materiais criativos e integrados, avaliação personalizada, gestão organizada da informação e representação de conteúdos em diversas mídias (textos, imagens, vídeos, hipertextos) (Almeida, 2003; Ribeiro, 2007). Crianças, mesmo pré-leitores, são usuários ativos de interfaces tecnológicas, utilizando brinquedos controlados por computador, ferramentas de música e arte, e, à medida que desenvolvem habilidades, passam a usar dispositivos portáteis, aplicativos e serviços *web*, desde que tenham acesso à tecnologia e apoio familiar (Shneiderman, 2016, Fantin, 2018).

Nesse contexto, os jogos digitais infantis destacam-se como um tipo de AVA, promovendo aprendizagem significativa ao integrar educação e entretenimento, organizar informações de forma atrativa e estimular a aquisição de conceitos (Almeida, 2003), usados nesse contexto como instrumentos educativos de uso autônomo. A aprendizagem baseada em jogos é centrada no aluno, incentivando a resolução de problemas, o engajamento ativo e a satisfação, sendo uma abordagem popular entre educadores e pesquisadores (Ebner & Holzinger, 2007).

3 A cor como informação

A cor é um fenômeno visual causado pela interação da luz com o olho humano, a qual é decodificada pelo cérebro e gera respostas fisiológicas e psicológicas no observador (Guimarães, 2004; Pereira, 2000). Conforme Menezes e Pereira (2017, p. 322), as cores são elementos essenciais que participam da organização gráfica e da interpretação das mensagens visuais: “De um lado, atuam nos mecanismos da percepção para diferenciar, destacar e unificar outros elementos plásticos. De outro, por meio de associações mentais, as cores podem representar objetos concretos ou ideias abstratas, funcionando como signos”. Desse modo, o projeto da cor em interfaces de ensino e aprendizagem deve ser seriamente considerado.

Como elemento visual, ela impacta na apresentação de informações e na usabilidade de interfaces computacionais, podendo contribuir para a eficácia da comunicação e interação do usuário (Kulpa, 2011). As cores-informação são elementos visuais com significação, capazes de gerar conhecimento e comunicação, evidenciando o poder cognitivo da cor (Amantini, 2002, Pedrosa, 2007). Além de sua função estética, a cor pode ser usada para destacar elementos, melhorar a visualização e a legibilidade das informações, e adicionar significado simbólico a interfaces, auxiliando na identificação de estruturas e processos.

A aplicação da cor-informação pode aumentar a usabilidade e promover acessibilidade, especialmente para pessoas com deficiências visuais, ao utilizar tons com diferentes níveis de saturação e brilho (Pedrosa, 2007). A cor também melhora a resolução de informações em telas, reduzindo o brilho excessivo do fundo branco, definindo bordas e criando designs simples; para campos de enquadramento, cores claras e saturadas são ideais para sinalizar janelas ativas (Tufte, 2011).

Tufte (2011, p. 91) destaca que a cor traz à informação mais do que códigos: “a cor é um quantificador natural, com uma extensão perceptivamente contínua (em valor e saturação) de incrível sutileza de distinção, com uma precisão comparável à maioria das medidas”. O potencial informativo da cor tem sido tradicionalmente usado na explicação de conceitos matemáticos, contudo, a presente revisão de literatura não identificou pesquisas que relacionem a cor ao estudo de matemática.

4 Materiais e métodos

Foi realizada uma pesquisa de natureza aplicada e abordagem fenomenológica, com objetivos exploratórios, envolvendo estudo bibliográfico e análise de artefatos digitais, a qual foi estruturada nas seguintes etapas: revisão bibliográfica, seleção do *corpus* de análise, análise qualitativa e quantitativa, e interpretação dos dados.

