

Comunicação Eficaz em *Games*: Utilização de Elementos Visuais no *Design* de Jogos

Effective Communication in Games: Using Visual Elements in Game Design

Laura Ferré Scotelari¹, Matheus dos Santos Luccas¹,
Leonardo Tortoro Pereira², Kalinka Castelo Branco¹

¹Universidade de São Paulo (USP)
Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação (ICMC)
São Carlos – São Paulo

²Universidade Estadual Paulista (UNESP) (Rio Claro)

`laura.scotelari@usp.br`, `matheus.luccas@usp.br`

`leonardo.t.pereita13@gmail.com`, `kalinka@icmc.usp.br`

Abstract. *In games, attention to artistic elements enhances the transmission of information. We explore techniques to integrate game development with appropriate artistic decisions. Pictorial elements like colors, lines, textures, and shapes must be cautiously selected to permit correct understanding of the game and its educational content. The same applies to character and interfaces design. Besides entertainment games, we also discuss how integrating Constructivism techniques in these decisions can promote active and effective learning for serious games by carefully selecting presentation elements aimed at player engagement and retention, favoring the use of serious games.*

Keywords *Pictorial elements, Aesthetics, Emotional responses, Games, Serious Games.*

Resumo. *Em jogos, atenção aos elementos artísticos melhoram a transmissão da informação. Este trabalho explora técnicas para integrar o desenvolvimento de jogos com escolhas artísticas adequadas. Elementos pictóricos como cores, linhas, texturas e formas devem ser cuidadosamente selecionados para garantir correto entendimento do jogo e seu conteúdo educacional. O mesmo se aplica à criação de personagens e interfaces. Também é discutido como integrar técnicas do Construtivismo nessas decisões pode promover aprendizado ativo e eficaz em jogos sérios, ao escolher cuidadosamente elementos de apresentação direcionado ao engajamento e retenção dos jogadores, favorecendo o uso de jogos no ensino.*

Palavras-Chave *Elementos pictóricos, Estética, Respostas emocionais, Games, Serious Games.*

1. Introdução

Estímulos visuais são uma forma eficiente de comunicação, por permitirem transmitir informações importantes de forma quase instantânea [Sugihara et al. 2006]. Nos primórdios da humanidade, esses estímulos eram essenciais para navegação em um mundo complexo, uma vez que a capacidade de distinguir cores e formatos poderia ser

decisiva em um contexto de busca por alimento ou abrigo [Paul Pettitt e Kentridge 2020]. A importância ancestral desses estímulos juntamente à habilidade de processar padrões condicionou o ser humano a extrair significados de imagens [Mattson 2014] mesmo em contextos onde sua segurança não está posta em risco, além de provocar respostas psicológicas subconscientes à certas cores e formatos [Hussain 2021].

O estudo das respostas emocionais aos estímulos visuais é amplamente utilizado em áreas como *marketing* e *design* de produtos, pois já é conhecida a importância desses estímulos no ato de persuadir clientes a tomar certas decisões ou transmitir determinadas mensagens [Clement et al. 2013]. Entretanto, é possível utilizar esses mesmos fatores para auxiliar na comunicação de conceitos mais complexos em um contexto de jogos, inclusive os jogos sérios. Via uma escolha consciente de cores e formas, é possível comunicar uma história ou transmitir uma mensagem de forma mais eficiente [Attar].

No contexto dos *games* (ou jogos computacionais), a elaboração de imagens artísticas e a aplicação de conceitos de *design* pode ser uma ferramenta poderosa no processo de transmissão de conhecimento, ao servir tanto como um atrativo que capture a atenção do jogador [Mildner e 'Floyd' Mueller 2016], quanto como um guia que oriente o olhar do usuário para as informações relevantes ao jogo e à construção desse conhecimento [Clement et al. 2013].

Esse trabalho pesquisou por meios de viabilizar a aplicação de tais técnicas no contexto de jogos e, além deles, também especificamente no contexto de jogos sérios construtivistas. A estratégia obtida para jogos de modo geral, pode e está sendo verificada para a aplicação em *Serious Games*, com foco no engajamento.

