

Proposta de modo de acessibilidade para o jogo Nihilumbra: tornando o jogo mais acessível para jogadores daltônicos

Loana Russo Barbosa Ramos, Natal Anacleto Chicca Junior
Instituto UFC Virtual - Sistemas e Mídias Digitais
Universidade Federal do Ceará
Fortaleza, Brasil
loanarusso@gmail.com, natal@virtual.ufc.br

Resumo—A interface de um jogo tem como objetivo permitir que o jogador se sinta no controle de sua experiência. No entanto, antes de poder interagir com o mesmo, o jogador precisa conseguir ter acesso ao jogo, sendo capaz de reconhecer seus elementos a fim de compreender o que está acontecendo, podendo assim ter o controle de suas ações dentro do sistema. O daltonismo é um tipo de deficiência na visão de cores que leva aqueles que o possuem a não serem capazes de visualizar as cores com precisão, apresentando dificuldades em contextos onde as cores são o único canal de comunicação. O objetivo desse trabalho é propor um modo de acessibilidade para o jogo Nihilumbra. Com isso, possibilitar que jogadores com daltonismo possam ter controle de suas ações ao diferenciar as cores utilizadas como elementos centrais de mecânica. Para isso, foi proposto um sistema de símbolos que pode ser utilizado como um reforço na comunicação, permitindo que o elementos sejam diferenciados de forma rápida e que pode ser implementado no jogo de forma simples e barata.

Keywords—Jogos, Nihilumbra, Daltonismo, Interfaces Acessíveis;

I. INTRODUÇÃO

Segundo Hix e Hartson, a interface de um sistema iterativo é o único meio de contato entre o usuário e o sistema. Esse contato pode se dar de forma física, através de dispositivos de entrada como mouse e teclado, que permitem que o usuário aja sobre a interface e participe ativamente da interação, e também através de dispositivos de saída como telas e dispositivos de som, que permitem ao usuário perceber as reações do sistema e participar passivamente da interação. Aquilo que é percebido por meio do contato físico deve ser interpretado pelo usuário, permitindo a ele compreender as resposta do sistema e planejar os próximos caminhos da interação. Essa interpretação gera o chamado contato conceitual [2] [1].

Nos jogos, as definições não são muito diferentes, de forma simples, interface é tudo que está entre o jogador e o mundo do jogo [10]. Entretanto, diferente de um software de trabalho, o objetivo não é desenvolver interfaces que suportem de forma direta e objetiva a execução de uma determinada tarefa do usuário. O objetivo nesse contexto é oferecer o entretenimento e a medida certa de desafios em um ambiente imersivo [9].

O objetivo de uma interface de jogo é fazer o jogador se sentir no controle da sua experiência [10], sem facilitar ou atrapalhar a jogabilidade, ou a diversão obtida na jornada de atingir as metas propostas pelo jogo [9], seguindo os limitadores, ou regras, dados pelo mesmo.

Cores são uma parte muito importante da interface de um jogo [14], uma vez que são capazes de comunicar vários tipos de informações que podem, ou não, ser essenciais para a jogabilidade. Elas são capazes de evocar emoções, podendo ser utilizadas como elemento de distinção de grupos de elementos, identificadores de objetos que executam funções previamente determinadas, assim como ser o elemento central da mecânica do jogo, são capazes, inclusive, de representar progressão de tempo ou mudança de ambiente [15].

Entretanto, apesar de muito relevantes, o uso de cores como único meio de representação de alguns tipos de informações essenciais à jogabilidade pode gerar transtornos para pessoas com daltonismo. Jogadores daltônicos podem sentir dificuldades em diferenciar cores de times, separar seus personagens do cenário de jogo e/ou da interface, solucionar quebra-cabeças onde cores são essenciais ou mesmo visualizar informações presentes na interface [11] (como vida, mana, barras de especial, etc).

Em qualquer tipo de interface, a ausência de acessibilidade cria barreiras que impedem mais usuários de acessarem e interagirem com o sistema [1]. Mas, assim como sites e sistemas diversos, os jogos também possuem diferentes guias e regras para o desenvolvimento de interfaces acessíveis, podendo ser encontradas em sites como *Game Accessibility Guidelines* [5] e *Accessible Games* [7], no livro *Includification* [3] e em vídeos como a série *Video Games are for Everyone* do canal *Game Maker's Toolkit* no Youtube [12].

Para minimizar as barreiras de acesso, jogos podem ter modificações ativadas por um modo de acessibilidade, como alguns exemplos apresentados na Figura 1, tal como o jogo *Resident Evil 2* (Capcom, 2019), onde é possível selecionar diferentes cores da mira para destacá-la do background; ou do jogo *Far Cry New Dawn* (Ubisoft, 2019) onde elementos chave da jogabilidade têm suas cores modificadas para rosa e amarelo gerando um maior contraste entre elas. O



Figura 1. Exemplos de modificações de acessibilidade dos jogos Far Cry New Dawn (Ubisoft, 2019), Rocket League (Psyonix, 2015), Chromagun (Pixel Maniacs, 2015) e Recore (Armature Studio e Comcept, 2016).

jogo Rocket League (Psyonix, 2015) modifica as cores dos times para laranja e azul. E jogos como Chromagun (Pixel Maniacs, 2015) e Recore (Armature Studio e Comcept, 2016) utilizam outras formas de informação complementares ao sistema de cores [13], garantindo assim a distinção de um maior número de nuances e garantindo a abrangência de tipos diversos de daltonismo ao permitir que os jogadores identifiquem os elementos necessários através de uma forma alternativa às cores.

Nihilumbra (BeautiFun Games, 2012) é um jogo de plataforma e quebra-cabeça, em que o jogador deve utilizar as cores disponíveis para pintar superfícies modificando o ambiente, tendo assim as cores como elemento central de sua mecânica. Entretanto, diferente dos jogos citados anteriormente, não possui um modo de acessibilidade.