Seleção do *corpus* de análise

Para a seleção do *corpus*, inicialmente foram definidos os descritores de busca ‘exercícios gratuitos de matemática’ e ‘jogos de matemática’, utilizados no site www.google.com.br, entre

dezembro de 2021 e maio de 2023, identificando-se 20 *websites* que disponibilizam jogos. Para a seleção dos *websites*, foram definidos os seguintes critérios de inclusão:

- conter conteúdo de matemática recomendado para o 3º ano do Ensino Fundamental;
- disponibilizar atividades para crianças de 7 a 8 anos – faixa etária que inicia o “período operatório concreto”, fase que surgem as operações lógico-matemáticas, como a classificação e a seriação, multiplicação lógica e compensação simples, razão-proporção e, posteriormente, probabilidade e indução de leis ou correlação.
- possibilitar interação direta no site, sem necessidade de impressão da atividade ou limitação de tempo – desta forma podendo ser usado por crianças sem a necessidade de recursos que estão fora das possibilidades financeiras de algumas famílias;
- separar as atividades por disciplinas – para facilitar a identificação da matemática como foco principal do jogo;
- utilizar a língua portuguesa – pois a pesquisa foi realizada no Brasil;
- ser gratuito, acessível a crianças através de dispositivos comuns de acesso à internet.

Desse modo, foram selecionados seis *websites* que atendiam aos critérios definidos, seguindo-se da seleção dos 24 jogos listados no Quadro 1.

Quadro 1: Jogos que compuseram o *corpus* de análise

Nº	Título	Tipo de jogo	Idade	Website
01	Divida e conquiste	Jogo educativo de tiro	7 +	www.gameseducativos.com/matematica
02	Pet Shop	Jogo educativo e simulador	5 a 8	
03	Era dos Dinossauros	Jogo educativo e de aventura	5 a 8	www.escolagames.com.br/jogos/dificil/?q=matematica
04	Algarismos Romanos	Jogo educativo e <i>puzzle</i>	8 a 11	
05	Casa de Carne	Jogo educativo e simulador	6 a 9	
06	Dividindo a Pizza	Jogo educativo e simulador	9 a 12	
07	Aprendendo as horas	Jogo educativo e simulador	6 a 9	
08	Tabuada do Dino	Jogo educativo e <i>puzzle</i>	7 a 11	
09	Completando os números	Jogo educativo e <i>puzzle</i>	6 a 10	
10	Par ou ímpar	Jogo educativo e simulador	6 a 9	
11	Antecessor e sucessor	Jogo educativo e simulador	6 a 9	
12	Jogo das Contas	Jogo educativo	6 a 9	www.somatematica.com.br/matkids.php
13	Jogo da Força	Jogo educativo	todas	
14	Calculando	Jogo educativo e <i>puzzle</i>	6 a 9	www.jogosdaescola.com.br
15	Quebra-cabeça par ou ímpar	Jogo educativo e <i>puzzle</i>	6 a 9	
16	Subtração das nuvens	Jogo educativo e <i>puzzle</i>	7 a 9	
17	Tabuada divertida	Jogo educativo e <i>puzzle</i>	6 a 9	
18	Jogo das horas	Jogo educativo e <i>puzzle</i>	6 a 9	

19	Ariê Tabuada	Jogo educativo e <i>puzzle</i>	6 a 9	https://brincandocomarie.com.br/
20	Ariê e os Números	Jogo educativo e <i>puzzle</i>	6 a 9	
21	Ariê Somando	Jogo educativo e <i>puzzle</i>	6 a 9	
22	Disparo com Tabuada	Jogo educativo e <i>puzzle</i>	6 a 9	www.tabuadademultiplicar.com.br
23	Memória da tabuada	Jogo educativo e <i>puzzle</i>	6 a 9	
24	Balões SpuQ	Jogo educativo e <i>puzzle</i>	6 a 9	

Ferramentas de análise

Para investigar a utilização da cor nos jogos digitais infantis foi utilizada uma ferramenta de análise desenvolvida por Menezes e Pereira (2017). Originalmente elaborada para estudar o uso das cores em infográficos, a ferramenta consiste numa categorização das funções da cor em três grupos principais: funções perceptivas, indicativas e representativas, subdivididas em dez funções específicas, conforme mostrado no Quadro 2.