Na Seção 2 são fornecidos conceitos essenciais para a compreensão deste estudo, indicando como a cor e a forma podem ser usadas na transmissão de ideias. Na sequência, a Seção 3 discute trabalhos relacionados, enfatizando especialmente aqueles que destacam as vantagens de se aplicar conceitos de *design* artístico em jogos.

Posteriormente, na Seção 4 são detalhadas as vantagens para *design* de personagens e interfaces, e também como isso poderia ser especializado no contexto de jogos sérios, como ao aplicar tais recomendações na metodologia COMBO (Ciclo Organizado Modular Baseado em Oportunidades), descrita na mesma seção. A Seção 5 apresenta exemplos de aplicações das técnicas descritas em jogos para entretenimento e sérios. Por fim, trabalhos futuros e conclusões são apresentados na Seção 6.

2. Conceitos Teóricos

Em um jogo, é importante ambientar de forma rápida o usuário ao novo ambiente que o jogo se situa. Do contrário, a frustração de não compreender os conceitos e objetivos propostos se torna um fator desmotivador [Baláziková et al. 2019] que pode contribuir para uma experiência negativa ou mesmo a desistência do jogador [Garver 2015].

Entretanto, a correção excessiva desse problema pode levar à adição de extensas telas explicativas, as quais também podem apresentar resultados negativos. Isto, pois uma curva de aprendizado muito acentuada pode desestimular jogadores iniciantes [Pusey et al. 2022], e o uso de grandes volumes de texto ser pouco atrativo para o olho humano [Clement et al. 2013].

Nesse sentido, elementos visuais podem ser empregados na ambientação do

usuário, diminuindo a necessidade de explicar textualmente todas as características do jogo. Desta forma, delegam-se certas explicações às “pistas visuais” (*visual clues*), como associar cores e formas a determinados contextos ou ações [Norman 2006].

Segundo a *Interaction Design Foundation*, pistas visuais no contexto de *User eXperience* (UX) funcionam como “placas de trânsito” em uma estrada, sendo responsáveis por guiar o usuário pela interface, tornando a navegação digital algo intuitivo e agradável [IXDF]. Sendo assim, com o intuito de possibilitar a criação destas pistas visuais, é necessário primeiro compreender quais elementos compõem uma imagem e como esses elementos pictóricos influenciam o observador [Locher 2014].

Dentre os elementos básicos que compõem uma obra artística estão a cor, a linha, a textura e a forma. Segundo Paul J. Locher [Locher 2014], a composição de uma pintura pode ser subdividida em três níveis, sendo o primeiro composto pelos elementos pictóricos de primeira ordem, como a cor e a forma, os quais podem ser combinados de diversas maneiras com o intuito de gerar diferentes imagens.

A partir da combinação desses elementos, é possível atingir um nível superior de estímulo visual, o qual engloba conceitos como simetria, perspectiva, equilíbrio e movimento [Locher 2014]. Por fim, o nível organizacional de maior ordem permite arranjar esses atributos pictóricos em uma composição que transmite, por meio do seu conteúdo e estilo artístico, o significado conceitual e semântico da obra [Locher 2014].

Nesse contexto, é evidente que a manipulação dos elementos pictóricos fundamentais (cor, linha, forma e textura), permite obter diferentes significados semânticos, podendo transmitir diferentes mensagens ao observador [Locher 2014]. Sendo assim, é relevante estudar como esses atributos afetam os observadores para ser possível elaborar imagens que melhor comuniquem a mensagem desejada.

2.1. Estudo da Cor

Como forma de linguagem, a cor possui a capacidade de ensinar e transmitir mensagens diferentes, transformando-se em uma importante ferramenta de comunicação, compreensível a todos independentemente de qualquer tipo de formação [Nunes 2012]. Tal afirmação é corroborada por Wassily Kandinsky, artista plástico e professor da escola de arte e *design* Bauhaus, o qual afirmava que a cor possui conteúdos semânticos próprios e a considerava um instrumento capaz de evocar sentimentos universais e elementares [Gomez e Castral 2014].

