

Um metamodelo de cores e emoções para arte conceitual de jogos

Airine Carmo
LUDES

Programa de Engenharia de
Sistemas e Computação - COPPE
UFRJ
Rio de Janeiro, Brasil
Email: carmoa@cos.ufrj.br

Geraldo Xexéo
LUDES

Programa de Engenharia de
Sistemas e Computação - COPPE
Departamento de Ciência
da Computação - IM
UFRJ
Rio de Janeiro, Brasil
Email: xexeo@cos.ufrj.br

Renata Araujo
LUDES

Faculdade de Computação
e Informática
Universidade Presbiteriana Mackenzie
São Paulo, Brasil
Email: renata.araujo@mackenzie.br

Resumo—Este artigo apresenta uma visão preliminar do metamodelo de cores e emoções, para arte conceitual de um jogo digital, a fim de apoiar a escolha de cores para transmitir emoções num jogo. Este trabalho tem como uma de suas bases a existência de significados psicológicos e culturais associados à percepção das cores na sociedade. Teve também como base um modelo psicológico biológico da emoção, presente num jogo, e que afeta o jogador. A fim de verificar o relacionamento entre cores e emoções em jogo, foram realizadas pesquisas na literatura e um experimento inicial coletando opiniões sobre as cores percebidas e emoções sentidas através de imagens de jogos. Após encontrada esta possível relação, foram identificadas nos modelos escolhidos as entidades que o metamodelo deveria possuir para construção de modelos de cores e emoções em jogos. A visão preliminar do metamodelo aqui proposto tem como objetivo servir como base para a criação de um modelo que relacione os estados emocionais causados pelas cores, que são relatados em diferentes fontes, ligadas a práticas de aplicação específicas em várias mídias, e que consideram a sociedade ocidental.

Keywords—jogos; cores; emoções; arte conceitual; jogos;

I. INTRODUÇÃO

Uma pesquisa realizada em fevereiro de 2019 [1] aponta que 66% dos brasileiros jogam jogos eletrônicos em alguma plataforma, como celular, console, PC, demonstrando como os jogos estão presentes na vidas das pessoas atualmente.

Os jogos são atividades sociais, culturais, voluntárias com efeitos negociados no mundo real [2]. Os jogos são fortemente absorventes e oferecem uma realidade alternativa ao jogador que estimula emoções [3].

Para a atividade se realizar, também é comum que exista um artefato no mundo real, como um tabuleiro ou um vídeo game. Esse artefato também recebe o nome de jogo[2], e esta será a acepção usada nesse artigo.

A produção de um jogo, por sua vez, possui diversos processos até que chegue no produto final, englobando desde a concepção inicial até o lançamento no mercado, e mesmo além, durante sua operação. Uma das etapas iniciais de criação é a arte conceitual, chamada também pelo seu nome em inglês *concept art*, que contempla uma pesquisa de

referência e um esboço inicial de como os personagens, cenários e outros elementos irão se apresentar, considerando significados de cores, formas e enredo.

As cores, especificamente, possuem significados e representações que dependem de cultura, objetivo e mídia que será empregada [4]. Também são as cores responsáveis por criar emoções durante o jogo, ou de qualquer mídia visual.

Visto que o desenvolvimento de um jogo contempla várias etapas de áreas de conhecimento diferentes, a motivação deste trabalho é o desafio de facilitar a relação de conceitos de game design e arte, de modo a facilitar o desenvolvimento de um jogo.

O objetivo geral deste trabalho é apoiar o game designer e o artista na construção da arte conceitual de jogos em diferentes contextos.

Segundo Rogers [5], *game designer* é responsável por pensar em toda interação do jogador com o jogo, cuidando das emoções que devem ser geradas. Já o artista é responsável por pensar nos cenários, personagens e toda a interface do jogo, também atuando na escolha de cores [5].

Formas de melhorar a relação entre estes dois atores e suas funções no jogo podem facilitar o desenvolvimento de um jogo. No caso deste trabalho, essa melhoria se dá na área da escolha de cores para transmitir emoções.

Finalmente, este trabalho tem como objetivo específico a construção de um metamodelo de cores e emoções para jogos digitais tendo como bases modelos de emoções e cores, experimento e bibliografia. As bases teóricas utilizadas serão relacionadas a jogos, cores e emoções.

Jogos, enquanto artefatos, têm suas etapas de criação descritas na literatura, em diferentes níveis de abstração[6, 5]. As emoções aqui descritas se baseiam em estudos de emoções realizados ao longo dos anos por diferentes áreas [7], mas especialmente na psicologia. As teorias de cores, presentes em todo o jogo[4], serão usadas para descrever as cores, e sua ligação com as emoções serão baseadas em teorias sobre psicologia das cores, encontradas aplicadas nas

mais diversas áreas e mídias.

Na próxima seção e na seguinte, II e III, são apresentadas as bases teóricas deste trabalho, definindo jogos, cores e emoções. Na seção IV são apresentados trabalhos relacionados e na seção V, o experimento inicial. Na seção VI a criação do metamodelo é descrita. Por fim, na seções VII são apresentados o trabalho futuro e conclusão, respectivamente.

II. REFERENCIAL TEÓRICO

A. Jogos

Este trabalho se apoia na definição de jogos proposta por [2], na qual o jogo é uma atividade social, cultural, voluntária que utiliza um mundo abstrato com efeitos negociados no mundo real. Tais efeitos podem ser percebidos como a sensação de vitória sobre um desafio ou um adversário num jogo. Jogos são fortemente absorventes e oferecem uma realidade alternativa através da fantasia estimulando emoções [3], na qual o jogador não percebe nem mesmo o tempo passar, imersos no jogo. Esta realidade alternativa geralmente oferece desafios que não são encontrados na vida real [8]. A partir disso pode-se afirmar que jogos evocam emoções que, uma vez entendidas, podem ser intencionalmente inseridas num jogo de forma estratégica, para criar experiências mais envolventes.

Para definir e compreender o jogo, um modelo de descrição de jogos foi proposto por Hunicke et al. [9]. Este modelo, chamado MDA, é composto de três elementos, que são mecânicas, dinâmicas e estética. Neste modelo as mecânicas são as ações que acontecem no jogo, suas regras. Dinâmicas podem ser definidas como o comportamento das mecânicas no jogo em tempo real, o *gameplay*. E por fim, estética se refere às emoções geradas quando o jogador interage com o jogo.

