

Relacionando Elementos de Design de *Serious Games* Educacionais a Critérios de Avaliação de Satisfação do Jogador

José Lauciano Ferreira de Almeida
*Laboratório de Tecnologias
para o Ensino Virtual e Estatística
Universidade Federal da Paraíba
João Pessoa, Paraíba, Brasil
Email: jose.lauciano@gmail.com*

Liliane dos Santos Machado
*Laboratório de Tecnologias
para o Ensino Virtual e Estatística
Universidade Federal da Paraíba
João Pessoa, Paraíba, Brasil
Email: liliane@di.ufpb.br*

Resumo—Promover a satisfação de jogadores em jogos digitais visa a manutenção do interesse na aplicação. Essa satisfação é de particular interesse para *serious games* educacionais, pois um jogo que busca transferir ou reforçar um conhecimento precisa que jogadores continuem a utilizá-lo para que tenha seu resultado potencializado como ferramenta educacional. Diversos modelos de avaliação de satisfação de jogador são utilizados para guiar desenvolvedores a identificar seus erros e acertos diretamente com seu público-alvo, como o modelo EGameFlow, o qual foi desenvolvido especificamente para ser usado com jogos voltados para a educação. No entanto, por ser uma avaliação da experiência sentida pelos jogadores, ela pode ser feita apenas *a posteriori*, ou seja, após a finalização do jogo inteiro ou de uma porção do mesmo. Assim, é importante que sejam identificados os elementos de design relacionados a essa avaliação, de modo a permitir que decisões sejam tomadas *a priori*, ou seja, durante o desenvolvimento, a fim de se ter produtos mais aptos na fase de testes e que exijam menos modificações, o que acaba resultando em redução de custo de desenvolvimento. Neste artigo, é discutida a relação entre critérios de avaliação e elementos de design de *serious games* educacionais. Assim, a partir da análise de um jogo previamente avaliado, são levantados quais elementos foram utilizados para satisfazer critérios de avaliação e quais elementos podem ser adicionados no processo de redesign para que uma nova edição do jogo promova uma experiência mais satisfatória.

Keywords—elementos de design; satisfação de jogador; *serious games* educacionais;

I. INTRODUÇÃO

Satisfação é o termo utilizado para expressar o sentimento positivo em que pessoas temporariamente se desprendem da realidade e de suas preocupações cotidianas para se concentrarem em realizar tarefas que exijam alto nível de concentração e de habilidades, sendo chamado também de estado de fluxo [1], [2], [3]. Essa satisfação é uma das formas de diversão que jogos são capazes de promover e, ao invés de relacionar-se com divertimento passivo puramente por lazer, decorre dos desafios apresentados aos jogadores, que devem ser capazes de sobrepujá-los para avançar no jogo [4].

Devido a sua natureza subjetiva, a avaliação da satisfação ocorre *a posteriori*, ou seja, ela é realizada após o jogo, ou

partes dele, serem finalizados e testados por uma porção do público-alvo, a qual responderá questionários ou formulários desenvolvidos com finalidade de identificar se os critérios de satisfação que são de interesse para o jogo em questão foram alcançados. Com isso, é possível que jogos futuros, ou mesmo versões futuras de jogos avaliados, possam ser aprimorados a fim de melhor se encaixarem nos interesses e gostos do público-alvo [5].

Diversos estudos buscaram apresentar modelos e teorias capazes de descrever ou analisar a satisfação através de aspectos específicos, como atitude, disposição, interação parassocial, cognição e imersão [2], [6]. Porém, a teoria do fluxo destaca-se por sua abordagem geral sobre os aspectos que compõem a satisfação aplicável a qualquer tipo de tarefa, o que permitiu que fosse utilizada como base para o desenvolvimento de modelos de avaliação de satisfação voltados para jogos, como GameFlow e EGameFlow [2], [7], [8].

É de interesse deste trabalho a discussão de satisfação de jogador no contexto de *serious games* educacionais, os quais são jogos digitais desenvolvidos com o objetivo de alcançar propósitos educacionais específicos, como a apresentação de um conteúdo, ou o desenvolvimento e o reforço do conhecimento sobre tal conteúdo [9], [10]. Por esse motivo, o modelo EGameFlow mostra-se particularmente interessante, uma vez que aborda aspectos de satisfação de jogador tanto por questões de jogabilidade quanto de aprendizagem [7].