Este trabalho tem como objetivo propôr um modo de acessibilidade para o jogo Nihilumbra, adaptando sua interface para torná-la acessível às pessoas com tipos diversos de daltonismo por meio de um sistema simbólico.

II. A VISÃO DE CORES E O DALTONISMO

O daltonismo, ou discromatopsia, é um tipo de deficiência na visão de cores causada por fatores diversos, como aspectos genéticos, acidentes, uso de medicamentos e envelhecimento. O olho, mais especificamente a retina, possui neurônios responsáveis pela visão da cor, os chamados cones. [17]. Cada cone possui um de três tipos de fotopigmentos, reagindo a diferentes comprimentos de onda do espectro de luz visível.

Os três tipos de cones são classificados como **cone-S**, sensíveis a curto comprimento de onda, até 420 nm, que compreende a cor azul; **cone-M**, sensíveis a médio comprimento de onda, até 530 nm, que compreende a cor verde; e

cone-L, sensíveis ao comprimento de onda longo, até 560 nm, que compreende a cor vermelho [16]. A combinação da informação dos três cones gera todas as cores que o ser humano é capaz de ver e compõe a visão tricromática de cores [11].

As formas de daltonismos existentes estão diretamente relacionadas com a forma como o sistema visual funciona. No **Monocromatismo** os cones não estão disponíveis ou se tem apenas um tipo deles; no **Dicromatismo** se tem apenas dois tipos de cone, com o outro faltando completamente; e no **Tricromatismo Anômalo** todos os tipos de cones estão disponíveis, porém com sua sensibilidade reduzida, o que causa uma diminuição do espectro de cores percebidas [16].

Dentro do Dicromatismo e do Tricromatismo Anômalo se tem três tipos diferentes, de acordo com o cone ausente ou com sensibilidade reduzida. A **Tritanopia/Tritanomalia** se caracteriza pelo cone-S (azul) ausente/com defeito, a **Deuteranopia/Deuteranomalia** se caracteriza pelo cone-M (verde) ausente/com defeito e a **Protanopia/Protanomalia** se caracteriza pelo cone-L (vermelho) ausente/com defeito [16].

Os daltonismos do tipo Deutan (verde) e Protan (vermelho) são uma característica recessiva ligada ao cromossomo sexual X e do tipo Tritan (azul) é uma característica autossômica dominante, ou seja, Deutan e Protan são mais comuns em homens, enquanto o tipo Tritan afeta homens e mulheres igualmente [16]. O tipo Tritan também pode ser causado por fatores externos, como doenças, machucados ou medicações e idade [11]. Devido a essa característica, Deutan e Protan são os tipos mais recorrentes de daltonismo.

Pessoas com tipo Deutan costumam confundir verdes e marrons; azuis-esverdeados e cinzas; verdes claros e amarelos; vermelhos, laranjas e amarelos; azuis, roxos e rosa escuro. O tipo Protan costuma confundir preto e vermelho; marrons, verdes, vermelhos e laranjas; azuis, roxos e rosa escuro; o espectro vermelho-laranja é diminuído. O tipo Tritan costuma confundir azuis, verdes e cinzas; roxos escuros e preto; laranjas e vermelhos [11].

Estima-se de 1 em 12 homens são daltônicos (8%) e 1 em 200 mulheres são daltônicas (0,5%) [19].

III. GUIDELINES PARA DESENVOLVIMENTO DE JOGOS ACESSÍVEIS

Um dos parâmetros de qualidade de uso de um sistema é a acessibilidade e está relacionada com a remoção de barreiras de acesso à interface e à interação com o sistema [20]. Para guiar o desenvolvimento de jogos acessíveis existem diversos conteúdos que orientam os desenvolvedores sobre o que fazer para acomodar cada tipo de deficiência.

A. Game Accessibility Guidelines - GAG

O *Game Accessibility Guidelines* [5] é um site que surgiu do esforço colaborativo entre estúdios de desenvolvimento,

especialistas e estudiosos, com o objetivo de ser uma referência para evitar a exclusão desnecessária de jogadores e assegurar que os jogos sejam igualmente divertidos para o maior número de pessoas possível.

Criado em 2012, sua lista de tópicos é dividida entre aspectos motores (controle e mobilidade), cognitivos (pensamento, memória e processamento de informação), visuais, auditivos e da fala. Cada um desses categorizados em três níveis: básico, intermediário e avançado.

O nível básico compreendem as ações fáceis de implementar, de amplo alcance e aplicável para quase todas as mecânicas. O nível intermediário requer algum planejamento e esforço, mas ainda são apenas elementos de um bom game design. Já o nível avançado são adaptações complexas, para deficiências severas e para um nicho de mecânicas específicas.

B. IGDA Game Accessibility SIG

O IGDA Game Accessibility SIG [6] é um dos muitos grupos de interesse existentes dentro da Associação Internacional de Desenvolvedores de Jogos (IGDA). Seu objetivo é ajudar a indústria de jogos a tornar os jogos acessíveis a todos, independentemente de deficiências ou outras limitações, promovendo a educação dos desenvolvedores de jogos em design de acessibilidade, incentivos fiscais para desenvolvedores de jogos acessíveis, patrocínio corporativo e classificações de acessibilidade.

O IGDA lista dez recursos que um jogo pode ter e que fazem uma grande diferença para o jogadores com deficiência, cada um com aplicações possíveis, descrição, resultado para os jogadores e perguntas para testar a necessidade dos mesmo, além de links de informação adicional.

Alguns dos recursos são Vários Níveis de Dificuldade, Legendas, Alto Contraste, Controles Customizáveis, Adequação para Daltônicos, Suporte a Mais de Um Dispositivo de Entrada, entre outros.