B. Engenharia de Jogos

A criação e desenvolvimento de um jogo possui diversas etapas, contudo não há uma maneira única de se definir como fazer um jogo.

Segundo [5] pode-se dizer que a criação de um jogo começa na ideação, na qual alguém tem uma ideia que gera um jogo. Em seguida, a história do jogo é pensada juntamente com seus personagens e cenários. Após isso, é criado um documento chamado GDD, *Game Design Development*, no qual são definidos roteiro, regras, mecânicas, estéticas dentre outras definições, que o jogo necessita. Em seguida, os personagens, cenários e objetos que compõem o visual do jogo são criados. Após esta etapa a programação do jogo é feita e em seguida os *playtests* para testar o jogo. Esse processo é normalmente iterativo e incremental.

Por exigir diversas etapas, e áreas de conhecimento diferentes, o desenvolvimento de um jogo exige o envolvimento de pessoas assumindo diferentes papéis. Game designer, artista, produtor, desenvolvedor, roteirista, são alguns exemplos. Dependendo do tamanho de uma equipe de projeto,

esses atores podem desempenhar mais de um papel [5]. Pode-se citar os artistas, que podem possuir mais de uma função no jogo[5].

Para este trabalho, dois atores formam o público-alvo que se pretende ajudar, o artista conceitual e o *game designer*. O artista conceitual cuida da concepção geral do jogo, que envolve sugestão de cores, e o *game designer* é encarregado de pensar não só em como o jogo acontece, mas também na experiência do usuário, que envolve emoções desejadas. Estes dois atores se relacionam fortemente na criação de um jogo, contudo formas de facilitar este relacionamento poderiam auxiliar o uso de cores para transmitir emoções, pois estes dois conceitos estão diretamente ligados [4, 5, 3].

C. Arte conceitual

A concepção visual dos personagens, cenários e objetos de um jogo envolve diversas variáveis como tema, gênero e estilo.

Na área de design e artes, recomenda-se a execução de uma pesquisa de referências baseada no tema do jogo ou estilo para facilitar a criação de várias ilustrações conceituais do jogo, chamadas *concept arts* [10], até se chegar na ideia geral que servirá de base para criação dos insumos para o desenvolvimento de um jogo. Estas ilustrações conceituais são desenhos e esboços do cenário, personagens e objetos presentes no jogo. Para a criação de personagens, o artista conceitual deve criar diversos desenhos, mostrando este em diferentes ângulos (frontal, lateral, traseiro) [10]. Além disso, em alguns casos, para a construção dos personagens, uma ficha é criada com suas características, qualidades e defeitos. Essa ficha também inspira a *concept art*.

Segundo Novak [10], a arte conceitual auxilia a direção que a arte do jogo deve tomar, apresentando o estilo artístico que se pretende usar nos personagens, cenários e demais elementos do jogo. Estas ilustrações conceituais já devem apresentar o esquema de cores inicial que será utilizado para os elementos, podem ser três ou quatro cores [10]. Um conjunto de cores recebe o nome de paleta de cores, que pode ser utilizada como base para colorir os elementos do jogo e podem ser criadas a partir de harmonia de cores, definidas abaixo.

Tendo como base as artes conceituais, outros atores criam os insumos para o desenvolvimento do jogo. Tais insumos podem ser cenários, personagens, interfaces e o que mais for necessário para o jogo. Segundo [5] se o jogo for feito em ambiente tridimensional, artistas com as funções de modeladores 3D irão criar os insumos no formato necessário para repassar aos desenvolvedores. Lembrando que, a etapa de arte conceitual tem a ideia geral de como o jogo deve ser e isto irá auxiliar o modelador 3D a modelar, por exemplo, o cenário da forma que mais se assemelha ou mesmo lembra a arte conceitual.

D. Emoções

O estudo de emoções aumentou significativamente nos últimos anos envolvendo além de psicólogos, filósofos, sociólogos e neurocientistas [11]. Desde o início, nessa área, não há um consenso entre todos pesquisadores à respeito do significado das emoções. Entretanto, existem grupos de pesquisadores que estudam modelos semelhantes.

Segundo Ekman [11], que segue a linha evolucionária e propõe a existência de emoções básicas, emoções são reações automáticas à eventos externos que acontecem. Tais emoções são influenciadas por um passado evolucionista e por experiências pessoais. A partir de um evento e uma memória pessoal, são engatilhadas mudanças psicológicas e físicas através de um estado emocional gerado por uma emoção [11].

Já segundo Ekman [7] as emoções podem ser classificadas em dois grandes conjuntos, sendo eles: emoções básicas ou modulares e emoções em dimensões. Os modelos baseados em emoções básicas combinam instintos biológicos e sociais e definem geralmente as emoções como medo, raiva, alegria, tristeza entre outras. Em contrapartida, os modelos em dimensões podem ser modelos circunplexos, como o proposto em [12], também podem ser modelos baseados em emoções positivas e negativas. No *survey* [7] 49% dos pesquisadores da área de emoções escolheram se basear em emoções básicas para estudar emoções.

O modelo de emoções utilizado neste trabalho é o modelo formado por emoções básicas de Ekman. Tal modelo proposto em [13] é psicológico biológico constituído de emoções básicas universais, construídas principalmente por influências biológicas, mas também sociais. Como visto anteriormente, neste modelo as emoções básicas geram estados emocionais a partir de eventos e memórias pessoais.

Outros modelos de emoções, que seguem linhas distintas, também foram considerados para este trabalho. Em especial, um modelo cognitivo conhecido como OCC [14], que é muito usado em computação, na análise e na simulação de sentimentos, e é razoavelmente complexo. O modelo de Ekman porém apresenta algumas vantagens para o uso prático, pois apresenta emoções facilmente reconhecidas e é simples de explicar a leigos.

Segundo Ekman [11], as emoções básicas são:

- *Anger* (Raiva);
- *Fear* (Medo);
- *Sadness* (Tristeza);
- *Enjoyment* (Divertimento ou Alegria);
- *Disgust* (Aversão ou Descontentamento).

Os **estados emocionais** são especializações das emoções básicas, como por exemplo, a emoção medo pode gerar ansiedade e terror dependendo do que engatilha a emoção. Tais estados emocionais possuem intensidades diferentes que os caracterizam. Podemos citar o exemplo da raiva que pode gerar aborrecimento que é pouco intenso, mas também pode

gerar fúria que é muito intenso [11].