Sweetzer e Wyeth [2] levantam que a satisfação do jogador é o objetivo mais importante de jogos digitais, pois, se um jogo não for capaz de promover satisfação em seus jogadores, eles perderão o interesse em jogá-lo. Com isso em mente, fazer o design de um jogo pensando em elementos que promovam satisfação no jogador é chave no contexto de *serious games* educacionais, pois, manter jogadores interessados em continuar jogando e retornar a jogar resulta em maior tempo de jogo. Como consequência disso, há maior aproveitamento do conteúdo apresentado pelo *serious game* educacional por parte do jogador, potencializando os resultados do jogo como ferramenta educacional [7], [11]. Além

disso, se um *serious game* educacional é capaz de satisfazer seus jogadores não apenas do ponto de vista de jogabilidade como também de aprendizagem, o mesmo pode estimulá-los a buscar novos jogos que os mantenham desenvolvendo suas habilidades nos conteúdos abordados. Isso promoverá melhores resultados no uso dessas ferramentas educacionais em disciplinas que podem até mesmo não ser inicialmente do interesse desses jogadores.

Como a avaliação de satisfação é realizada *a posteriori*, o uso dos critérios de avaliação da satisfação no processo de design de um jogo permitiria potencializar o interesse do jogador. No entanto, os diferentes modelos e práticas aplicados no processo de desenvolvimento de jogos têm proporcionado na literatura um conjunto de diversos elementos de design comumente aplicados para melhorar a experiência de jogadores [12], [13], [14].

Assim, o objetivo deste trabalho é apresentar uma conexão entre os critérios utilizados no processo de avaliação de satisfação de jogadores em *serious games* educacionais apresentados no modelo EGameFlow e elementos de design comumente utilizados no processo de desenvolvimento de jogos para que estes possam ser utilizados no processo de desenvolvimento de *serious games* educacionais.

Para isso, é utilizado o *serious game* educacional GeoplanoPEC [15], [16], que já foi previamente avaliado com o público-alvo. Esse jogo está em processo de redesign, no qual uma nova versão do jogo é desenvolvida modificando seus requisitos a fim de corrigir defeitos da versão anterior [17], [18], [19], do tipo *remake*, pois, além da adição de novas funcionalidades, os elementos que compõem a versão original serão refeitos [19].

A seguir, na seção 2, está descrita a metodologia utilizada para a busca as relações entre elementos de design e critérios de avaliação de satisfação. Já seção 3, são apresentados os elementos de design levantados a partir da pesquisa na literatura. Na seção 4, é explicado o modelo EGameFlow para identificação dos critérios de avaliação de satisfação. Na seção 5, o jogo GeoplanoPEC, o qual este trabalho utiliza como caso de estudo, é apresentado. Na seção 6, são apresentados os resultados obtidos a partir desse estudo, destacando o relacionamento encontrado entre os elementos de design e os critérios de satisfação levantados. Por fim, a seção 7 apresenta a conclusão obtida a partir desses resultados, dando destaque às contribuições deste trabalho e suas aplicações em trabalhos futuros.

II. ELEMENTOS DE DESIGN

Este trabalho considera elementos de design de jogos digitais como as decisões de design implementadas em jogos digitais que são apresentados ao jogador e que moldam ou modificam sua experiência de jogar. Conceituação formada a partir de descrições de elementos apresentados em [13], [20], [21].

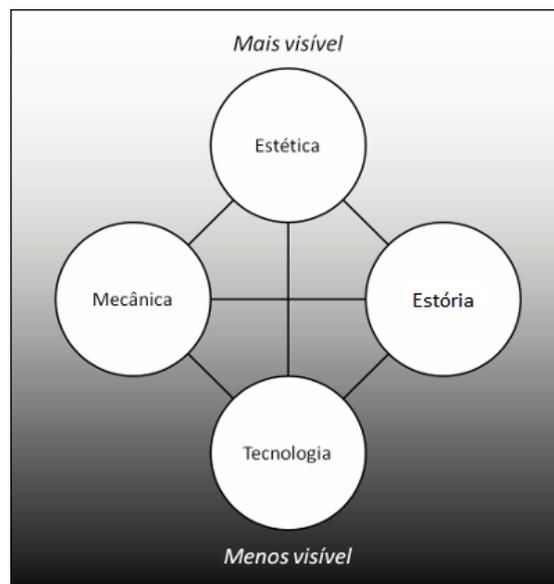


Figura 1. Tétrade elementar de Schell.
Fonte: Adaptado de Schell [13, p. 42].