Kandinsky associava respostas emocionais a determinadas cores. Como exemplo, é possível citar a conexão entre o amarelo e a explosão emocional, o qual evoca loucura, fúria, extravagância e fascínio. O verde representa equilíbrio, passividade e calma satisfeita, além de ser ligado à natureza. O vermelho é uma cor “cheia de vida”, agitada, efervescente, podendo indicar força, energia, alegria se for amarelado. Por fim, o azul, a mais fria das cores, evoca calma e paz de espírito [Gomez e Castral 2014].

Entretanto, apesar de estar estabelecida a capacidade de transmissão de mensagens a partir de cores [Pravossoudovitch et al. 2014], não há um consenso sobre o exato significado semântico de cada cor, uma vez que a mesma pode incorporar valores, regras e códigos constituídos por sistemas ou por campos semânticos de origens diversas (religiosa, política, técnica, etc.) [Nunes 2012].

Porém, a relação entre certas cores e respostas psicológicas não deve ser descartada. Um estudo do tipo ERP (*Event-related potential*) analisou o tempo de reação na classificação de palavras morais e imorais e conseguiu traçar um paralelo entre a moralidade e o verde, uma vez que palavras morais eram mais rapidamente classificadas quando escritas em verde, sendo que o oposto ocorria quando uma palavra imoral estava grafada na cor verde [Gan et al. 2016].

Ademais, outro estudo pôde relacionar o vermelho a uma resposta emocional específica, mostrando o vínculo entre essa cor e sensações de perigo, emergência e estado de alerta [Pravossoudovitch et al. 2014]. O estudo em questão não aborda a origem dessa relação, entretanto, algumas hipóteses são apresentadas, como uma possível origem biológica, pois uma resposta forte ao sangue seria útil em um contexto de autopreservação [Pravossoudovitch et al. 2014]. O estudo também sugere que a ligação vermelho-perigo pode ter surgido aleatoriamente, mas se tornou uma convenção adotada em diversas culturas ocidentais, uma vez que o vermelho é a cor escolhida para simbolizar perigo e alerta em diferentes organizações de segurança (como, por exemplo, a *American National Standards Institute* e a *U.S. Homeland Security*). [Pravossoudovitch et al. 2014].

Outro estudo, refletindo a opinião de centenas de pessoas sobre cores, e formando paletas que representam sentimentos específicos na maioria dos respondentes, pode ser encontrado em [Heller 2022]. O livro contém informações detalhadas sobre os efeitos psicológicos de cada cor, suas variações, simbologia, entre outras informações.

2.2. Estudo da Forma

Assim como a cor, a forma é um dos elementos fundamentais de uma obra artística e pode ser usada no processo de transmissão de mensagens. Existem evidências de que a geometria de uma imagem pode comunicar o significado de uma cena ou objeto, mesmo uma simples forma geométrica descontextualizada já evoca uma resposta emocional no observador [Larson et al. 2012]. Especificamente, formas angulares, como um "V", podem ser entendidas como ameaçadoras, enquanto formas curvilíneas transmitem uma sensação agradável de segurança [Larson et al. 2012].

O fenômeno citado pode ter origem em um condicionamento biológico que levou seres humanos a evitar superfícies pontiagudas, uma vez que são potencialmente perigosas. Tal associação pode ser aplicada no processo de criação de imagens artísticas, dando preferência a formas com ângulos agudos quando o intuito da obra é demonstrar perigo ou desconforto e utilizando formas arredondadas para transmitir sensações de segurança [Larson et al. 2012].

3. Trabalhos Relacionados

No contexto de jogos, existem estudos que buscaram compreender o impacto de estilos artísticos na experiência de usuário na área de jogos, como o artigo *The Impact of Visual Style on User Experience in Games* [Mitgutsch e Alvarado 2012]. Nessa publicação, foi explorada a maneira como a cor e a forma influenciam a satisfação do jogador e o seu engajamento, mais especificamente, o estudo visou responder se um jogo 3D pode ser mais interessante que um jogo 2D, ou se uma escala de cores cinza impacta negativamente a experiência do usuário. Entretanto, devido a um tamanho da amostra relativamente pequeno, o estudo não conseguiu atingir conclusões significativas.