III. CORES

Outro conceito envolvido na criação deste metamodelo é a cor. A cor está fortemente presente na sociedade, participando das relações entre pessoas, produtos e seus usos. Segundo [4], cores possuem significado psicológico e cultural que sofrem influências do local e meio que estão aplicadas. Dessa forma, a aplicação de cores pode auxiliar a criação de produtos, sistemas e, conseqüentemente, jogos, incitando significados psicológicos desejados.

De acordo com um estudo realizado sobre cores no marketing [15], 84,7% das pessoas acreditam que a cor é o fator mais importante para escolher um produto. Cerca de 60% das pessoas acreditam que a aceitação ou rejeição de um produto pode ser induzido pela cor. Isto, reitera que a cor está presente em grande parte da vida das pessoas, induzindo até na compra de produtos.

As cores, vistas de forma independente do objeto em que são aplicadas, podem possuir diferentes significados nas culturas [4]. Pode-se citar o caso da cor branca, na sociedade ocidental simboliza paz, vida e o bem, e na sociedade oriental simboliza morte, nada e o fim. Contudo algumas cores possuem significados similares nas duas sociedades, como o amarelo, que representa alegria, simboliza o sol e também, riqueza, por ser semelhante ao dourado, associado ao ouro.

A. Visão humana e cor

Segundo [16], a cor é uma sensação visual dada através dos raios de luz que atingem os objetos e são refletidos em todas as direções atravessando os olhos humanos. A luz (visível) possui comprimento entre 400 e 800 nanômetros (nm) e forma mais de dez milhões de cores. Contudo, a retina humana somente consegue visualizar entre os comprimentos de 380 à 760 nm [4].

Diversas teorias se propõem a explicar como acontece a visão humana, dentre as teorias, uma das mais aceitas é a teoria de *Young-Helmholtz* [17]. Ela se baseia na existência, no olho humano, de três diferentes cones sensíveis à faixas de frequências de luz, sendo eles: azul-violeta, verde e vermelho-alaranjado. Com a combinação destes três cones todas as outras cores são formadas e assim é possível perceber outras cores mesmo sem a existência de cones específicos para cada uma.

Como citado acima, a cor pode ser definida por um nome dada a percepção visual, contudo, além disto, outros atributos auxiliam a definição da percepção da cor [18]. Pode-se citar: *Hue* (Matiz), *Saturation* (Saturação), *Brightness* (Brilho) e *Lightness* (Luminosidade). Matiz pode ser descrita como parte da sensação visual responsável por determinar se uma área se assemelha à uma cor percebida como vermelho, amarelo [18]. Por sua vez, brilho pode ser definido por indicar a área que emite mais ou menos luz, enquanto que

luminância, indica se o brilho da área se assemelha ao branco [18]. Saturação, é definida por quão colorida é uma área em proporção ao seu brilho [18].

B. Teorias de cores e nomes

Pode-se encontrar outras definições para a cor na literatura, segundo [18] cor é um atributo da percepção visual que consiste na combinação de conteúdos coloridos ou descoloridos e que podem ser descritos por nomes de cores como amarelo, azul.

Desta forma, a cor possui nomes que podem defini-la. Contudo, tais nomes variam de cultura para cultura pelos diferentes idiomas ao redor do mundo. Diversos estudos na área de psicologia, antropologia, comunicação, se propõem a estudar os nomes e como são gerados tais conceitos de cores dentro da sociedade.

Em 1969, Berlin e Kay [19] apresentaram um estudo no qual as cores poderiam ser classificadas em termos básicos universais. Realizaram um experimento com vinte pessoas de diferentes línguas, que consistia em nomear 330 quadrados com as cores de Munsell [4]. Segundo os autores, culturas modernas desenvolvidas industrialmente possuem muitas definições de cores e uma quantidade restrita de cores básicas, contudo culturas sem escrita possuem um número reduzido de cores [19].

Foram apresentadas as seguintes cores e a ordem que aparecem nas diferentes culturas [19]:

- Estágio I: branco e preto;
- Estágio II: vermelho;
- Estágio III: um entre verde ou amarelo;
- Estágio IV: ambos verde ou amarelo;
- Estágio V: azul;
- Estágio VI: marrom, e
- Estágio VII: roxo, rosa, laranja ou cinza.

Outras teorias, baseadas na linguística, apresentam o conceito de categorias de cores, ou ainda de cores focais, que define um grupo de cores que referenciam uma cor básica [20]. Similar as cores focais, pode-se citar também a proposta de *prototypal colours*, que se baseia na psicologia, e mostrou que certos indivíduos são incapazes de nomear as cores focais devido à falta de vocabulário de nomes de cores [20, 21].

A fim de nomear as cores neste trabalho, o modelo composto por cores básicas foi escolhido. Este modelo se mostra mais adequado por permitir que se tenha uma base de nomes de cores reconhecida entre pessoas e culturas, apesar do conceito de cor ser complexo como visto anteriormente.

C. Sistemas técnicos de cores

Baseados na teoria Young-Helmholtz [17], sistemas de cores foram criados como *RGB*, usado como referência em monitores de TV e computador, retroprojetores, câmeras digitais. O modelo de cores *RGB* é composto das cores, vermelho (*Red*), verde (*Green*) e azul (*Blue*) e a partir da

combinação destas três cores as outras são geradas [22]. Em contrapartida, para impressores, fotocopiadoras, é utilizado o sistema de cores *CMYK*, composto por *Cyan* (Ciano), *Magenta*, *Yellow* (Amarelo), *Black/Key* (Preto).

Todos os modelos atendem apenas uma parte das cores visíveis. O conjunto de cores que pode ser usado em um contexto, dado um modelo e um equipamento é chamado de *color gamut* ou gama de cores. Além disso, no computador, os modelos de cores são implementados de forma discretizada.

O sistema de cores Munsell também se baseia em três cores para criar outras, as chamadas cores primárias [23, 18]. Este sistema é comercializado e oferece um catálogo de cores com suas descrições. A estrutura deste sistema é uma espécie de árvore tridimensional num espaço cilíndrico baseados em três valores: *hue* (cor), *chroma* (saturação) e *Value* (Luminosidade). É utilizado em fotografias e oferece padronização e calibragem de cada cor para aplicações em produtos. Similar a árvore de Munsell, o sistema de cores CIE Lab se baseia em três cores primárias para definir as demais [23, 22]. É um modelo matemático para definição de cores e considerado independente de dispositivo. É composto por: luminosidade, eixo de verde-vermelho e o eixo de azul-amarelo.