Schell [13] discute que jogos podem ser vistos através de diferentes lentes, cada uma observando um aspecto diferente do mesmo. Em uma das lentes apresentadas, vê-se que um jogo é composto por quatro componentes maiores, os quais fazem parte a tétrade elementar. Essa tétrade, ilustrada na Figura 1, é composta por mecânica, estória, estética e tecnologia, e englobam os diversos elementos de design de jogos a partir de suas funções no jogo e na forma como são apresentados ao jogador.

A mecânica inclui regras, componentes comportamentais e características do mundo do jogo [13]. A estória, por sua vez, inclui os componentes narrativos do jogo, ou seja, a sequência de eventos que se desenrolam no decorrer do jogo [13]. Já a estética trata da forma como o jogo é apresentado aos jogadores do ponto de vista dos cinco sentidos humanos: visão, audição, tato, olfato e paladar [13]. Por fim, a tecnologia inclui componentes responsáveis pelo funcionamento e comportamento do jogo, sejam eles físicos ou virtuais [13].

Como este trabalho foca em *serious games* educacionais, no entanto, a tétrade mostra-se não suficiente, visto que esses tipos de jogos tratam da abordagem de um conteúdo específico a seus jogadores, e a conceituação de cada um dos quatro elementos da tétrade deve levar em consideração esse conteúdo. Por esse motivo, Machado, Costa e Moraes [11] apresentam uma expansão dessa tétrade, que destaca a integração desse conteúdo aos componentes de jogos de Schell, como visto na Figura 2.

O design desse conteúdo em um jogo é dependente do contexto no qual o mesmo é aplicado, por isso é necessária a participação de especialistas para auxiliar no processo de

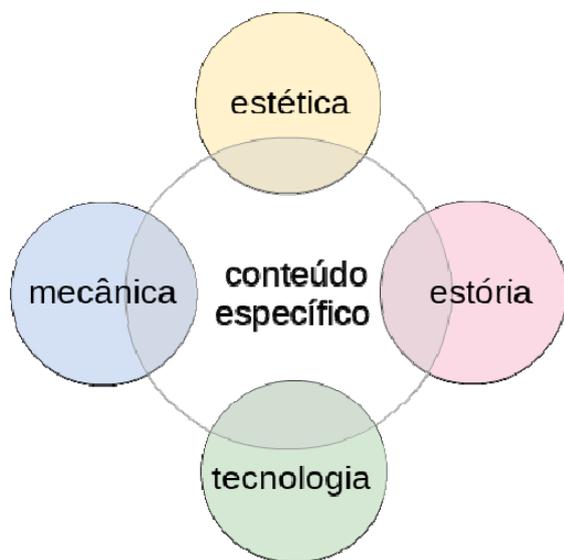


Figura 2. Tétrede elementar expandida para *serious games* educacionais. Fonte: Machado, Costa e Moraes [11].

desenvolvimento [22]. Dessa forma, é possível que o design do jogo utilize os quatro componentes de jogos sem perder seu foco no conteúdo específico que deve abordar.

III. O MODELO EGAMEFLOW

O modelo EGameFlow foi construído a fim de prover uma forma de avaliar satisfação no aprendizado em jogos de *e-learning*, os quais proveem a jogadores maior autonomia no aprendizado [7]. Esses jogos são *serious games* educacionais desenvolvidos para serem utilizados por jogadores como ferramenta de aprendizagem sem necessidade de acompanhamento adicional [7], [23]. No entanto, outros trabalhos utilizaram EGameFlow para avaliação de satisfação em *serious games* educacionais além de jogos de *e-learning*, demonstrando sua maior aplicabilidade, como foi o caso com os jogos “Ortotetris” e “Armas e Barões” [5].

Para a descrição da satisfação, o modelo EGameFlow parte do conceito apresentado na teoria de fluxo [2], [7]. Essa teoria denomina a satisfação de experiência ótima ou estado de fluxo, apresentando as condições e características relacionadas a essa experiência [1], [2], [3], [8]. A partir dessa teoria, é possível identificar cinco condições para que a experiência de satisfação ocorra e quatro características que a identificam, os quais estão apresentados na Tabela I.