C. Includification

O *Includification* [3] é um documento digital em formato PDF desenvolvido pela Fundação AbleGamers que podia ser encontrado no antigo site mantido pela fundação.

A AbleGamers é uma organização sem fins lucrativos que tem como missão ampliar o leque de jogos acessíveis à pessoas com uma ampla gama de deficiências.

Seu guia foi escrito por desenvolvedores de jogos e por jogadores com deficiência, tendo como base anos de pesquisas com jogadores com deficiência.

É segmentado entre aspectos de mobilidade, visuais, auditivos e cognitivos, além disso possui uma seção com foco em dispositivos móveis. Cada um desses aspectos é dividido em três níveis: Good, Best e Better.

Good descreve o mínimo de acessibilidade que um jogo deve ter, sendo considerados elementos de prática padrão.

Os elementos Best são aqueles que possuem uma acessibilidade melhor e fácil implementação. Os guias de Better demonstram como a acessibilidade deveria ser no mundo ideal, onde barreiras nos jogos praticamente não existem.

D. Accessible Player Experiences - APX

O APX [7] [8] surgiu da melhoria do Includification através de um novo ponto de vista sobre o mesmo. Seus desenvolvedores perceberam a necessidade de criar mais do que um *checklist*, mas sim um guia que pudesse auxiliar o desenvolvimento de jogos acessíveis através de um design criativo. Seu objetivo é permitir que o desenvolver utilize seus conhecimentos de design para inovar em soluções de acessibilidade tendo como base os padrões de necessidades apresentados.



Figura 2. A pirâmide que representa o APX, com o acesso na base, o desafio no meio e a experiência acessível no topo.

O APX trabalha com o conceito do Triângulo APX, conforme mostra a Figura 2, onde a acessibilidade é dividida em três camadas, o acesso, o desafio e a experiência. O acesso em sua base representa a necessidade que o jogador tem de ser capaz de compreender o que está acontecendo no jogo e ter o controle de suas ações dentro do mesmo, é o primeiro passo para um experiência completa. A camada de desafio representa a dificuldade que os jogadores podem ter mesmo após terem a possibilidade de acesso, uma vez que eles podem sentir que o jogo é impossível de ser jogado devido à sua dificuldade, seja por um inimigo muito rápido, um quebra-cabeça muito difícil ou um conteúdo muito intenso.

Segundo essa abordagem, uma vez ultrapassadas estas as camadas de acesso e desafio, o jogador terá a possibilidade de ter a experiência que o desenvolvedor projetou, levando a uma experiência de jogo acessível no topo da pirâmide.

O APX é segmentado em padrões de acesso e de desafio, o primeiro com 12 e o segundo com 10 elementos para auxiliar os desenvolvedores a pensar como fornecer a experiência do seu jogo a jogadores com diferentes tipos de deficiências. Cada elemento é composto de um Problema de Design (Design Problem), que apresenta a necessidade do jogador que pode gerar uma barreira; um Direcionador de Design (APX Design Drivers), que apresenta situações em que o problema pode surgir de acordo com o contexto do jogador ou sua deficiência; e uma Solução de Design (Design Solution), que apresenta uma forma de solucionar o problema sem apontar

para uma forma única de implementá-la no jogo. Ao final são apresentados bons exemplos de implementação .

Os padrões de acesso incluem sugestões de segundo canal de informação, remapeamento de controles, texto claro, suporte a diferentes dispositivos de controle, entre outros. As sugestões de desafio incluem salvamento constante, presença de instruções que possam ser acessadas pelo jogador quando ele precisar, campo de treinamento onde o jogador possa aprimorar suas habilidades no seu próprio tempo, entre outros.

O APX apresenta as opções de acessibilidade para daltônicos dentro de dois dos seus Patterns:

- **Distinguindo isso daquilo (Distinguish This From That):** Os jogadores não conseguem identificar de maneira confiável as diferenças dentro do jogo e/ou de suas interfaces para saber o que é importante e requer sua atenção.

Jogadores com deficiências de visão de cores podem precisar recolorir o jogo ou suas interfaces para manter as cores fora de sua zona de confusão.

Jogadores com deficiências de visão de cores podem precisar de símbolos ao lado das cores para distinguir entre diferentes informações em um jogo.

- **Texto Claro (Clear Text):** Os jogadores não podem receber as informações completas de um jogo e / ou suas interfaces em um ou mais canais.

Jogadores com deficiências de visão de cores podem precisar alterar a cor de um texto e seu plano de fundo para garantir que seja legível.

Dessa forma, o APX caracteriza que pessoas com daltonismo enfrentam apenas problemas de acesso, uma vez que podem apresentar dificuldade de diferenciar elementos cruciais para seu controle dentro do jogo.

E. O daltonismo nas guidelines

Todas as guidelines apresentadas anteriormente apresentam guias de acessibilidade para pessoas com daltonismo. No Includification e no Game Accessibility Guideline elas são apresentadas juntamente com outras opções referentes a elementos da visão. O guia criado pelo IGDA trás as opções de acessibilidade para daltonismo como um dos dez recursos de sua lista, o chamado Colorblind Friendly.

Na Tabela 1 é possível ver as sugestões que cada uma apresenta para esse público e sua presença nas demais guidelines. O único consenso é o de que as informações não devem ser apresentadas exclusivamente por cores. Tendo em vista que os jogadores daltônicos podem não ser capazes de visualiza-las e conseqüentemente interpretá-las da forma adequada. Gerando ruídos na comunicação entre elementos da interface e o jogador, diminuindo assim o seu controle sobre a mesma.