O sistema *HSB* foi criado tendo como base o *RGB*, contudo seus componentes são distintos e se baseiam na visão humana, assim como o modelo *HSL*. O sistema de cores *HSB*, também conhecido como *HSV*, é composto de *Hue*, *Saturation* e *Brigtness / Value*, e se baseia em um matiz para definir cores, como vermelho [22]. Na tabela I são apresentados alguns sistemas de cores e suas definições para uma mesma cor, vermelho.

Tabela I
COR VERMELHO REPRESENTADA NOS MODELOS CITADOS

Sistema	Representação
RGB	255, 0, 0
CMYK	0.00, 1.00, 1.00, 0.00
HSB/HSV	0,100,100
HSL	0%, 100%, 50%
CIELab	53.23, 80.11, 67.22

Existem vários outros modelos e o leitor interessado poderá facilmente encontrá-los. Como o objetivo deste trabalho é auxiliar o designer na escolha de cores para uso no jogo, foram analisados os modelos disponíveis em algumas ferramentas utilizadas na criação de insumos para o jogo, como imagens de personagens e cenários. A configuração de cores ofertada nos programas contém, principalmente, os modelos *RGB*, *HSV*, *CIELab*, *CMYK*, Hexadecimal, contudo determinados tipos de arquivos só são salvos em modelos específicos. Tais arquivos podem ser utilizados num jogo, como a imagem de um personagem em formato

PNG, porém este formato de imagem não está disponível no modelo CIE Lab, por exemplo.

É importante, no nosso caso, que seja fácil, para os atores envolvidos, discutir as cores. Os modelos RGB e CMYK exigem um conhecimento de como as cores são formadas a partir de cores básicas, já modelos como HSV partem de um matiz (*hue*) e adicionam variações na saturação e brilho, o que parece mais natural. O modelo de cores CIE Lab exposto aqui também é baseado na visão humana e é um modelo que independente de dispositivos para exibir cores contudo é pouco amigável para o discurso.

Assim sendo, o sistema de cores escolhido para este trabalho é o HSV, composto por, *Hue*(Cor/Matiz), *Saturation* (Saturação), *Value* (Valor ou Brilho), sendo eles:

- *Hue*, definido em graus de 0° a 360°;
- *Saturation*, definido em porcentagem de 0% a 100%;
- *Value*, definido em porcentagem de 0% a 100%.

Além destes sistemas técnicos de cor, na área de artes são utilizados esquemas de harmonia de cores baseadas na roda de Oswald [23], conhecido também como círculo cromático ou círculo de pigmento. O círculo cromático apresenta cores primárias, secundárias e terciárias, das quais a combinação entre cores primárias geram as secundárias, que por sua vez geram as terciárias, juntamente com as cores primárias. As cores primárias são: vermelho, azul e amarelo. Já as cores secundárias são: verde, laranja e roxo ou violeta. A partir da relação entre cores do círculo cromático, combinações harmônicas foram estabelecidas como, cores análogas, cores complementares, cores frias, cores quentes, cores neutras [24, 4, 23]. As cores complementares, por exemplo, são as cores opostas no círculo cromático e oferecem contraste entre si [4]. Através destas combinações, paletas de cores são criadas para a pintura da arte se tornar mais harmônica. Uma ferramenta que geralmente é utilizada para a criação de paletas de cores é a Adobe Color, mantida pela empresa Adobe Inc. [25]. A Figura 1 é um exemplo de um círculo cromático publicado em 1776.

IV. TRABALHOS RELACIONADOS

Na literatura podem ser encontrados estudos e experimentos que apresentam a relação entre emoções e cores e alguns relacionam jogos também. Nesta seção serão apresentadas alguns trabalhos desenvolvidos.

Como visto nas seções anteriores, há diferentes teorias de emoção. Além disto, algumas teorias relacionam cores às emoções. A teoria de emoção proposta por [12] apresenta emoções básicas, encontradas por ele, num modelo tridimensional na forma de um cone, colorido pelo círculo cromático, mostrado no figura 2. Segundo Plutchik, todas as emoções básicas poderiam ser relacionadas à uma cor de forma similar às cores complementares, assim sendo, por exemplo, raiva é oposta a medo, logo as cores, respectivamente, são vermelho e verde neste modelo circunflexo. Assim como

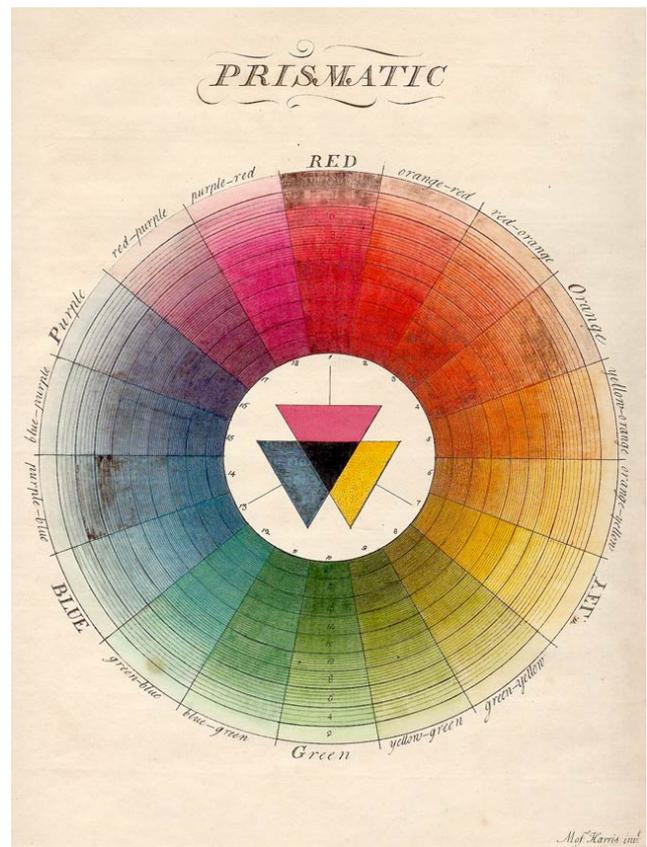


Figura 1. Imagem de um círculo cromático, criado por Moses Harris em 1776, para o livro *The Natural System ou Couloours*, agora em domínio público. Cores opostas são complementares.

as cores secundárias são formadas por cores primárias, as emoções primárias formam emoções secundárias [12].