[Caroux e Mougine 2022] apresenta a influência da complexidade dos cenários de fundo e a dificuldade de tarefas no desempenho de jogadores de jogos de ação. Cenários mais complexos diminuem o tempo de resposta dos jogadores.

Sobre estilos visuais, [Cho et al. 2018] apresenta uma taxonomia para descrever os estilos presentes em jogos. Um estudo com 22 participantes mostrou uma certa convergência de categorias, o que poderia auxiliar na divisão e busca de jogos seguindo esta característica, e também demonstrando a importância dos elementos gráficos na percepção de usuários. Enquanto isso, [Fernando Henrique Cardoso Silva 2019] realizou uma revisão da literatura com pesquisas sobre estéticas de jogos, agrupando-os em três abordagens estéticas: estética sensorial, game arte, e experiência sintética. Descobriu-se uma grande diversidade das definições para estética.

Um dos mercados de *Games* que vem apresentando uma crescente é o de *Serious Games*. Essa é uma área que possui uma relevância considerável no contexto acadêmico, e há uma aparente lacuna em estudos sobre o impacto de estilos visuais na experiência de usuário [Garver 2015].

Desse modo, há algumas publicações que abordam as questões estéticas desses *Serious Games*, como *Purposeful by design?: a serious game design assessment framework* [Mitgutsch e Alvarado 2012], o qual propõe um *framework* para desenvolver "purpose-based games" mais coesos e coerentes. O estudo em questão reserva uma seção para abordar a importância da "estética e gráficos" desse tipo de jogo, porém não analisa profundamente como esses elementos pictóricos podem impactar o jogador e nem aplicam conceitos teóricos como estudo da cor e forma.

E também o trabalho de [McLaughlin et al. 2010], apresentando um *framework* que conecta as técnicas de computação gráfica e estilo visual no design de jogos com objetivos de aprendizado. O relacionamento é organizado em uma tabela seguindo a taxonomia de Bloom do domínio cognitivo e gráficos simples, estilizados, e realistas. Os autores apresentam uma hipótese de que jogos com gráficos mais simples podem levar a um melhor aprendizado, mas não foi encontrado um estudo posterior que comprovasse ou refutasse tal hipótese.

Esses estudos demonstram a importância do desenvolvimento consciente e fundamentado dos visuais dos jogos, e como eles devem ser alinhados aos objetivos do design do jogo, seja ele o entretenimento, ou o aprendizado.

4. Materiais e Métodos

O propósito geral de um jogo é o engajamento, conseguido muitas vezes por meio da jogabilidade. Formas, cores, entre outros, auxiliam no processo de transmissão de mensagens. No caso de *Serious Games*, como o principal propósito é educacional, e com isso garantir a transmissão de conhecimento sobre um determinado tema, é imprescindível que todos os aspectos do jogo reflitam esse objetivo, incluindo a parte gráfica. A estética do jogo, sendo responsável pela apresentação inicial do tema ao jogador, torna-se uma ferramenta importante na introdução desse tema e no impacto que ele irá causar no usuário [Mitgutsch e Alvarado 2012].

Além disso, outro fator que explicita a relevância de criações artísticas e estímulos visuais no contexto de jogos, e de modo mais significativo os *Serious Games*,

Tais princípios visam incentivar a interatividade ao posicionar jogos como ferramentas educativas. A expressividade defende que os alunos devam criar suas próprias ideias e estratégias para alcançar recompensas, não só as permitindo no meio, mas as incentivando a esse desafio. Já a explorabilidade defende a autonomia no aprendizado, estimulando que da iniciativa do próprio aluno na resolução de desafios, o mesmo se permita desvendar algo novo [Weintrop e Wilensky 2012].

Deste modo, permite criar ambientes de aprendizagem visualmente estimulantes, usando cores corretas e apropriadas, além de elementos pictóricos para codificar informações, fornecer *feedback* imediato e engajar emocionalmente os jogadores. Essas estratégias ajudam a promover a construção ativa do conhecimento, alinhando-se aos princípios do construtivismo.