Já para a avaliação da satisfação, o modelo EGameFlow herda diversos critérios de avaliação de satisfação do modelo GameFlow, no qual foi baseado, e adiciona novos critérios para avaliação de satisfação de aprendizagem, de forma a abordar aspectos de jogabilidade e aprendizagem de *serious games* educacionais [7]. Esses critérios de avaliação estão divididos em oito categorias, cada uma relacionada a uma ou mais condições ou características da satisfação segundo

a teoria do fluxo, com exceção de Interação Social, a qual foi adicionada inicialmente no modelo GameFlow após se verificar na literatura o impacto que elementos sociais em um jogo têm sobre a satisfação, e Melhora de conhecimento, o qual foi adicionado no modelo EGameFlow para avaliar a satisfação do jogador em relação à aprendizagem [2]. A Tabela II a seguir apresenta as categorias de critérios do modelo EGameFlow, assim como faz uma relação entre as categorias e as condições e características da satisfação segundo a teoria do fluxo.

Como dito anteriormente, os critérios do modelo EGameFlow são divididos em oito categorias, sendo cada uma responsável por avaliar satisfação em *serious games* educacionais dentro de um contexto específico. A primeira dessas categorias é a **Concentração**, responsável por avaliar questões de estímulos proporcionados pelo jogo de forma a estimular concentração, mas evitar distrações. Com isso, essa categoria busca avaliar condição Co2 é alcançada, já que para promover satisfação, o jogo deve proporcionar alto nível de concentração ao jogador, mas não deve exceder seus limites com excesso de informação [2], [7].

A segunda categoria, **Clareza de Objetivos**, refere-se à forma como os objetivos são apresentados ao jogador. Nesse elemento é avaliado se a condição Co3 é alcançada, devido à necessidade da existência de objetivos apresentados em momentos adequados, e de forma suficientemente clara, para que o jogador possa se direcionar na tomada de decisões [2], [7].

A categoria seguinte, **Feedback**, engloba critérios relacionados ao retorno de informações ao jogador a partir de suas ações e de seu progresso no jogo. Critérios nesta categoria buscam avaliar o cumprimento da condição Co4 e focam no retorno frequente de informações relacionadas a interações com elementos do jogo e o estado do jogador: progresso sobre os objetivos, interação com elementos de interface e cenário, pontuações, etc [2], [7].

A categoria **Desafio** refere-se ao equilíbrio entre o desafio concedido e as habilidades do jogador, assim como o de-

Tabela I
CONDIÇÕES E CARACTERÍSTICAS DA EXPERIÊNCIA DE SATISFAÇÃO SEGUNDO A TEORIA DO FLUXO [2].

Condições
Co1. Uma tarefa que possa ser completada
Co2. A capacidade de se concentrar na tarefa
Co3. Objetivos claros para sucesso na realização da tarefa
Co4. Respostas imediatas para as ações realizadas
Co5. Equilíbrio entre o desafio provido pela tarefa e a habilidade do indivíduo em realizá-la
Características
Ca1. A sensação de controle sobre as ações realizadas
Ca2. O envolvimento profundo, mas sem esforço, que remove preocupações da vida cotidiana
Ca3. A diminuição da sensação de autoconsciência durante a realização da tarefa e retorno da mesma mais forte ao final
Ca4. Alteração na noção de tempo

Tabela II
MAPEAMENTO DE CONDIÇÕES E CARACTERÍSTICAS APRESENTADOS NA
TEORIA DO FLUXO PARA O MODELO EGAMEFLOW.

Concentração Co2. A capacidade de se concentrar na tarefa
Clareza de Objetivos Co3. Objetivos claros para sucesso na realização da tarefa
Feedback Co4. Respostas imediatas para as ações realizadas
Desafio Co5. Equilíbrio entre o desafio provido pela tarefa e a habilidade do indivíduo em realizá-la
Autonomia Ca1. A sensação de controle sobre as ações realizadas
Imersão Ca2. O envolvimento profundo, mas sem esforço, que remove preocupações da vida cotidiana Ca3. A diminuição da sensação de autoconsciência durante a realização da tarefa e retorno da mesma mais forte ao final Ca4. Alteração na noção de tempo
Interação Social Não trata de condições ou características particulares da teoria do fluxo, herdada do modelo GameFlow
Melhora de Conhecimento Não trata de condições ou características particulares da teoria do fluxo, utilizada para tratar da satisfação na aprendizagem ao invés da satisfação na realização das tarefas

envolvimento dessas habilidades no decorrer do jogo. Esse elemento trata da satisfação sentida ao se realizar uma tarefa que exige toda a habilidade do jogador para ser concluída, com o intuito de avaliar se a condição Co5 para satisfação é cumprida [2], [7].