É importante salientar que cor, forma, movimentos simples e profundidade estereoscópica são características pré-attentionais, ou seja, características processadas antes que

Tabela I
OPÇÕES DE ACESSIBILIDADE PARA DALTÔNICOS POR GUIDELINE

Sugestão	GAG	Includification	IGDA
Informações cruciais não exibidas apenas por cores	X	X	X
Alto contraste entre texto, UI e background	X		
Opção de modificação da cor/design do cursor/mira	X	X	
Criar modos para diferentes tipos de daltonismo		X	X
Não utilização de verde/vermelho para informações importantes		X	X
Opção de modificar cor do texto		X	
Opção de modificar a UI		X	

uma pessoa volte sua atenção a elas, antes que se tornem consciente [1]. Assim, os jogos podem utilizar formas complementares de apresentar informações, como formas ou símbolos e animações simples como complementares adequados às cores.

É possível também que pessoas daltônicas se utilizem da posição como forma de identificação de elementos, similar ao que acontece com a identificação das cores dos semáforos de trânsito. Entretanto essa necessidade de memorização esbarra em outro conceito de usabilidade, o de facilidade de recordação. Que diz respeito ao esforço cognitivo do usuário necessário para lembrar como interagir com a interface do sistema, conforme aprendido anteriormente por ele[1]. Como uma informação que não está em uso constante, é provável que o jogador venha a esquecer a relação posição-função após um longo intervalo sem jogar.

O APX se assemelha às demais guidelines nos elementos de modificação de cor de texto, utilização de outros elementos para reforçar a informação passada pelas cores e opção de modificação da interface virtual.

IV. O JOGO NIHILUMBRA

Nihilumbra (BeautiFun Games, 2012) é um jogo de plataforma e quebra-cabeça, em que o jogador deve utilizar as cores disponíveis para pintar superfícies modificando o ambiente, podendo assim ultrapassar os obstáculos e inimigos, enquanto tenta fugir do Void.

O jogador controla o personagem Born, que após escapar do Void, explora cenários diversos, descobrindo um novo mundo e ganhando novas formas de interagir com ele através da cores que obtém a cada novo ambiente.

O Void pode ser traduzido com o vazio. É descrito no jogo como o nada. É o que cria os inimigos e também é uma das habilidades de Born, a de sugar as cores que estão nas superfícies preenchendo as cores que se esgotam com o



Figura 3. Primeiro momento onde o jogador tem que efetivamente escapar do Void, que consome todo o ambiente ao redor dele.

uso contínuo. O Void persegue o jogador destruindo todos os ambientes que se passam (Figura 3).

O mapa do jogo é dividido em cinco áreas: *Frozen Cliffs*, *Living Forest*, *Ash Desert*, *Volcano* e *The City*, onde o jogador adquire as cores azul, verde, marrom, vermelho e amarelo (Figura 4), respectivamente.

A narrativa do jogo se baseia na descoberta e na transformação dos ambientes através da interação. No início, o narrador duvida bastante da capacidade do personagem de ultrapassar os obstáculos e de pertencer àquele ambiente desconhecido, uma vez que o personagem surgiu do Void. Mas, no decorrer do jogo, cada cor adquirida dá ao personagem uma nova forma de interagir com o ambiente, o que dá a ele novas experiências e sentimentos. No final do jogo, o personagem é deixado pelo Void, pois a jornada o preencheu com amor, raiva, felicidade, tristeza, arrependimento e perdão. Agora que ele não é mais vazio, o Void o rejeita.

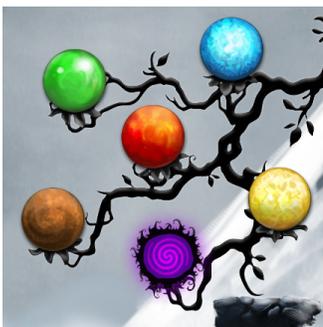


Figura 4. A árvore de cores na qual o jogador pode selecionar a que deseja utilizar.

As propriedades das cores no jogo são:

- **Azul:** Torna as superfícies escorregadias, o que permite que o jogador ande mais rápido e pule mais longe ao deslizar por elas.
- **Verde:** Torna as superfícies elásticas e permite que se

possa saltar mais alto, ao conservar a altura da qual o jogador iniciou o pulo.

- **Marrom:** Deixa as superfícies grudentas, podendo ser usada para prender e diminuir a velocidade de movimento dos inimigos, assim como pode ser usada para que o personagem não seja detectado por inimigos enquanto caminha sobre ela.
- **Vermelho:** O vermelho é capaz de destruir os inimigos e o próprio Born, assim como caixas usadas nos quebra-cabeças. Também atíça vagalumes, usados para iluminar espaços escuros, e armas, que passam a atirar mais rapidamente.
- **Amarelo:** Encontrado na cidade, é usado para ativar máquinas ao ligá-las a baterias.

V. METODOLOGIA

O Nihilumbra foi escolhido por se tratar de um jogo cujas cores são o elemento central de sua mecânica, porém que não apresenta um modo de acessibilidade para o público daltônico. Sabendo disso decidiu-se avaliar sua necessidade e apresentar propostas de solução caso se mostrasse necessário. O presente estudo traz uma avaliação de acessibilidade da interface com jogadores daltônicos a fim de identificar as dificuldades apresentadas por eles.

Os jogadores foram convidados através de uma publicação em um grupos de Facebook e lista de emails de alunos e professores do curso Sistemas e Mídias Digitais. Esta foi direcionada apenas às pessoas que já tivessem conhecimento do seu daltonismo, uma vez que são pessoas conscientes das dificuldades que enfrentam devido à sua deficiência. Seis foi o total de respondentes da publicação, com cinco pessoas disponíveis no período estipulado para os testes.

Os testes tiveram duração aproximada de 20 minutos, contabilizando o tempo de leitura do Termo de Consentimento, a primeira sessão de perguntas por parte do aplicador do teste e a sessão de jogo de 15 minutos. Durante os 15 minutos, os jogadores tiveram que responder a mais perguntas feitas pelo aplicador dos testes.