4.3. *Design* de personagens e interfaces

No contexto de criação de artes para jogos, o conhecimento sobre as propriedades das cores e formas pode ser aplicado no *design* de personagens. Nesse sentido, além de utilizar propriedades citadas na Seção 2, as escolhas de *design* devem ser feitas de modo a evitar personagens genéricos, com uma silhueta pouco distinta [Fogelström 2013].

Em jogos, uma silhueta facilmente distinguível é relevante na rápida identificação de adversários. Ademais, um alto contraste entre o esquema de cores inimigo e aliado também é um fator que auxilia a rápida diferenciação desses elementos [Fogelström 2013]. Estes conceitos podem ser aplicados no *design* de interfaces, pois o uso de formas específicas em determinadas situações comunica rapidamente o contexto ao jogador [Larson et al. 2012].

Para exemplificar e validar a aplicação dessas propriedades, propõe-se desenvolver um jogo sério que siga as recomendações de design apresentadas, e usando a metodologia COMBO. Tal jogo, denominado *Hacker Cave*, é apresentado na Seção 5.2.

5. Resultados e discussões

Considerando os fatores abordados nas seções anteriores, é evidente que uma escolha consciente de formas e cores no desenvolvimento da parte estética do jogo facilita a transmissão de informação, além de aumentar o engajamento e a retenção dos jogadores. Nesse sentido, ao utilizar uma determinada cor ou formato na criação de uma arte, o jogo consegue comunicar uma ideia de forma rápida e sem a necessidade de textos explicativos.

5.1. Aplicações

As associações entre elementos pictóricos e respostas emocionais exploradas podem ser observadas em inúmeros jogos e produtos culturais. Como foi abordado na Seção ??, o uso de formas pontiagudas e o uso da cor vermelha evocam a sensação de perigo e alerta, sendo frequentemente utilizadas para representar o inimigo em jogos e filmes.

Como exemplo, é possível citar o jogo *World of Warcraft*. Nesse título, as cidades da facção “vilã” (Horda) possuem uma abundância de espinhos e formas angulares. E as construções são predominantemente da cor vermelha. Em contrapartida, o *design* das cidades da Aliança, facção ligada à nobreza e à honra, utiliza formas arredondadas e cores como o azul e o verde. A Figura 2(a) apresenta ambas construções, com a da Horda

à esquerda e da Aliança à direita. A escolha desses elementos permite identificar de forma rápida a facção apenas observando a estética das cidades, além de facilitar a comunicação de conceitos mais abstratos, como os aspectos morais de cada facção.



(a) Capturas de tela do Jogo *World of Warcraft*. Construção da Horda e construção da Aliança, respectivamente [Wowpedia , WoWWiki]
 (b) Personagens do Jogo *Super Mario Galaxy*, da Nintendo. O lado esquerdo possui exemplos de aliados, enquanto o direito mostra inimigos

Figura 2. Comparação de elementos visuais de "heróis" e "vilões".

A aplicação desses conceitos também pode ser encontrada no *design* de personagens, como os do jogo *Super Mario Galaxy*. Ao analisar os *designs* da Figura 2(b) nota-se uma relação entre os personagens do bem (aliados, à esquerda) e o uso de formas arredondadas, enquanto inimigos (à direita) possuem espinhos e formas com ângulos agudos (dentes ou presas). Como foi abordado previamente, o uso de formas arredondadas evoca uma sensação agradável de segurança, comunicando rapidamente ao jogador que o personagem em questão não apresenta perigo e não precisa ser evitado.

No contexto de jogos de estratégia e combate, a codificação de aliados na cor verde e inimigos na cor vermelha é uma prática comum que facilita a rápida identificação dos personagens na tela. Dentre os jogos que fazem uso dessa associação está o *Teamfight Tactics*, um jogo de estratégia ambientado no mesmo universo de *League of Legends* e utiliza barras de vida verdes para representar os aliados e barras de vida vermelhas para indicar os inimigos, como visto na Figura 3(a).



(a) Parte de uma captura de tela do jogo *Teamfight Tactics* [Hu3br].
 (b) Mapa do jogo *Total War: Warhammer 3* [Hu3br].
 [Mobalytics].