A categoria **Autonomia**, como o nome sugere, refere-se à capacidade do jogo de proporcionar uma sensação de controle sobre as ações que um jogador pode realizar. Essa sensação estende-se desde a capacidade de comandar personagens até o controle sobre a interface do jogo. Seus critérios avaliam se o jogo provê um ambiente que permita a ocorrência da característica Ca1 nos jogadores [2], [7].

Imersão é uma categoria relacionada às características Ca2, Ca3 e Ca4. Seus critérios avaliam a capacidade do jogo de permitir que o jogador se sinta envolvido no jogo e se torne menos ciente de seus arredores e de preocupações do dia a dia [2], [7].

A categoria **Interação Social** trata do suporte que o jogo oferece à interação entre jogadores, seja através de elementos de comunicação, como *chats*, ou de jogabilidade, como competição e cooperação. Os critérios neste elemento avaliam a presença de suporte a essas ferramentas em jogo, assim como suporte à construção de comunidades dentro ou fora do ambiente do jogo. Embora o modelo tenha sido construído com base na teoria do fluxo, o elemento interação social não pode ser mapeado diretamente a nenhuma condição ou característica dessa teoria; isso acontece porque essa teoria não trata do contexto social da satisfação [2], [7].

Por fim, a categoria **Melhora de Conhecimento** avalia a

capacidade do jogo de introduzir e promover a aplicação de conceitos aos jogadores e de motivar os mesmos a aprender mais em relação ao que está sendo ensinado. Essa categoria foi desenvolvida primariamente para avaliar a satisfação do jogador em relação à aprendizagem obtida a partir do jogo e não está relacionado a elementos de jogabilidade [2], [7].

IV. METODOLOGIA

Este trabalho apresenta uma pesquisa qualitativa realizada sobre elementos de design comumente utilizados em jogos digitais e critérios de avaliação de satisfação de jogadores voltados para *serious games* educacionais apresentados pelo modelo EGameFlow. Essa pesquisa tem a finalidade de promover a discussão sobre a relação entre esses elementos de design e a satisfação de jogadores no âmbito de *serious games* educacionais. Para isso, quatro tarefas foram realizadas, as quais serão descritas a seguir.

A primeira etapa foi a identificação, através de pesquisa bibliográfica, dos elementos de design utilizados em jogos digitais com o intuito de melhorar a experiência do jogador. Essa pesquisa partiu do livro "The Art of Game Design: A Book of Lenses"[13], devido a sua apresentação de elementos de design observando os principais componentes de jogos que se mantêm relevante até em pesquisas recentes [11]. Além disso, foram utilizados artigos do acerto do evento brasileiro sobre jogos SBGames e a plataforma *Google Scholar*¹ utilizando as palavras "game design elements" para pesquisa. Por fim, para tratar de elementos de design específicos para *serious games* educacionais, foram utilizados os trabalhos de Rodrigues [22], que descreve um processo desenvolvimento de *serious games* trazendo uma discussão sobre elementos referentes ao conteúdo apresentado por eles, e o de Machado, Costa e Moraes [24], por expandir conceitos de design apresentados por Schell a *serious games*.

A segunda etapa foi a identificação dos critérios de avaliação da satisfação de jogadores do modelo EGameFlow. Para essa etapa foi estudado o trabalho original no qual o modelo foi publicado [7], assim como o modelo GameFlow [2], [8], no qual foi baseado, e a teoria do fluxo [1], [2], [3], utilizada por ambos modelos para conceituação da experiência de satisfação.

Para iniciar a discussão sobre elementos de design na satisfação de jogadores de *serious games* educacionais, realizou-se a terceira etapa deste trabalho: o levantamento de relações entre os critérios de avaliação de satisfação do modelo EGameFlow e os elementos de design identificados na primeira etapa. Assim, foram observadas diversas aplicações desses elementos de design em jogos digitais, com a finalidade de identificar as melhores aplicações dos mesmos para satisfazer os critérios do modelo EGameFlow.