Quadro 2 – Categorização das funções da cor (Menezes & Pereira, 2017).

Categoria	Função	Descrição
Funções Perceptivas	Atrair	A cor é empregada para atrair a atenção do usuário para a peça gráfica.
	Harmonizar	O uso combinado das cores, seguindo determinadas regras que as interrelacionam, contribui para o equilíbrio da composição.
	Organizar	A cor agrupa elementos gráficos distintos, reduzindo a complexidade e ajudando a compreender a distribuição espacial.
	Proporcionar visibilidade e legibilidade	A cor facilita a visualização e leitura da informação em que está contida.
Funções Indicativas	Rotular	A cor distingue elementos com conteúdos diferentes.
	Mensurar	A cor apresenta informações que relacionam e comparam dados quantitativos.
	Hierarquizar	A cor direciona a ordem de leitura, dando destaque ao conteúdo que deve ter maior relevância.
	Manter a consistência	Uma mesma cor é utilizada para categorizar elementos similares, promovendo consistência e agrupamento lógico.
Funções Representativas	Identificar	A cor mantém relação de semelhança com objetos do mundo real.
	Simbolizar	A cor representa uma ideia/informação por meio de convenção.

Os jogos foram acessados pelas pesquisadoras por meio de Percurso Cognitivo para captura de imagens (*prints* das telas) e recortes. Anúncios ou propagandas foram removidos e

as imagens foram observadas em modo cromático e acromático para realizar comparações. As observações foram apoiadas por uma ficha de análise usada para registrar e organizar as informações.

5 Resultados e discussão

Sabe-se que a organização, atratividade e funcionalidade de um artefato dependem do design da interface em todos os seus aspectos (visuais e de interação). Contudo, dado o foco desta pesquisa no aspecto cromático, as análises não abordaram a composição gráfica, tipografia, iconografia e demais aspectos plásticos. Foram observadas as três categorias gerais de funções da cor (perceptivas, indicativas e representativas) e suas subdivisões (funções específicas). A análise voltou-se para a recorrência de cada função e identificação de usos adequados e inadequados da cor.

Funções perceptivas: harmonizar, atrair, organizar, e manter a legibilidade

Dentro dessa categoria geral, as funções mais recorrentes nos jogos foram *harmonizar*, *atrair* e *organizar*, enquanto a função *manter a legibilidade e visibilidade* apresentou problemas em 9 dos 24 jogos analisados.

A função *atrair* — que ocorre quando a cor é usada para chamar a atenção do usuário para o artefato gráfico (Menezes e Pereira, 2017) — foi identificada em 87,5% dos jogos. Como exemplos de uso adequado e inadequado dessa função, têm-se os jogos mostrados na Figura 1: na tela à esquerda, a atratividade é produzida pelo contraste entre o fundo azul e as figuras (especialmente o texto e o personagem amarelos), enquanto na tela à direita observa-se a ausência de elementos coloridos que estimulem a percepção. Deve-se considerar que o uso da cor pode ajudar a memorizar informações, aumentando o nível de atenção; e quanto mais a atenção é focada em certos estímulos, mais chances desses estímulos integrarem a memória permanente (Dzulkifli, 2013, Farley & Grant, 1976).

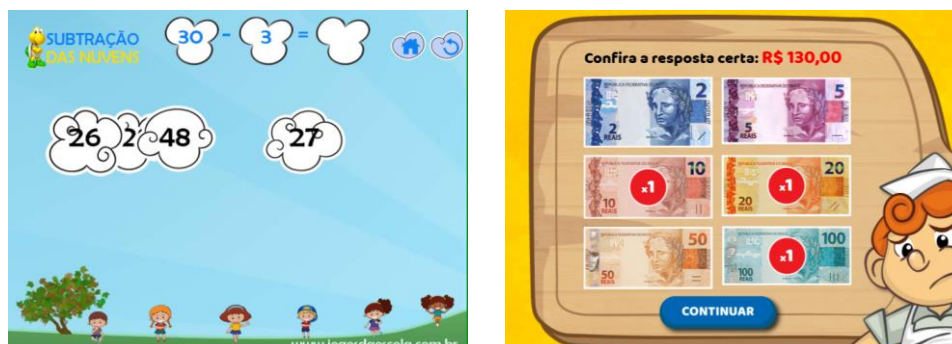
Figura 01: Exemplos de uso adequado e inadequado da função *atrair*