A primeira leva de perguntas tinha como objetivo saber o tipo de daltonismo e/ou as cores as quais os jogadores teriam dificuldade em distinguir, conhecer se os jogadores eram familiares ao gênero de jogo apresentado e com o jogo Nihilumbra em si. Podendo também avaliar, caso conhecessem o jogo de forma prévia, se tiveram algum motivo relacionado ao daltonismo para não jogarem o jogo até o final. Não foram realizados testes de daltonismo para não estender o tempo de entrevista e tendo que vista que todos os jogadores, apesar de alguns não saberem o termo técnico, tinham consciência das cores com as quais tem mais dificuldade.

A segunda parte das perguntas, feitas durante a sessão de jogo, tinha como objetivo avaliar se a forma como as cores são apresentadas no jogo são suficientes para a diferenciação das mesmas por parte de pessoas com daltonismo, além

de identificar de que forma os jogadores foram capazes de identificá-las e associá-las com suas respectivas funções. Para isso, foi pedido aos jogadores que nomeassem as cores disponíveis para seleção, além de se observar sua interação com o jogo, percebendo confusões e tomando notas de comentários que pudessem ressaltá-las. Foi perguntado também sobre a percepção de texturas nas cores e, ao final, como eles identificariam as cores para diminuir a taxa de erros durante o jogo.

A todos foi pedido que iniciassem pela primeira fase do jogo, Frozen Cliffs, indo até onde fosse possível durante os 15 minutos disponíveis. Entretanto, o jogo foi apresentado com todas as cores já liberadas para o uso, pois assim os jogadores teriam a possibilidade de usar todas as cores que desejassem. Para que eles pudessem compreender suas funções, as cores foram apresentadas pelo aplicador do teste, que as descreveu exatamente como elas são apresentadas no decorrer do jogo.

Mesmo que isso seja diferente da jogabilidade pretendida, o objetivo era verificar oportunidades de melhoria da interface, identificando dificuldades e confusões entre as cores durante seu uso, sem expor o jogador à frustrações por iniciar o jogo pelo final, onde originalmente todas cores estariam desbloqueadas.

Uma vez percebida dificuldades por parte dos jogadores e identificada suas causas, se optou por utilizar os conceitos do Padrão de Design de Acesso do APX, especificamente o chamado *Distinguish This From That*, "Diferenciando Isso Daquilo" em tradução informal, para basear a proposta de solução.

VI. AVALIAÇÃO DE ACESSIBILIDADE DA INTERFACE

A seguir são apresentados os dados obtidos na avaliação da interface do jogo Nihilumbra divididos entre o Perfil dos Entrevistados, Identificação e Uso das cores por parte dos mesmos e a apresentação dos Resultados obtidos através da análise.

A. Perfil dos entrevistados

Quando perguntados sobre seu tipo de daltonismo, os que não souberam identificar por nome, listaram as cores as quais costumam confundir, sendo todos identificados como estando no espectro Deutan ou Protan.

Nenhum dos entrevistados havia jogado Nihilumbra anteriormente, entretanto, todos possuem familiaridade com o gênero quebra-cabeça, citando como jogos que já jogaram títulos como Limbo (Playdead, 2010), Portal (Valve Corporation, 2007), Trine (Frozenbyte, 2009), entre outros. O entrevistado número 5 afirmou inclusive ter jogado Hue (Fiddlesticks, 2016), outro quebra-cabeça baseado em cores, se utilizando do Modo Daltônico do mesmo.

Tabela II
PERFIL DOS ENTREVISTADOS

	Tipo de Daltonismo	Jogou antes	Experiência Prévia
Entrevistado 1	"Deteranomalia. Confundo Verde e Marrom; Azul e Roxo"	Não	Sim
Entrevistado 2	"Espectro Verde-Vermelho"	Não	Sim
Entrevistado 3	"Cores de média frequência, que é o verde"	Não	Sim
Entrevistado 4	"Dificuldade com tons de azul tendendo pro verde, verde-vermelho, vermelho-marrom, verde-amarelo".	Não	Sim
Entrevistado 5	"Protanopia, mais pro vermelho"	Não	Sim

B. Identificação e Uso das Cores

Com exceção do Entrevistado 3, nenhum dos demais entrevistados foi capaz de nomear de forma correta as cores apresentadas na interface do jogo. Todos os erros foram devido a confusões das cores Verde e Amarelo. O Entrevistado 5 chegou a confundir também a cor Verde com Amarelo e Marrom. Entretanto, todos foram capazes de identificar se tratar de cores diferentes mesmo sem nomeá-las corretamente.

Dos cinco entrevistados, três confundiram cores na hora de selecioná-las para solucionar algum dos quebra-cabeça.

Quatro entrevistados perceberam imediatamente a presença de padrões visuais (texturas) nas cores. Um entrevistado só percebeu a presença deles após perguntado.

Quatro dos cinco entrevistados afirmaram que usariam a posição das cores como principal forma de identificar qual delas desejaria escolher, a exceção foi o Entrevistado 3.

Três entrevistados afirmaram que o padrão visual, ou textura, do vermelho o fazia parecer com fogo. Assim como três afirmaram que o Azul parecia com gelo.

O Entrevistado 5, que afirmou ter maior dificuldade com cores no espectro Vermelho, disse que o Vermelho não parecia com fogo.

O Amarelo foi a cor de associação mais ambígua, uma vez que seu padrão foi associado com flores por parte de um dos entrevistado e com o padrão do Azul, sendo similar a gelo, por parte de outro entrevistado. O entrevistado 5 afirmou que ele só não parecia associado com eletricidade.

Um entrevistado afirmou que o Marrom parecia com lama ou areia movediça. Outro afirmou que o Marrom parecia visualmente com o Vermelho. As demais cores não tiveram associações feita por nenhum dos entrevistados.