Figura 3. Exemplos de codificação de aliados e inimigos respectivamente nas cores verde e vermelha.

Analogamente, o jogo *World of Warcraft* no modo *player versus player* (PVP) exhibe o nome de jogadores da sua equipe na cor verde e os nomes de inimigos na cor vermelha. Por fim, outro jogo de estratégia que também faz uso dessas cores é o *Total War: Warhammer 3* (Figura 3(b)), o qual além de usar barras de vida verde para a sua equipe e vermelha para os adversários, também colore os territórios sobre os quais o jogador exerce controle de verde e os territórios fora do seu controle de vermelho.

No contexto de *Serious Games*, um exemplo que explicita a importância dos elementos visuais na comunicação de informações é o jogo *Imobilidade Urbana* (Figura 4), desenvolvido pelo Núcleo de Tecnologia do Movimento dos Trabalhadores Sem-Teto (MTST). O jogo em questão foi elaborado com o intuito de conscientizar a população sobre a precarização dos transportes públicos e protestar contra a sua terceirização.

A arte do jogo possui um papel fundamental na transmissão desta mensagem, já que a representação dos vagões do metrô como um local sujo, danificado e perigoso provocam uma comoção no jogador e o levam a questionar a atual situação do transporte público. Além disso, as escolhas estéticas também servem para melhorar a jogabilidade, uma vez que a escolha de olhos vermelhos para representar o inimigo provoca uma sensação de alerta no jogador e proporciona uma rápida identificação do perigo.

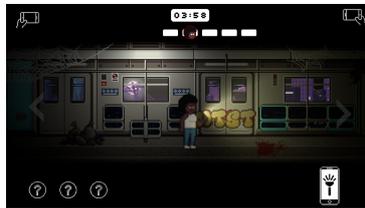


Figura 4. Captura de tela do jogo *Imobilidade Urbana*.
Fonte: Imagem obtida em [de Tecnologia do MTST].

5.2. *Hacker Cave*, aplicando a escolha inteligente de *design* no contexto de um *Serious Game*

Utilizando a metodologia COMBO, o jogo *Hacker Cave*, ilustrado na Figura 5, representa uma abordagem de ensino de Introdução à Computação com o uso de jogos.



Figura 5. Capturas de tela do protótipo do jogo *Hacker Cave*.

O ambiente do jogo se passa integralmente na frente de um *desktop*, onde o jogador assume o papel fictício de um *hacker* que ajudará seus parceiros em diversos golpes, monitorando e gerenciando os recursos que seus códigos conseguem controlar, o que na história do jogo implica em câmeras, semáforos, portões, celulares, entre outros.

Para tomar o controle desses recursos, o jogador deverá apertar corretamente os botões da seta para guiar corretamente o fluxo do código, apresentado visualmente por blocos de execuções, cada um representando um recurso. A compreensão do funcionamento desses blocos levará o jogador a prever quais botões apertar e, portanto, a alcançar resultados mais rápidos e eficientes em cada capítulo apresentado no jogo.

Neste contexto, a interface pode ser projetada aplicando bordas arredondadas nas janelas do computador amigo e um esquema de cor que use majoritariamente o verde. Em contrapartida, o computador inimigo pode usar janelas de bordas angulares e cores avermelhadas, buscando evocar a sensação de perigo e alerta à primeira vista.

Hacker Cave trata do tema de Introdução à Computação, desviando do estilo *LOGO-like* (que simula linguagens de programação de alto nível), comumente utilizado. Utilizam-se os princípios da metodologia COMBO ao não exigir conhecimento prévio de lógica de programação, mas permitir que o aluno seja introduzido aos conceitos de fluxo de programação durante o *gameplay*. O jogador não irá escrever um código, mas experimentará o fluxo lógico dos códigos enquanto terá que tomar decisões rápidas.

Tendo em vista os objetivos de ensino e a ambientação adotados, os cuidados com as escolhas de *design* levaram à conclusão que adaptações na metodologia COMBO para conter também decisões artísticas incrementariam a abrangência e qualidade da mesma.