A função *harmonizar* — observada quando o uso combinado das cores contribui para o equilíbrio da composição (Menezes e Pereira, 2017) — ocorreu em 91,6% dos jogos. Na Figura

2 são mostrados exemplos de uso adequado e inadequado dessa função: na tela à esquerda, utilizam-se cores claras e próximas no círculo cromático (harmonia do tipo análoga), já na tela à direita, o uso das cores não segue uma regra que as relacionam e não contribui para o equilíbrio da composição. Um esquema cromático baseado na estratégia informacional da interface irá proporcionar equilíbrio, a fim de tornar a informação disposta nesse ambiente mais fácil de ser assimilada, considerando-se que cores têm potencial para tornar as tarefas simples e objetivas (Guimarães, 2004; Pedrosa, 2007).

Figura 2: Exemplos de uso adequado e inadequado da função *harmonizar*



A função *organizar* ocorre quando a cor é empregada para agrupar elementos gráficos distintos, reduzindo a complexidade e facilitando a compreensão da distribuição espacial (Menezes e Pereira, 2017). Ela foi identificada em 87,5% dos jogos. Como exemplos de uso adequado e inadequado dessa função, têm-se os jogos mostrados na Figura 3.

Figura 3: Exemplos de uso adequado e inadequado da função *organizar*

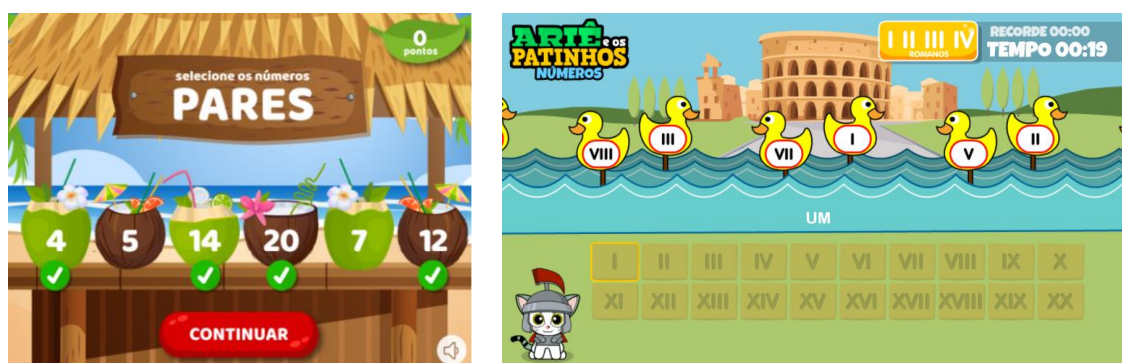


Na tela à esquerda, a distribuição das cores contribui para o agrupamento e distinção das partes do jogo, reduzindo a complexidade e facilitando a compreensão do espaço gráfico. Elementos conectados uns aos outros por propriedades visuais semelhantes são percebidos como um único grupo, sendo mais relacionados do que elementos que não estão conectados (Lidwell, 2010). Na tela à direita, a distribuição aleatória das cores nos balões prejudica a função perceptiva de organizar, dificultando o agrupamento visual (Figura 3). Durante a

interação, os balões ficam em movimento e o excesso de cores intensas também pode causar desconforto visual.