O Entrevistado 3 afirmou que, apesar de não ter tido problemas iniciais com as cores, poderia ter problemas em algum nível do jogo na qual a cor Verde fosse mais presente, no caso ele poderia ter algum tipo de confusão em *Living*

Tabela III
RESUMO DOS RESULTADOS DE IDENTIFICAÇÃO E USO DAS CORES

Confundi cores ao nomeá-las	80%
Confundi cores ao jogar	60%
Percebeu as texturas	80%
Associou as texturas com elementos naturais	80%
Usariam posição como identificador	80%
Voltaria a jogar	100%

Forest.

A forma do Void foi considerada bastante distinta entre as demais cores apresentadas, tanto pela sua combinação de preto e roxo, como por seu padrão em espiral.

Mesmo com as dificuldades, todos os jogadores afirmaram que voltariam a jogar Nihilumbra, uma vez que foram capazes de encontrar outras formas de escolher a cor/função desejada para solucionar os quebra-cabeça.

C. Resultados da Análise

Segundo a análise dos dados é possível perceber que existe um problema na interface do Nihilumbra quanto a dificuldade que alguns jogadores daltônicos podem ter de distinguir elementos da mesma (Figura 5).

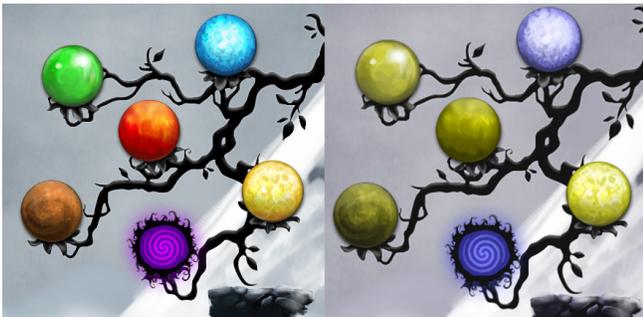


Figura 5. A árvore de cores, comparação entre visão de uma pessoa sem deficiência, à esquerda, e visão de uma pessoa com deuteranopia, à direita.

Apesar da solução encontrada por alguns dos entrevistados de identificar as cores por sua posição, essa maneira não é a mais eficaz do ponto de vista cognitivo.

Os elementos visuais como as texturas não são suficientes para desfazer a confusão entre as cores apresentadas, servindo apenas como elemento estético da interface.

Fica claro que os jogadores com daltonismo podem sim ter dificuldades de acesso ao jogo, porém, uma vez ultrapassadas estas barreiras, não há problemas quanto ao desafio e eles são capazes de aproveitar a experiência do jogo.

VII. PROPOSTA DE REDESIGN

Tendo em vista os problemas encontrados, foram pensadas duas propostas de modificações que se baseiam na mesma solução, a de adicionar um canal extra de comunicação, porém, devido à complexidade da primeira, apenas a segunda foi desenvolvida para este artigo.

A solução de adicionar um canal extra foi escolhida tendo em vista a facilidade de reconhecimento que o uso de formas trás para aqueles que não podem se confiar nas cores como meio de identificação primária e o fato de que estes são elementos interpretados de forma similar do ponto de vista cognitivo. Soma-se a isso, algo que se mostrou bem claro pelas respostas dos jogadores, que as cores são fortemente associadas a elementos naturais, mesmo que com associações distintas, algo que norteou as formas escolhidas para representá-las.

A. Proposta 1

A primeira proposta tinha como ideia utilizar elementos que se aproximassem do realismo. Similar ao jogo *The Legend of Zelda: Link's Awakening* (Nintendo, 2019) que, como mostra a Figura 6, utiliza padrões que simulam rachaduras no chão, o conceito seria utilizar elementos mais próximos da natureza para diferenciar cada cor.

Dessa forma seria possível diferenciar as cores, porém respeitando a estética do jogo. Substituindo as texturas já existentes por padrões mais distintos e funcionais.

Os padrões seriam definidos de acordo com sua associação aos locais onde são obtidos. Por exemplo, um padrão de folhas para a cor verde, um padrão de lava para a cor vermelha, um padrão de chão rachado para o marrom (ou um padrão granular representando a areia do deserto), um padrão de linhas angulares representando desenhos de raios para o amarelo. O padrão do azul poderia ser mantido, uma vez que já é bastante reconhecido como gelo.



Figura 6. Jogo *The Legend of Zelda: Link's Awakening*. As cores são representadas por padrões que simulam rachaduras no chão.

Esta proposta seria ideal caso não se desejasse adicionar elementos que pudessem quebrar o realismo estilizado que a interface possui. Entretanto, por necessitar que todos os elementos de cores fossem redesenhados, seria uma mudança mais cara para se fazer depois do jogo já estar pronto, além de requerer uma maior estudo da estética para se adequar à mesma.

B. Proposta 2

A segunda proposta se baseia num sistema simbólico para reforçar a informação antes trazida apenas pelas cores. Os símbolos foram criados com base nas associações das cores com a natureza, como uma duna para o marrom, um fogo para o vermelho, um cristal de gelo para o azul, uma folha para verde e um raio para o amarelo. Essa associação foi escolhida tendo em vista a associação feita por parte dos entrevistados das cores com elementos da natureza, reforçando também a narrativa dos locais onde cada cor é adquirida.

Os símbolos poderiam ter sido criados a partir da associação com sua função, entretanto, quando se utiliza das cores como elemento identificador, elas não explicitam seu comportamento. Cada cor funciona como um diferenciador, mas não como uma forma de instrução, como seria caso se utilizasse, por exemplo, um símbolo remetendo à função de pular que a cor verde apresenta.

Cada um dos símbolos foi feito com contornos em preto para assegurar um bom contraste entre eles e o fundo colorido. Abaixo estão as suas aplicações em todos os elementos de jogo cuja cores são utilizadas, como a árvore de cores, o cursor que indica a cor selecionada, a modificação do cursor quando com o mouse clicado aplicando a cor no ambiente e na cor aplicada.