Alguns trabalhos relacionados tentam investigar os efeitos das cores em vídeo games para elicitare emoções. O trabalho desenvolvido em [26] tinha este objetivo. Os autores criaram um jogo e utilizaram como base o modelo de emoções e cores de Plutchik [12]. O jogo apresentava cinco situações diferentes em 4 ambientes de cores diferentes, nas cores azul claro, verde escuro, amarelo e vermelho que respectivamente representam as emoções surpresa, medo, alegria e raiva, segundo [12]. Foram realizados, um experimento e um questionário com 60 pessoas, para medir emoções com base em imagens. Podemos citar alguns resultados encontrados, como a cor vermelha associada ao sentimento de raiva, ocasionando uma resposta negativa e a cor amarela associada à alegria, ocasionando uma resposta positiva.

No trabalho de Geslin et al. [27] o objetivo foi comprovar a teoria proposta por eles anteriormente, que define que estímulos cromáticos de intensidade, brilho e saturação dos ambientes de *video game* produzem efeitos emocionais nos jogadores. Realizaram um experimento com 24 imagens de

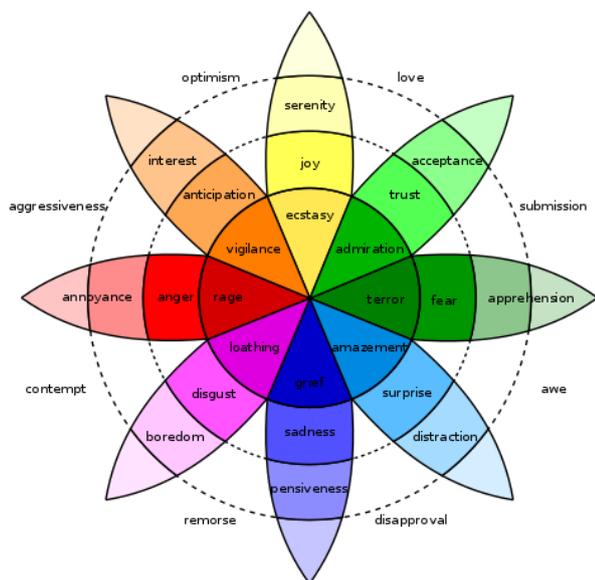


Figura 2. Modelo circunplexo de emoções com três dimensões no círculo cromático [12]

jogos e participantes respondendo a um questionário. A partir das respostas foi desenvolvido um modelo circunplexo de cores e emoções para o desenvolvimento do ambiente dos video games.

No trabalho desenvolvido em [28] os autores relacionaram cores e emoções para representar partículas coloridas com base em músicas e sons com o objetivo de promover acessibilidade para pessoas com deficiência auditiva. As relações entre cores e emoções estão baseadas em associações que são apresentadas por Modesto [4]. Criaram um sistema de partículas para se utilizar em cenários de jogos e após isto, realizaram um experimento com 40 pessoas a fim de verificar a relação entre a emoção e o cenário.

Além destes trabalhos que relacionam diretamente emoções e cores, foram encontrados trabalhos baseados em teorias de comunicação e design, como a análise do design de personagens produzida no trabalho [23]. Os autores realizaram um estudo das cores utilizadas nos personagens a partir de teorias de comunicação para entender como as cores se relacionavam com o contexto do jogo e personagem, incluído sua personalidade.

O metamodelo aqui desenvolvido tem a intenção de apresentar a relação entre cores e emoções, como os demais trabalhos encontrados. Entretanto, este metamodelo inclui outros componentes que auxiliam este relacionamento como os sistemas de cores, a paleta de cores, cenas do jogo. Além disto, se especifica para auxiliar o artista e demais envolvidos na concepção da arte conceitual dos jogos, guiando o processo de escolha de cores para o jogo através das emoções.

V. EXPERIMENTO INICIAL

A fim de entender como funciona a associação de cores com emoções segundo os jogadores, foi proposto um experimento inicial. Surgiu a oportunidade de incluir esse experimento num segundo experimento, mais amplo, voltado para projetos de *crowd science*. A ideia inicial era criar uma base de dados a partir das avaliações de imagens de jogos, relacionando as emoções e cores, para investigar a relação destes dois elementos num jogo. Este experimento foi inserido no projeto de Diego Souza, mestre em Engenharia de Sistemas e Computação [29].

Ele foi realizado com a participação de estudantes voluntários de Engenharia no CEFET de Itaguaí que tinham acesso a vários projetos, dentre eles o projeto com o experimento de jogos. Para este experimento foram coletadas 28 imagens de jogos com anos de lançamento diversos entre 1987 a 2017. Os voluntários participantes do experimento responderam a duas perguntas e realizaram uma tarefa, sendo elas descritas abaixo:

- Pergunta 1: Qual a cor que te chamou mais atenção?
 - Opções: Amarelo, Vermelho, Azul, Laranja, Roxo, Verde, Branco, Preto, Outra [Qual]
- Pergunta 2: Qual emoção você sente ao olhar esta imagem? Escolha no máximo duas.
 - Opções: Raiva, Medo, Tristeza, Divertimento ou Alegria, Aversão ou Descontentamento.
- Tarefa: Marque os elementos mais relevantes para estas emoções.

As cores definidas para o experimento foram as cores presente no círculo cromático [23], incluindo cores primárias e secundárias, citadas anteriormente. Branco e preto também foram incluídas apesar de não serem consideradas realmente cores, pois preto é ausência de luz e branco é a luz composta por todas as cores [4].

As emoções apresentadas são parte da teoria evolucionista de Ekman [11]. Contudo, para simplificar o experimento e escolha da emoção, optou-se por apresentar somente as emoções básicas, sem seus estados emocionais.

Além das perguntas e tarefas, foram coletadas outras informações dos voluntários: idade, sexo e se costumavam jogar jogos eletrônicos. Foram 73 contribuições recebidas de 15 participantes, dos quais 11 costumavam jogar jogos eletrônicos e apenas 4, não. Os participantes tinham idades entre 17 a 25 anos, sendo eles: 1 participante com 17 anos, 3, com 18 anos; 4, com 19 anos; 4, com 20 anos; 2, com 21 anos e 1, com 25 anos.

O resultado do experimento expôs muitas respostas parecidas e algumas respostas totalmente diferentes. Pode-se citar a imagem do jogo *Age of Empires* na qual as cores que mais chamaram atenção dos voluntários foram azul por 3 vezes e verde por 1 vez, no entanto as emoções foram tristeza, divertimento ou alegria, raiva, aversão ou descontentamento mostrando opiniões completamente divergentes.