O protótipo do *Hacker Cave* conta hoje com imagens oriundas de Inteligência Artificial e que não são atrativas e não possibilitam o engajamento. As estratégias de forma, cor e outros elementos de *design* de personagem elencadas nesse artigo estão sendo incorporadas à metodologia COMBO e farão parte do *design* do jogo na totalidade.

6. Conclusão

No âmbito dos jogos, a estética não é apenas um complemento, sendo essencial para a eficiência da jogabilidade, a classificação e categorização do jogo, a satisfação do jogador, entre outros fatores. No contexto de *Serious Game* passa a ser uma parte integral do processo de comunicação e ensino, podendo afetar a facilidade de aprendizado e motivação.

Nesse sentido, a criação artística e a aplicação de conceitos sobre psicologia das cores e *design* atrai a atenção dos jogadores e facilita a compreensão e a retenção de conceitos complexos. Por exemplo, a associação de cores específicas a determinadas ações ou conceitos no jogo pode agilizar o reconhecimento e a compreensão por parte dos jogadores, tornando a experiência mais envolvente e divertida (ou educativa).

Nesse artigo, foi explorada a importância de estímulos visuais na transmissão de informações no contexto de jogos de entretenimento e sérios. Por fim, foi abordada a maneira como elementos pictóricos, podem ser manipulados para comunicar mensagens complexas de maneira eficaz e intuitiva, comprovando como estímulos visuais podem ser uma ferramenta enriquecedora no processo de aprendizagem.

Espera-se que as técnicas aqui levantadas auxiliarão trabalhos futuros para o desenvolvimento de jogos de qualidade. Em específico, como trabalho futuro, os autores irão continuar o desenvolvimento do jogo *Hacker Cave*, como plataforma de testes dos conceitos levantados, e adaptando a metodologia COMBO para incluir considerações estéticas e de *design*, para contribuir no cenário de criações de *Serious Games* construtivistas. Aspectos artísticos serão explorados e levantamentos serão feitos no sentido de impulsionar o entendimento do aluno jogador. Uma segunda contribuição futura consiste nos testes das diferenças de estilos artísticos para o aprendizado, como proposto em [McLaughlin et al. 2010].

Agradecimentos

Este estudo foi financiado em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) e pela Comissão Gestora de Bolsas do PROEX-CCMC.

Referências

- Attar, F. Visual storytelling as tool.
- Balážiková, M. et al. (2019). Real-life frustration from virtual worlds: The motivational potential of frustration. *Acta Ludologica*, 2(1):56–68.
- Caroux, L. e Mouginé, A. (2022). Influence of visual background complexity and task difficulty on action video game players' performance. *Entertainment Computing*, 41:100471.
- Cho, H., Donovan, A., e Lee, J. H. (2018). Art in an algorithm: A taxonomy for describing video game visual styles. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 69(5):633–646.
- Clement, J., Kristensen, T., e Grønhaug, K. (2013). Understanding consumers' in-store visual perception: The influence of package design features on visual attention. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 20(2):234–239.
- de Tecnologia do MTST, N. Imobilidade urbana. <https://ntmtst.itich.io/imobilidade-urbana>. Accessed: 31/05/2024.
- Fernando Henrique Cardoso Silva, C. C. (2019). A estética do jogo digital: uma revisão sistemática integrativa. *Blucher Design Proceedings*, 6(4):2748 – 2754.
- Fogelström, E. (2013). Investigation of shapes and colours as elements of character design.
- Gan, T., Fang, W., e Ge, L. (2016). Colours' impact on morality: Evidence from event-related potentials. *Scientific reports*, 6(1):38373.
- Garver, S. A. (2015). *The impact of visual style on user experience in games*. PhD thesis, Purdue University.
- Gomez, R. S. e Castral, P. C. (2014). Cor e percepção: um estudo da interpretação do meio urbanístico-arquitetônico, baseado na obra 'noturnos', de cássio vasconcellos.
- Heller, E. (2022). *A psicologia das cores: como as cores afetam a emoção e a razão*. Editora Olhares.
- Hu3br. Análise – total war: Warhammer 3. <https://www.hu3br.com/analise-total-war-warhammer-3/>. Accessed: 31/05/2024.
- Hussain, A. R. (2021). Colour psychology in art: How colour impacts mood.
- IxDF, I. D. F. What are visual cues? <https://www.interaction-design.org/literature/topics/visual-cues>. Accessed: 01/06/2024.
- Larson, C. L., Aronoff, J., e Steuer, E. L. (2012). Simple geometric shapes are implicitly associated with affective value. *Motivation and Emotion*, 36:404–413.
- Locher, P. J. (2014). Empirical investigation of the elements of composition in paintings: Paintings as stimuli. *The Cambridge handbook of the psychology of aesthetics and the arts*, pages 221–242.
- Luccas, M. d. S. e Branco, K. R. L. J. C. (2023). Star owners: um modelo construtivista de desenvolvimento de serious games para jogo de ensino de teoria da computação. *Anais*.