A função *proporcionar visibilidade e legibilidade* se refere ao uso da cor para facilitar a visualização e leitura da informação em que está contida (Menezes e Pereira, 2017). Ela foi identificada integralmente em 62,5% dos jogos, e parcialmente nos outros 37,5%. No jogo à esquerda (Figura 4), as figuras e textos apresentam bom contraste com os fundos coloridos, favorecendo a visibilidade e legibilidade, enquanto no jogo à direita há um baixo contraste entre os números da parte inferior da tela e o fundo colorido, dificultando a distinção entre os algarismos. As diferenças de luminosidade melhoram a legibilidade, iluminar cores claras e escurecer cores escuras aumenta a acessibilidade visual (Ambrose & Harris, 2009, Shieh & Lin, 2000, Silva, 2013).

Figura 4: Exemplos de uso adequado e inadequado da função *visibilidade e legibilidade*

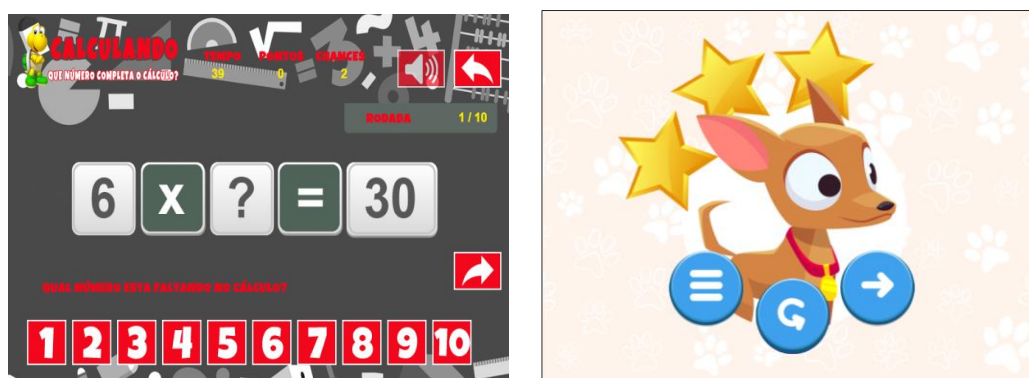


Funções indicativas: rotular, mensurar, hierarquizar e manter a consistência

Dentro dessa categoria, a função *manter a consistência* foi a mais recorrente no conjunto de jogos pedagógicos analisados e a menos frequente foi *mensurar*, enquanto a função *rotular* apresentou inconsistências em três jogos.

A função *rotular* — que ocorre quando a cor é usada para distinguir elementos com conteúdos diferentes (Menezes e Pereira, 2017) — foi identificada em 45,8% dos jogos analisados. Exemplos de presença e ausência dessa função são mostrados na Figura 5.

Figura 5: Exemplos de uso adequado e inadequado da função *rotular*



No jogo à esquerda (Figura 5), as cores distinguem três conjuntos de informações: os botões de números presentes no cálculo (cinza claros), os símbolos matemáticos (cinza escuros), e os números que estão faltando (vermelhos), caracterizando um código de cores. A codificação de objetos por meio de cores pode ser usada para segmentar e agrupar objetos de interesse em uma composição (Best, 2017, Lidwell, 2010). Na tela à direita, todos os botões têm a mesma cor, tamanho e formato, sendo os comandos diferenciados apenas pelos símbolos gráficos (sem distinção das funções através da cor).

A função *hierarquizar* ocorre quando a cor é usada para direcionar a ordem de leitura das informações, destacando o conteúdo que deve ter maior relevância (Menezes e Pereira, 2017). Essa função foi identificada em 70,8% dos jogos. Como exemplo de uso adequado da cor na função *hierarquizar*, tem-se a tela à esquerda (Figura 6) na qual a cor (associada à disposição dos elementos gráficos) destaca a pizza como elemento principal, seguida das frações, além de chamar a atenção para o resultado incorreto.