A forma original do Void foi mantida, pois, além de ser já facilmente reconhecida, também se utiliza do preto na suas bordas na árvore de cores e no cursor durante seu uso. Outro ponto é o de que o Void em si não é uma cor, ele representa o oposto dela. Sendo um elemento incompatível com elas, o que é fortemente reforçado ao final do jogo, quando o Void rejeita o jogador por ter adquirido cores (experiências) e não ser mais vazio.

A utilização de sistemas de símbolo torna a aplicação dessa proposta mais viável financeiramente, uma vez que o jogo já foi concluído e lançado.

1) *Árvore de cores*: Os símbolos, conforme mostra a Figura 7, são apenas uma sugestão de aplicação, que poderiam ser redesenhados pelo ilustrador original do jogo para se adequar mais à estética, sem perder elementos importantes, como as bordas escuras e o elemento representado.

2) *Cursor*: O cursor se modifica a cada cor selecionada, na Figura 8 é possível ver o cursor quando o Void está selecionado, com o centro preto e as bordas em branco. A cor da borda é modificada para a cor selecionada, ficando azul, verde, vermelha, marrom ou amarela.

Na modificação sugerida, conforme a Figura 9, o centro preto seria substituído pelo símbolo respectivo à cor selecionada. O símbolo do Void não foi sugestão dos autores, o espiral utilizado aparece no cursor quando o mouse está pressionado.

3) *Cursor da cor sendo aplicada*: O cursor se modifica quando o mouse está pressionado, aumentando levemente de tamanho e criando uma textura. A sugestão de uso, mostrada



Figura 7. A árvore de cores agora com símbolos como elemento de reforço da cor.

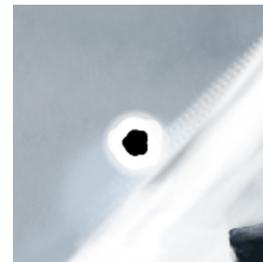


Figura 8. O cursor original do Void, que é representado apenas pela cor branca.

na Figura 10, neste caso é utilizar o símbolo central como no cursor da cor selecionada exibido na figura 9, porém manter o tamanho e o padrão exibido originalmente. O cursor do void também não foi sugestão dos autores, pois ele já apresenta um símbolo animado no centro.

Quando as cores são aplicadas há uma animação do cursor, que pode ser aplicada aos símbolos. A animação seria mais um reforço pré-atencional. Aqui apenas uma sugestão para cada símbolo, porém que não foi desenvolvida, é:

- **Azul**: Animação de brilho do floco de neve
- **Verde**: A folha se esticando e diminuindo simulando um efeito elástico.
- **Vermelho**: A chama tremulando.
- **Marrom**: Uma animação simulando a areia escorrendo da duna.
- **Amarelo**: Efeito de eletricidade passando.

4) *Cor utilizada no ambiente*: No caso da Figura 11, quando aplicada no ambiente, a sugestão é exibir o símbolo, que pode ser repetido à medida que a cor for aplicada numa grande extensão de tela.

Através da ferramenta Color Oracle foi verificado se os símbolos permanecem visíveis e distintos nos principais tipos de daltonismo. As próximas imagens simulam os tipos Deuteranopia (Figura 12), Protanopia (Figura 13), Tritanopia



Figura 9. O cursores de cada cor com seu respectivo símbolo.



Figura 11. As cores aplicadas no ambiente com seus respectivos símbolos.



Figura 10. Os cursores de cada cor quando aplicando a cor no ambiente.



Figura 13. Teste dos símbolos no simulador de daltonismo. Protanopia.

(Figura 14) e em tons de cinza simulando a ausência completa da visão de cores, conhecido como Acromatopsia (Figura 15).



Figura 12. Teste dos símbolos no simulador de daltonismo. Deuteranopia.

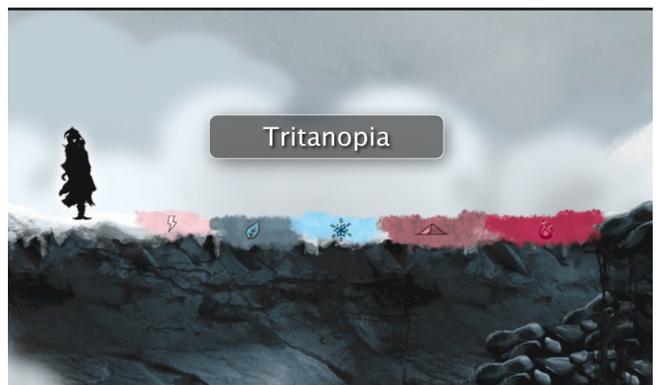


Figura 14. Teste dos símbolos no simulador de daltonismo. Tritanopia.



Figura 15. Teste dos símbolos no simulador de daltonismo. Acromatopsia.

VIII. CONCLUSÃO

Um sistema simbólico seria uma das formas mais simples de solucionar o problema de acessibilidade, uma vez que não requerem uma refatoração de elementos visuais de um projeto já concluído, diferentemente de uma modificação que preze mais pela simulação de elementos reais, porém causando uma igual melhoria na vida daqueles que possuem daltonismo.

Como apontado pelas guidelines apresentadas nesse trabalho, é importante manter mais de um canal de informações. A redundância de informações é muito bem-vinda em prol da acessibilidade em contextos diversos, abrangendo um maior público, tornando a comunicação entre a interface e o jogador mais clara e passível de interpretação pelos usuários.

Um sistema de símbolos também é bastante claro do ponto de vista cognitivo, pois se tiver formas distintas entre si como na proposta, eles reforçam elementos pré-atencionais, levando a uma tomada de decisão mais rápida, que pode parecer não fazer diferença no modo história do Nihilumbra, mas que pode ser muito proveitoso para o modo Void, onde o jogo se torna mais difícil e as respostas do jogador precisam ser muito mais rápidas.