Por fim, para realizar um estudo prático sobre o uso dessas relações levantadas no processo de redesign de um

¹<https://scholar.google.com.br/>

serious game educacional, foi realizada a quarta etapa deste trabalho. Nela, o *serious game* educacional GeoplanoPEC [15], [16], já avaliado pelo público-alvo com a utilização de um questionário, foi utilizado como estudo de caso. Esse jogo foi escolhido por estar em processo de redesign, o qual leva em consideração o *feedback* recebido durante a avaliação. Assim, é possível observar a utilização ou não utilização dos elementos de design levantados e o impacto disso na satisfação dos jogadores.

V. O JOGO GEOPLANOPEC

GeoplanoPEC é um *serious game* educacional desenvolvido usando como base o tabuleiro do Geoplano, ilustrado na Figura 3. Criado por Caleb Gattegno em 1961, o Geoplano consiste em um recurso didático [15]. Esse tabuleiro é uma ferramenta desenvolvida para ser usada como um recurso didático para ensino de geometria plana. Ele possibilita a alunos treinarem diversos aspectos da disciplina, como a identificação de figuras geométricas e suas propriedades e unidades de medidas, a medição e comparação de áreas e perímetros, dentre outros.

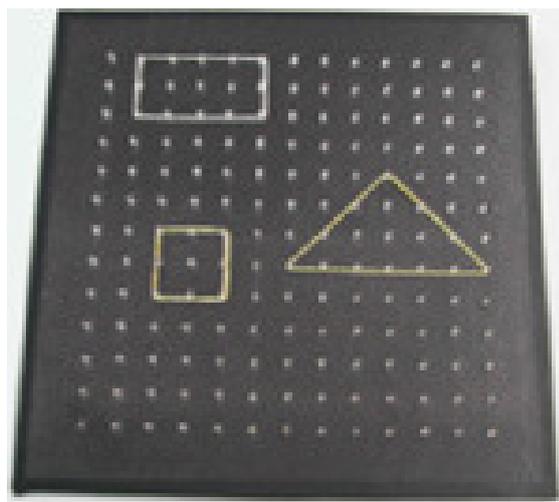


Figura 3. Tabuleiro Geoplano.
Fonte: Moraes et al. [15].

O jogo GeoplanoPEC, como descrito por Medeiros, Machado e Moraes [16], implementa dois modos de jogo competitivo: jogador contra jogador localmente e jogador contra computador. Nesse jogo, o tabuleiro é utilizado como plataforma para desenhar uma figura geométrica (quadrado) com perímetro definido por um jogar de dados. Os jogadores competem para limitar o espaço de desenho de seus oponentes através de um sistema de turnos e com vitória definida através de quatro partidas. A Figura 4 mostra a interface do tabuleiro do GeoplanoPEC, na qual a competição ocorre.

O jogo foi testado, em 2012, com 2 turmas de sexto ano de 2 escolas públicas, perfazendo um total de 47 alunos.

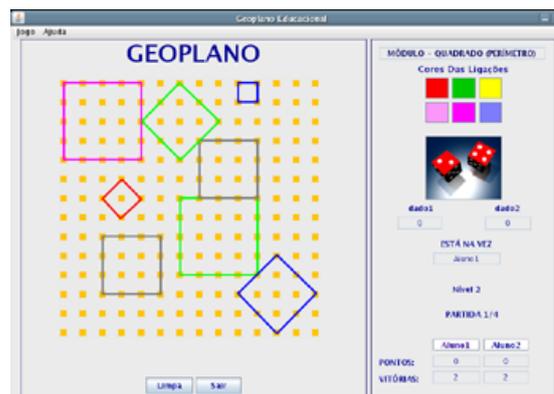


Figura 4. Interface de tabuleiro do GeoplanoPEC.
Fonte: Moraes et al. [15].

A avaliação apontou que mais de 90% dos alunos: gostou do jogo, entendeu o conteúdo apresentado pelo mesmo e gostaria de continuar jogando até o fim. Entretanto, foram explicitados pelos docentes das duas turmas alguns pontos negativos presentes no jogo: instruções pouco claras e apresentadas em texto longo, que ocasiona a não leitura das mesmas pelos alunos; e a disponibilidade exclusiva do jogo para computadores, que limita os ambientes de uso do jogo.