- Mattson, M. P. (2014). Superior pattern processing is the essence of the evolved human brain. *Frontiers in neuroscience*, 8:98857.
- McGrath, M. B. e Brown, J. R. (2005). Visual learning for science and engineering. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 25(5):56–63.
- McLaughlin, T., Smith, D., e Brown, I. A. (2010). A framework for evidence based visual style development for serious games. In *Proceedings of the Fifth International Conference on the Foundations of Digital Games, FDG '10*, page 132–138, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Mildner, P. e 'Floyd' Mueller, F. (2016). *Design of Serious Games*, pages 57–82. Springer International Publishing, Cham.
- Mitgutsch, K. e Alvarado, N. (2012). Purposeful by design? a serious game design assessment framework. In *Proceedings of the International Conference on the foundations of digital games*, pages 121–128.
- Mobalytics. 3 tft mechanics that need updating. <https://mobalytics.gg/blog/tft/3-tft-mechanics-that-need-updating/>. Accessed: 31/05/2024.
- Norman, D. A. (2006). *O design do dia-a-dia*. Rocco Rio de Janeiro.
- Nunes, A. C. N. X. (2012). Informação através da cor. a construção simbólica psicodinâmica das cores na concepção do produto. *ModaPalavra e-periódico*, (9):63–72.
- Paul Pettitt, L.-E. M. e Kentridge, R. (2020). Bringing science to the study of ancient senses - archaeology and visual psychology. *World Archaeology*, 52(2):183–204.
- Pravossoudovitch, K., Cury, F., Young, S. G., e Elliot, A. J. (2014). Is red the colour of danger? testing an implicit red–danger association. *Ergonomics*, 57(4):503–510.
- Pusey, M., Wong, K. W., e Rappa, N. A. (2022). Using case studies to explore need satisfaction and frustration in puzzle video games. *Games and Culture*, 17(5):752–772.
- Sugihara, T., Diltz, M. D., Averbeck, B. B., e Romanski, L. M. (2006). Integration of auditory and visual communication information in the primate ventrolateral prefrontal cortex. *Journal of Neuroscience*, 26(43):11138–11147.
- Vahldick, A., Mendes, A. J., e Marcelino, M. J. (2016). Towards a constructionist serious game engine. In *Proceedings of the 17th International Conference on Computer Systems and Technologies 2016, CompSysTech '16*, page 361–368, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Valadares, J. (2011). A teoria da aprendizagem significativa como teoria construtivista. *Aprendizagem Significativa em Revista*, 1(1):36–57.
- Weintrop, D. e Wilensky, U. (2012). Redefining constructionist video games: Marrying constructionism and video game design.
- Wowpedia. Grommash hold. https://wowpedia.fandom.com/wiki/Grommash_Hold. Accessed: 31/05/2024.
- WoWiki. Stormwind city. https://wowwiki-archive.fandom.com/wiki/Stormwind_City. Accessed: 31/05/2024.

Wu, W.-H., Chiou, W.-B., Kao, H.-Y., Alex Hu, C.-H., e Huang, S.-H. (2012). Re-exploring game-assisted learning research: The perspective of learning theoretical bases. *Computers & Education*, 59(4):1153–1161.