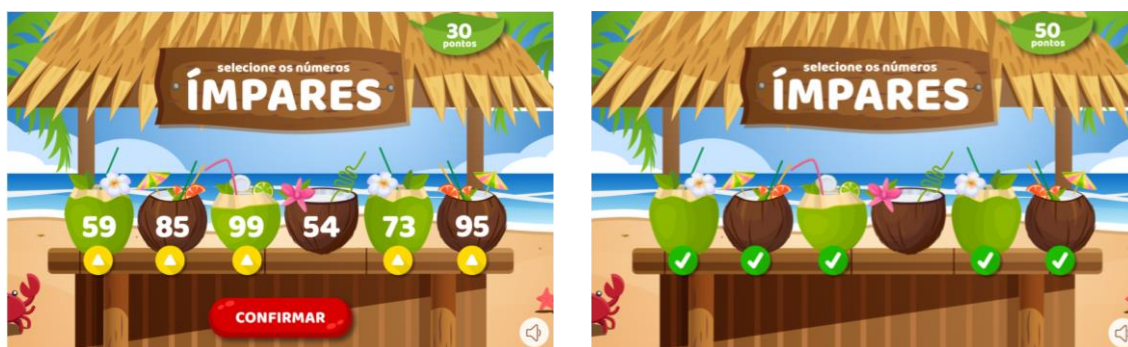
Figura 6: Exemplos de uso adequado e inadequado da função *hierarquizar*



A diferenciação cromática contribui para organizar informações, selecionar ou ressaltar partes específicas, criando hierarquias de importância e sequência de leitura (Pedrosa, 2007). Na tela à direita (Figura 6), o fundo de cor intensa dificulta a rápida identificação dos pontos de interesse.

A função *mensurar* diz respeito ao uso da cor para relacionar e comparar dados quantitativos (Menezes e Pereira, 2017). Ela foi a de menor frequência no *corpus* de análise (12,5% dos jogos), e pode ser observada na Figura 6 (na tela à esquerda), em que a cor de um conjunto de fatias é modificada para indicar as frações de pizza que foram retiradas.

A função *manter a consistência* — quando a cor é usada para categorizar elementos similares, promovendo consistência e agrupamento lógico (Menezes e Pereira, 2017) — foi observada em 87,5% dos jogos. Como exemplo de uso adequado dessa função, tem-se o jogo mostrado na figura 7, no qual os indicadores de números selecionados sempre aparecem na cor amarela, enquanto os indicadores de confirmação de acertos sempre são verdes, mantendo a consistência do código de cores ao longo do jogo.

Figura 7: Exemplo de uso adequado da função *manter a consistência*

Funções de representação: identificar e simbolizar

Dentro desta categoria, as duas funções (*identificar* e *simbolizar*) apresentaram boa frequência nos jogos analisados (50%). A função *identificar* — quando a cor é usada para manter relação de semelhança com objetos do mundo real (Menezes e Pereira, 2017) — foi observada em 62,5% dos jogos. Como exemplo, têm-se as telas mostradas na Figura 8, em que elementos do jogo como coqueiros, escadas e barris de madeira, são representados com cores próximas às do mundo real. Cores claras e escuras são usadas para diferenciar ambientes, como o fundo claro para o exterior e o escuro para o interior da caverna. Choudhury (2014) reforça que a cor é uma ferramenta essencial para o reconhecimento de objetos.

Figura 8: Exemplo da função *identificar*Figura 9: Exemplo da função *simbolizar*

Por fim, a função *simbolizar*, que ocorre quando a cor é usada para representar uma ideia ou informação por meio de convenção (Menezes e Pereira, 2017), foi identificada em 50% dos

jogos. Como mostrado na Figura 9, o uso da cor vermelha para representar a resposta errada e da cor verde para a resposta correta é uma convenção cultural, caracterizando a função simbólica da cor. Nesta pesquisa, essa associação simbólica foi observada em diferentes jogos.

6 Considerações finais

Partindo do pressuposto de que o design pode otimizar a informação visual e contribuir para a qualidade de artefatos dirigidos aos processos de ensino-aprendizagem, este trabalho analisou o uso das cores em um conjunto de jogos educativos digitais infantis voltados ao aprendizado de conteúdos de matemática. Os resultados mostraram que as cores desempenham funções perceptivas, indicativas e de representação no design de jogos educativos. A partir destas categorias gerais, a análise identificou ocorrências de todas as dez funções da cor previstas na ferramenta de análise utilizada: atrair, harmonizar, organizar, proporcionar visibilidade e legibilidade, rotular, mensurar, hierarquizar, manter a consistência, identificar e simbolizar (cf. Menezes e Pereira, 2017).