Como possibilidade de trabalho futuro, essa proposta simbólica deve passar por uma avaliação com jogadores daltônicos para testar sua eficácia e eficiência na prática.

Como ressalvas e aprendizado desse trabalho pontua-se a necessidade de fazer avaliações de acessibilidade com um público mais abrangente que apenas cinco pessoas, tendo em vista que o daltonismo é um tipo de deficiência muito diversa. Teria sido ainda mais interessantes se pudesse ter jogadores no espectro do azul ou sem nenhuma visão de cores. Além disso, teria sido interessante fazer testes de daltonismo para definir com precisão o espectro de casa um dos entrevistados, mesmo levando a um aumento do tempo das entrevistas. Contar com a presença de mais uma pessoa realizando as entrevistas poderia ter levado a uma análise mais profunda, com mais dados obtidos.

Por fim, o Nihilumbra é um jogo cativante para aqueles que gostam do gênero quebra-cabeça plataforma, como pode

ser observado no fato de que todos os entrevistados afirmaram que jogariam o jogo novamente e no seu engajamento durante os 15 minutos de jogo durante os testes. Eliminando a barreira de acesso que pode ser causada pela ausência de um modo que auxilie pessoas daltônicas uma maior quantidade de pessoas teria a possibilidade de jogá-lo e aproveitar a experiência de fazê-lo.

REFERÊNCIAS

- [1] S. D. J. Barbosa and B. S. da Silva, *Interação humano-computador*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- [2] D. Hix and H. Hartson, *Developing User Interfaces: Ensuring Usability Through Product and Process*. Nova York: John Wiley & Sons, 1993.
- [3] M. C. Barlet and S. D. Spohn, *Includification: A practical guide to game accessibility*. The AbleGamers Foundation, 2012.
- [4] P. Schuytema, *Design de Games: Uma abordagem Prática*. São Paulo: Cengage Learning, 2014.
- [5] Game accessibility guidelines, *A straightforward reference for inclusive game design*. Disponível em: <http://gameaccessibilityguidelines.com/>. Acesso em: 04 nov. 2019.
- [6] IGDA Game Accessibility SIG, *SIG Top Ten*. Disponível em: <http://igda-gasig.org/how/sig-top-ten/>. Acesso em: 23 nov. 2019.
- [7] "AbleGamers Accessible Player Experience", *Accessible.Games - Home of APX*. Disponível em: <https://accessible.games/accessible-player-experiences/>. Acesso em: 04 nov. 2019.
- [8] C. Power and M. Barlet, *Accessible Player Experiences: A New Approach to Data Informed Design for Accessible Games*. Disponível em: <https://www.gdcvault.com/play/1025719/Accessible-Player-Experiences-A-New>. Acesso em: 23 nov. 2019.
- [9] W. Cybis and A. H. Betiol and R. Faust, *Ergonomia e Usabilidade: Conhecimentos, Métodos e Aplicações*. São Paulo: Novatec, 2015.
- [10] J. Schell, *The art of game design: a book of lenses*. Burlington, Massachusetts: Morgan Kaufmann, 2008.
- [11] D. Pennant, *Solving an Invisible Problem: Designing for Color-Blindness in Games*. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=KbFs9ghIIIEI>. Acesso em: 04 nov. 2019.
- [12] M. Brown, *Como fazer jogos melhores para pessoas daltônicas e com baixa visão — Design para Deficientes*. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=xrqdU4cZaLw&t=158s>. Acesso em: 04 nov. 2019.
- [13] M. Brown, *How Accessible Were This Year's Games? — Game Maker's Toolkit*. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=vi98rAn4uXE&t=929s>. Acesso em: 24 nov. 2019.
- [14] B. Fox, *Game Interface Design*. Boston, Massachusetts: Thomson Course Technology PTR, 2005.
- [15] H. Tulleken, *Color in games: An in-depth look at one of gamedesign's most useful tools*. Disponível em: http://www.gamasutra.com/blogs/HermanTulleken/20150729/249761/Color_in_games_An_indepth_look_at_one_of_game_designs_most_useful_tools.php. Acesso em: 04 nov. 2019.
- [16] D. Flück, *Color Blind Essentials*. Disponível em: <https://www.color-blindness.com/wp-content/documents/Color-Blind-Essentials.pdf>. Acesso em: 04 nov. 2019.
- [17] M. Farina and C. Perez and D. Bastos, *Psicodinâmica das Cores em Comunicação*. São Paulo: Blucher, 2011.
- [18] J. Nielsen, *How Many Test Users in a Usability Study?*. Disponível em: <https://www.nngroup.com/articles/how-many-test-users/>. Acesso em: 05 nov. 2019.
- [19] Colblindor, *Color Blindness – learn all about it*. Disponível em: <https://www.color-blindness.com>. Acesso em: 23 nov. 2019.
- [20] A.M. Melo and C. C. Baranauskas, *Design e avaliação de tecnologia Web acessível*. Jornada de Atualização em Informática, Anais do XXV Congresso da SBC, 2005.
- [21] L. R. B. Ramos and G. M. M. Junior, *Análise da Adaptação Visual para Daltônicos do Jogo Hue*. Proceedings of Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital(SBGames): 2017.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

R144p Ramos, Loana Russo Barbosa.

Proposta de modo de acessibilidade para o jogo Nihilumbra : tornando o jogo mais acessível para jogadores daltônicos / Loana Russo Barbosa Ramos. – 2019.
10 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Instituto UFC Virtual, Curso de Sistemas e Mídias Digitais, Fortaleza, 2019.

Orientação: Prof. Dr. Natal Anacleto Chicca Junior.

1. Interfaces de Jogos. 2. Jogos Digitais. 3. Interfaces Acessíveis. I. Título.

CDD 302.23