Cabe ressaltar que houve casos de respostas iguais ou bem similares como das imagens do jogos *Mega Man* e *Street Fighter*, onde a emoção foi divertimento ou alegria e a cor foi azul. A opção outra, nas respostas sobre as cores, teve entradas de marrom, rosa e cinza. A imagem do jogo *Banjo Kazooie*, apesar de apresentar metade da cena na cor azul, somente teve uma resposta com esta cor e nas outras respostas a cor foi marrom que também ocupa boa parte da imagem mostrando que há casos que a cor mais presente não chama atenção de uma pessoa. O jogo *Counter Strike GO* recebeu quatro respostas, sendo duas delas idênticas, amarelo e divertimento ou alegria, e duas distintas, amarelo e cinza, medo e raiva e medo, respectivamente.

As respostas recebidas da análise do jogo *Dota 2* foram semelhantes, conforme mostrado na tabela II. As quatro respostas para emoções foram idênticas, divertimento ou alegria, contudo houve uma resposta diferente para as cores, roxo, em contrapartida às demais respostas, que foram azul.

Na imagem utilizada no experimento, a figura 3, há a presença de cores variadas como verde e marrom, inclusive um raio de cor azul brilhante e alguns elementos da cor roxa. Pode-se afirmar que talvez a cor do raio tenha se destacado no cenário e por isso os voluntários responderam azul.



Figura 3. Print do jogo Dota 2, 2013

Tabela II
RESPOSTAS RECEBIDAS DO JOGO DOTA 2, 2013

Cor	Emoção
Azul	Divertimento ou Alegria
Azul	Divertimento ou Alegria
Azul	Divertimento ou Alegria
Roxo	Divertimento ou Alegria

Como as imagens dos jogos eram exibidas aleatoriamente, algumas imagens receberam mais contribuições que outras. O jogo que recebeu mais respostas foi *Call of Duty ww2, 2017*, conforme mostrado na tabela III. As respostas sobre emoções, nesse caso, foram divergentes, tendo recebido todas cinco opções de respostas disponíveis. Contudo, as cores escolhidas se mostraram semelhantes, a cor cinza foi a mais escolhida e marrom teve somente uma entrada. Na imagem do jogo 4, nota-se maior predominância das cores

marrom e cinza no cenário, sendo o marrom presente na terra e o cinza, representando a fumaça. As cores escolhidas pelos voluntários se mostram como semelhantes às cores predominantes.



Figura 4. Print do jogo Call of Duty, 2017

Tabela III
RESPOSTAS RECEBIDAS DO JOGO CALL OF DUTY WW2 - 2017

Cor	Emoção
Cinza	Divertimento ou Alegria
Cinza	Aversão ou Descontentamento
Marrom	Tristeza
Cinza	Divertimento ou Alegria
Cinza	Raiva, Medo

Neste experimento os voluntários também receberam a tarefa de marcar os elementos mais relevantes para as emoções escolhidas, através de retângulos.

Ao observar as imagens, notou-se diversas semelhanças e em muitos casos as áreas marcadas eram personagens destacados sob o cenário do jogo, ou uma área da imagem que possuía uma cor diferente do restante da imagem, ganhando destaque. Estes fatos podem ter sido cruciais para a escolha de cores.

Nas imagens dos jogos *Street Fighter 5*, *Trine*, *Dota 2* e *The World Ends with You*, nas quais há um tipo de luz lançada por um personagem, as marcações foram estas áreas luminosas. As respostas do jogo *Street Fighter*, em particular, tiveram a cor azul escolhida e a emoção de divertimento ou alegria, nas duas respostas que recebeu. Assim, a área marcada da imagem se relacionou com a cor escolhida.

Outro ponto considerável notado foi a marcação de grandes áreas em imagens que tinham elementos que ocupavam a maior parte da tela, como o jogo *Heavy Rain* e *World of Go*, mostrando que a forma como o jogo aparece na imagem também pode afetar a escolha da marcação e até mesmo da cor e emoção.

Assim, este experimento inicial apresentou algumas relações relevantes para o estudo de cores e emoções em jogos. Mostrou respostas muito similares oriundas de pessoas diferentes, exemplificado em vários jogos. Entretanto,



Figura 5. Print do jogo Street Fighter - 1991 com as marcações de um voluntário

algumas respostas foram bastante divergentes, como o exemplo do jogo *Age of Empires* que recebeu todas as opções de emoções como respostas.

A fim de expandir e melhorar o resultado este estudo, pretende-se inserir os estados emocionais [11] na escolha da emoção, para ter uma definição mais precisa da emoção. Também será relevante obter mais voluntários, com um perfil mais variado, para responder ao experimento, aumentando o escopo do trabalho. As cores utilizadas se mostraram funcionais, no entanto para buscar uma melhor compreensão da cor, pode-se empregar a teoria de cores de Berlin e Kay [19].

VI. CRIAÇÃO DE UM METAMODELO

Para este trabalho será criado um metamodelo entre cores e emoções para auxiliar. Segundo [30] metamodelo é a análise, construção e desenvolvimento de regras, modelos, teorias e usos para modelar instâncias. Pode-se dizer também que um metamodelo é um tipo especial de modelo que especifica de forma abstrata, a sintaxe da linguagem do modelo [9]. Neste trabalho o metamodelo foi criado para direcionar o modelo que será instanciado deste, sendo uma espécie de modelo abstrato conceitual.

Neste trabalho, o metamodelo proposto tem como objetivo também contribuir para um estudo maior sobre jogos. Este estudo sobre jogos faz parte do objetivo do laboratório [AVALIAÇÃO CEGA], que está elaborando uma ontologia para modelagem de jogos. Segundo Guizzard, a ontologia se propõe a desenvolver teorias sobre a existência do ser, sua identidade, classificação, relacionamentos, instanciação entre outras [31]. O prefixo *ont-* tem origem etimológica grega do verbo ser (*einai*), assim ontologia poderia ser traduzida como estudo do ser, pois *-logia* se refere a um estudo [31].

Dessa forma, a modelagem do metamodelo se baseia na ontologia a fim de alinhar este trabalho ao objeto de estudo do laboratório. Foi utilizada OntoUML proposta por Guizzardi [31], linguagem para modelagem conceitual orientada à Ontologia, e por sua vez foi construída como extensão UML da Unified Foundational Ontology (UFO) proposta por Guizzard. Guizzard [31] propõe uma ontologia fundacional para modelagem conceitual (UFO).