Considerando os aspectos relacionados à percepção das cores, na maioria dos jogos elas seguem regras de harmonia e contribuem para a atratividade do artefato e para o agrupamento dos elementos gráficos (organização visual). Foram observados usos inadequados dessas funções, mas com baixa incidência. A maior parte das informações textuais contidas nos jogos tem um contraste de cores que favorece a legibilidade, contudo foram observados frequentes usos inadequados dessa função, devido ao baixo contraste entre texto e fundo ou ao efeito de vibração óptica entre cores intensas.

No que se refere à cor como indicador visual, na maioria dos jogos, ela é usada para destacar conteúdos importantes e a consistência dos códigos de cores é mantida. A diferenciação de elementos com conteúdos distintos por meio da cor foi observada em aproximadamente metade dos jogos, enquanto o uso da cor para comparar dados quantitativos teve poucas ocorrências. Nas funções de representação, cor facilita a identificação dos objetos (pela relação de semelhança) e representa informações por meio de convenção em aproximadamente metade dos jogos.

Dado o foco desta pesquisa na informação cromática, os demais aspectos do design (e.g. organização gráfica, tipografia, iconografia) não integraram a análise. Contudo, de modo geral, foi observada uma baixa qualidade gráfica e estética dos jogos analisados, sem uma organização clara dos elementos, com superposição de informações e excesso de cores intensas, entre outros problemas.

Como contribuição, esta pesquisa demonstra possibilidades de uso da cor e um caminho possível para a avaliação do uso da cor no design de jogos educativos e, nesse sentido, oferece subsídios para o projeto de interfaces mais eficazes. Para a continuidade deste estudo, recomenda-se a realização de experimentos com usuários para verificar, no contexto de uso, a possível influência das funções da cor na usabilidade de jogos digitais.

7 Referências

- Almeida, M. E. B. (2003). Tecnologia e educação à distância: abordagens e contribuições dos ambientes digitais e interativos de aprendizagem. *Educação e Pesquisa*, 29 (2), 327-340.
- Ambrose, G., & Harris, P. (2009). *Cor*. Porto Alegre: Bookman.
- Best, J. (Ed.) (2017). *Colour design: theories and applications*. Woodhead Publishing.
- Bonnardel, N., Piolat, A., & Le Bigot, L. (2011). The impact of colour on Website appeal and users' cognitive processes. *Displays*, 32 (2), 69-80.
- Choudhury, A. K. R. (2014). *Principles of colour and appearance measurement: Visual measurement of colour, colour comparison and management*. Woodhead Publishing.
- Dzulkifli, M. A., & Mustafar, M. F. (2013). The influence of colour on memory performance: A review. *The Malaysian Journal of Medical Sciences*, 20 (2) 3.
- Ebner, M., Holzinger, A., & Maurer, H. (2007). Web 2.0 technology: Future interfaces for technology enhanced learning. *Proceedings of the 4th international conference on Universal access in human-computer interaction: applications and services*, Part III 4. Springer Berlin Heidelberg, 559-568.
- Fantin, M. (2018). Crianças, dispositivos móveis e aprendizagens formais e informais. *ETD - Educação Temática Digital*, 20 (1) 66-80. <https://doi.org/10.20396/etd.v20i1.8647545>.
- Farley, F. H., & Grant, A. P. (1976). Arousal and cognition: Memory for color versus black and white multimedia presentation. *The Journal of Psychology*, 94 (1), 147-150.
- Guimarães, L. (2004) *A cor como informação: a construção biofísica, linguística e cultural da simbologia das cores*. 3. ed. São Paulo: Annablume.
- Heller, E. (2013). *A psicologia das cores: como as cores afetam a emoção e a razão*. São Paulo: G. Gili.
- Kulpa, C. C., Pinheiro, E. T., & Silva, R. P. (2011). A influência das cores na usabilidade de interfaces através do design centrado no comportamento cultural do usuário. *Perspectivas em Gestão & Conhecimento*, 1 (1) 119-136.
- Lidwell, W., Holden, K., & Butler, J. (2010). *Princípios universais do design*. Porto Alegre: Bookman.
- Menezes, H. F., & Pereira, C. P. A. (2017). Funções da cor na infografia: uma proposta de categorização aplicada à análise de infográficos jornalísticos. *InfoDesign - Revista Brasileira de Design da Informação*, 14 (3) 321-339.
- Meyer, A. I. S. (2022). Ambientes virtuais de aprendizagem: conceitos e características. *Kiri-Kerê-Pesquisa em Ensino*, 1(12).
- Ministério da Educação. (2020). *Relatório Brasil no PISA 2018*. Disponível em: https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/avaliacoes_e_exames_da_educacao_basica/relatorio_brasil_no_pisa_2018.pdf.
- Paiva, V. M. D. O. (2010). Ambientes virtuais de aprendizagem: implicações epistemológicas. *Educação em Revista*, 26, 353-370.
- Pedrosa, T. M. C. (2007). *Significado e significante da cor no processo informacional: estudo aplicado na construção de interfaces digitais para a web* [Dissertação de mestrado não