Segundo Guizzard, a linguagem OntoUML se baseia em tipos e indivíduos para sua modelagem conceitual. Os *types* (tipos) são conceitos abstratos que auxiliam a percepção humana e classificam o mundo ao nosso redor, como por exemplo, pessoa [31]. Por sua vez, indivíduos são tipos encontrados com características particulares, como por exemplo, uma pessoa específica que terá todas características de pessoa e suas próprias, como seu nome. Esta relação entre tipo e individuo pode ser chamada de instanciação. A instância de uma pessoa pode ser um médico ou médica, uma mulher ou um homem, uma criança ou um adulto dentre outras possibilidades. Todo tipo possui um nome e um estereótipo, como por exemplo, pessoa e *kind*, respectivamente. Dessa forma, para representar diferentes conceitos de instancias, classes de estereótipos foram criadas, que podem ser *subkinds*, *category* [31].

No metamodelo aqui proposto, foram utilizados as seguintes classes de estereótipos: *kind*, *subkind*, *perceivable*, *non perceivable quality*. *Kind*, como visto acima, representa um conceito rígido com uma identidade própria. Segundo Guizzard *Subkind*, é uma especialização de um *kind*, como por exemplo, mulher é um tipo de pessoa. *Quality* é um tipo específico de propriedade que pode ser usada para definir diferentes escalas para uma mesma característica [31].

Além das classes de estereótipos, foram criados estereótipos de relacionamentos para definir a relação entre classes [31]. As relações utilizadas foram: *Characterization* e *Association*. *Characterization* define a relação entre um estereótipo e um suas características como, a relação entre um produto e seu peso [31]. *Association* caracteriza uma relação genérica entre dois estereótipos [31]. Vale mencionar que no metamodelo proposto, esta relação foi usada como uma relação causal para associar cor a geração de emoção.

A. Estereótipos de classes

No metamodelo foram criados os seguintes estereótipos, mostrado na imagem 6:

- **Emotion**, *kind*, define emoções básicas;
- **State**, *subkind*, define estados emocionais gerados das emoções básicas
- **Intensity**, *non perceivable quality*, define a intensidade do estado emocional;
- **Culture**, *kind*, define a cultura, aqui definida como ocidental e oriental;
- **Culture Interpretation**, *subkind*, define a interpretação da cultura;
- **Color**, *category*, define um nome para cor;
- **Representation**, *Kind*, define uma representação de cor nos diversos espaços de cores;
- **System**, *kind*, define o grupo de sistemas de cores que cada representação possui;
- **HSL**, *perceivable quality*, define a representação no espaço de cores HSB;

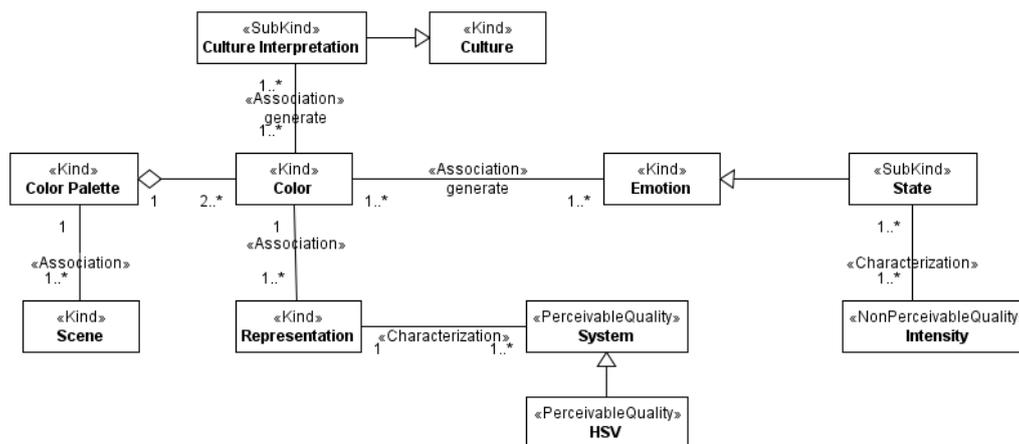


Figura 6. Metamodelo de cores e emoções

- **Color Palette**, *kind*, define um conjunto de cores que estão presentes em uma cena de jogos;
- **Scene**, *kind*, define uma cena de um jogo.

B. Relacionamentos entre estereótipos

As relações construídas neste metamodelo, para orientar os modelos que serão criados, contemplam contextos diferentes. Assim, visto os diversos conceitos sobre percepção de cores entre pessoas, pode-se afirmar que uma cor pode gerar uma ou mais emoções. Pois a percepção de cor pode ser alterada por diferentes pessoas, culturas, mídias e contextos. Dessa mesma maneira, uma emoção pode ser gerada por diferentes cores, utilizando este mesmo conceito. A partir disso, também se estabelece o relacionamento entre cultura e interpretação da cultura e cor, pois a partir da interpretação de cada cultura, a cor pode significar ideias diferentes.

Conforme citado anteriormente, uma emoção é composta por diferentes estados emocionais, que possuem intensidades diferentes. Dessa maneira, no metamodelo, o estado é definido como uma especialização de emoção, um *subkind*. Os estados emocionais possuem intensidades diferentes [11], assim optou-se por criar uma qualidade não perceptível para representar as diferentes intensidades que um estado por ter.

As cores, conforme visto aqui, possuem nomes e cada nome pode ser representado nos diferentes sistemas técnicos de cores. Sendo assim, uma cor, por exemplo, vermelho, terá uma ou mais representações para os diferentes sistemas de cores, como HSL, que seria (0,100,100).

As cores nos jogos são apresentadas através dos personagens, cenários e outros elementos que aparecem nas cenas que compõem o jogo. A utilização de cores para tais elementos, é determinada por um conjunto de cores, chamada de paletas de cores. Assim, foi inserida a relação entre cor, cena e paleta de cores para representar este processo. Sendo paleta de cores composta de cores, que por sua vez caracteriza a cena do jogo.

Conforme definido aqui, este metamodelo servirá como estrutura conceitual do modelo de relacionamento e cores que será criado posteriormente. Este metamodelo auxiliou no entendimento da cores e suas representações, da emoção e seus estados emocionais, nas culturas para jogos. Vale destacar, que futuramente, a definição de uma representação para as cores será mapeada, a fim de guiar o modelo entre emoções e cores.