- publicada]. Universidade Federal da Bahia, Brasil.
- Pereira, C. P. A. (2000). *A cor no desenho industrial: fundamentos para o projeto cromático de produtos* [Dissertação de mestrado não publicada]. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Universidade de São Paulo, Brasil.
- Piaget, J. (1978). *Introducción a la epistemología genética: el pensamiento matemático*. Buenos Aires: Paidós.
- Prediger, J., Berwanger, L., & Mörs, M. F. (2013). Relação entre aluno e matemática: Reflexões sobre o desinteresse dos estudantes pela aprendizagem desta disciplina. *Revista Destaques Acadêmicos*, 1 (4).
- Ribeiro, E. N., Mendonça, G. A. A., & Mendonça, A. F. (2007). A importância dos ambientes virtuais de aprendizagem na busca de novos domínios da EAD. *Anais do 13º Congresso Internacional de Educação a Distância*.
- Rolim, A. A. M., Guerra, S. S. F., Tassigny, M. M. (2008). Uma leitura de Vygotsky sobre o brincar na aprendizagem e no desenvolvimento infantil. *Revista Humanidades*, 23 (2) 176-180.
- Ruiz, A. R. (2002). *A matemática, os matemáticos, as crianças e alguns sonhos educacionais*. *Ciência & Educação*, 8 (2), 217-225.
- Santos, A. M. (2018). *Sítios educativos de apoio à aprendizagem no ensino primário e secundário em Portugal: um estudo de desempenho e de usabilidade* [Tese de doutorado não publicada]. Universidad de Salamanca.
- Shieh, K., & Lin, C. (2000). Efeitos do tipo de tela, iluminação ambiente e combinação de cores no desempenho visual do vdt e na preferência subjetiva. *Jornal Internacional de Ergonomia Industrial*, 26, 527-536.
- Shneiderman, B., et al. (2016). *Designing the user interface: strategies for effective human-computer interaction*. Pearson.
- Silva, F. M. (2013). *Cor e inclusividade: um projeto de design de comunicação visual com idosos*. Caleidoscópio.
- Silveira, L. M. (2015). *Introdução à teoria da cor*. UTFPR Editora.
- Tufte, E. R. (2011). *Envisioning information*. 13. ed. Connecticut: Graphic Press.

Sobre as autoras

Annamaria L. Teodosio, Me., UFCG, Brasil <annamarialaurentino@gmail.com>

Carla Pereira, Dra., UFCG, Brasil <carlapereira.ufcg@gmail.com>