VII. CONCLUSÃO E TRABALHO FUTURO

Aqui buscou-se relacionar cores e emoções em jogos para auxiliar o processo de escolha de cores na etapa de arte conceitual de jogos. Foi realizado um experimento para identificar esta relação e através da literatura também encontrou-se tal relacionamento. Um metamodelo foi proposto para representar este relacionamento, baseado na OntoUML com classes de estereótipos e relacionamentos. O metamodelo apresenta os conceitos e requisitos que o modelo deve ter, que são a definição do relacionamento entre cores e emoções, o fácil entendimento para designers e artistas e aplicabilidade deste em programas de desenvolvimento de artes.

Este trabalho é a primeira parte de uma pesquisa maior para relacionar cores e emoções em jogos. A partir do metamodelo proposto aqui, contendo as classes de estereótipos e seus relacionamentos será possível criar um modelo para relacionar representações de cores e estados emocionais na sociedade ocidental.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio do CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - Brasil - RESOLUÇÃO NORMATIVA RN-017/2006 e pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001. Renata Araujo, uma das autoras deste artigo, é Bolsista de

Produtividade em Desenvolvimento Tecnológico e Extensão Inovadora pelo CNPq, Brasil, sob o número 305060/2016-3.

Nosso agradecimento a Diego Souza, Maria Gilda Esteves e Jano de Souza pelo uso do sistema Jogos e Emoções.

Nosso agradecimento também aos colaboradores da Wikipedia e a Wikipedia Foundation, em especial pelas imagens usadas nas Figuras 1 e 2

REFERÊNCIAS

- [1] G. BRASIL, “Pesquisa game brasil 2019,” *Recuperado de <https://www.pesquisagamebrasil.com.br/>*, 2019.
- [2] D. LUDES, G. Xexéo, A. Carmo, A. Acioli, B. Taucei, C. Dipolito, E. Mangeli, J. Kritz, L. F. C. Costa, R. Monclar *et al.*, “O que são jogos,” 2017.
- [3] C. Crawford, “The art of computer game design,” 1984.
- [4] F. Modesto, C. Perez, and D. Bastos, *Psicodinâmica das cores em comunicação*. São Paulo: Edgard, 2011.
- [5] S. Rogers, *Level Up! The guide to great video game design*. John Wiley & Sons, 2014.
- [6] C. Keith, *Agile Game Development with Scrum*, 1st ed. Addison-Wesley Professional, 2010.
- [7] P. Ekman, “What scientists who study emotion agree about,” *Perspectives on Psychological Science*, vol. 11, no. 1, pp. 31–34, 2016.
- [8] J. McGonigal, *Reality is broken: Why games make us better and how they can change the world*. Penguin, 2011.
- [9] R. Hunicke, M. LeBlanc, and R. Zubek, “Mda: A formal approach to game design and game research,” in *Proceedings of the AAAI Workshop on Challenges in Game AI*, vol. 4, no. 1, 2004, p. 1722.
- [10] J. Novak, “Desenvolvimento de games,” *São Paulo: Cengage Learning*, pp. 354–355, 2010.
- [11] P. Ekman, *Emotions revealed: Understanding faces and feelings*. Hachette UK, 2012.
- [12] R. Plutchik, “The nature of emotions: Human emotions have deep evolutionary roots, a fact that may explain their complexity and provide tools for clinical practice,” *American scientist*, vol. 89, no. 4, pp. 344–350, 2001.
- [13] P. Ekman and W. V. Friesen, “The repertoire of nonverbal behavior: Categories, origins, usage, and coding,” *semiotica*, vol. 1, no. 1, pp. 49–98, 1969.
- [14] A. Ortony, G. Clore, and A. Collins, *The Cognitive Structure of Emotions*. Cambridge University Press, 1990. [Online]. Available: <https://books.google.com.br/books?id=dA3JEEAp6TsC>
- [15] W. do Logos, “O poder das cores em marketing.” [Online]. Available: <https://blog.wedologos.com.br/wp-content/uploads/2016/04/Infografico-Psicologia-das-Cores-e-Tipografia.pdf>
- [16] I. Newton, *Opticks, or, a treatise of the reflections, refractions, inflections & colours of light*. Courier Corporation, 1979.
- [17] T. Young, “Ii. the bakerian lecture. on the theory of light and colours,” *Philosophical transactions of the Royal Society of London*, no. 92, pp. 12–48, 1802.
- [18] M. D. Fairchild, *Color appearance models*. John Wiley & Sons, 2013.
- [19] B. Berlin and P. Kay, *Basic color terms: Their universality and evolution*. Univ of California Press, 1969.
- [20] D. Dedrick, *Naming the rainbow: Colour language, colour science, and culture*. Springer Science & Business Media, 1998, vol. 274.
- [21] E. Rosch, “Linguistic relativity,” *Human communication: Theoretical explorations*, pp. 95–121, 1974.
- [22] T. Berk, L. Brownston, and A. Kaufman, “A new color-naming system for graphics languages,” *IEEE Computer Graphics and Applications*, no. 3, pp. 37–44, 1982.
- [23] M. M. Filho, A. Karlota, V. F. Martins, P. R. d. Pinheiro, Lima, and A. M. M. Neves, “Games, cores e personagens: Uma análise da relação cromática em jogos digitais clássicos,” in *XIV Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames)*, 2015.
- [24] L. R. M. Barros, *A cor no processo criativo*. Senac, 2007.
- [25] A. Inc., “Adobe color.” [Online]. Available: <https://color.adobe.com/pt/create/color-wheel/>
- [26] E. Joosten, G. Van Lankveld, and P. Spronck, “Colors and emotions in video games,” in *11th International Conference on Intelligent Games and Simulation GAME-ON*, 2010, pp. 61–65.
- [27] E. Geslin, L. Jégou, and D. Beaudoin, “How color properties can be used to elicit emotions in video games,” *International Journal of Computer Games Technology*, vol. 2016, 2016.
- [28] J. M. E. da Silva, A. de Castro Callado, and P. M. Jucá, “Representing sentiment using colors and particles to provide accessibility for deaf and hard of hearing players,” in *XVII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames)*, 2018.
- [29] D. d. A. Zanon, “Aplicação de técnicas de qualidade de dados e gamificação em projetos de crowd science,” *Mestrado em Engenharia de Sistemas e Computação*, UFRJ, Rio de Janeiro, 2018.
- [30] J. Rumbaugh, G. Booch, and I. Jacobson, *The unified modeling language user guide*. Addison-wesley, 1998.
- [31] G. Guizzardi, “Ontological foundations for structural conceptual models,” Ph.D. dissertation, University of Twente, 10 2005.