Por esse motivo, iniciou-se o processo de redesign do jogo na forma de um *remake* [19], de forma a refazer elementos presentes no jogo para prover maior satisfação ao público-alvo e utilizá-lo em plataformas móveis. Esse redesign do jogo busca também aplicar critérios de satisfação de jogadores durante o processo de desenvolvimento. Com isso, esse jogo mostrou-se ideal para uso como caso de estudo deste trabalho.

VI. RESULTADOS

A. Identificação de elementos de design

A partir da pesquisa na literatura, diversos elementos de design puderam ser identificados [2], [5], [13], [14], [20], [24], [25], [26]. Utilizando téttrade expandida de Machado, Costa e Moraes [11], foi possível organizar os elementos de design encontrados nesta pesquisa quanto a seus papéis na composição de um *serious game* educacional, como a seguir:

- **Mecânica:** aleatoriedade, conquistas e medalhas, controle de fluxo do jogo, gerenciamento de recursos, liberdade de formação de estratégias, limite de tempo, moedas virtuais, pontuação, personalização da experiência, progressão em nível de jogador ou personagens, progressão em sistema de fases ou mundos, *ranking* de jogadores, recompensas, sistema de ajuda, sistema de suporte a erros, sistema de turnos, troca de recursos entre jogadores e tutorial.
- **Estória:** objetivos, obstáculos e conflitos narrativos, fantasia, mistério e reviravoltas.

- **Estética:** visão: animações de personagens e objetos, cenas, diálogo em texto, estilo de cores e *feedback* visual sobre progresso; audição: diálogos dublados, músicas de fundo, efeitos sonoros; tato: vibração, retorno de força; não foram identificados elementos de design relacionados aos sentidos olfato e paladar.
- **Tecnologia:** conexão em rede, dificuldade adaptativa, integração a redes sociais, inteligência artificial e mobilidade.
- **Conteúdo específico:** jogabilidade focada à realização de tarefas de aprendizagem pelo público-alvo.

B. Relação entre critérios de satisfação e elementos de design

Com os elementos de design identificados, estudou-se os critérios de satisfação do modelo EGameFlow, com a finalidade de identificar aplicações desses elementos de design experiência de satisfação. Para isso, foram utilizadas as recomendações e aplicações dos autores desse modelo e do modelo no qual foi baseado, o GameFlow [2], [7], [8]. A relação obtida (Tabela III) foi organizada a partir das categorias de critérios de avaliação.

É importante destacar que simplesmente aplicar esses elementos em um jogo não garantirão avaliação positiva nessas categorias. Isso dependerá do modo como são adequados ao conteúdo do *serious game* educacional e seu público-alvo. A seguir é apresentada uma discussão sobre dessa relação encontrada na avaliação e no redesign do jogo GeoplanoPEC.

C. Caso de Estudo: GeoplanoPEC

Para a construção do questionário de avaliação do GeoplanoPEC, durante sua avaliação original, não foi aplicado nenhum modelo específico de avaliação de satisfação. Por esse motivo, para este trabalho foi necessário encontrar a ocorrência de equivalências, dispostas na Tabela IV, entre o questionário e o modelo EGameFlow.

Com isso, vê-se que o questionário foi capaz de abordar cinco das oito categorias de critérios presentes no modelo EGameFlow. Dado que a construção do questionário não foi realizada a partir de nenhum modelo de satisfação específico, não se pode afirmar que essas categorias foram plenamente abordadas no questionário. Portanto, é necessária uma discussão mais aprofundada sobre a equivalência encontrada, de modo a determinar quais critérios de avaliação dentro dessas categorias não foram satisfeitos.

Observando as respostas dadas pelos estudantes ao questionário durante a avaliação realizada, foi possível identificar que, dentro das categorias alcançadas (como apresentados por Fu, Su e Yu [7, p. 105]), alguns critérios de satisfação foram plenamente satisfeitos: como "C1. O jogo segura minha atenção.", "A9. Sinto que tenho controle sobre o jogo.", "I5. Consigo me envolver no jogo.", "K10. jogo melhora

Tabela III
RELAÇÃO ENTRE ELEMENTOS DE DESIGN DE SERIOUS GAMES EDUCACIONAIS E CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DE SATISFAÇÃO.

Concentração Conquistas e medalhas Gerenciamento de recursos Jogabilidade focada na realização de tarefas de aprendizagem pelo público-alvo Limite de Tempo Recompensas Sistema de turnos
Clareza de Objetivos Conquistas e medalhas Diálogos em texto ou dublados Objetivos narrativos Sistema de ajuda a dúvidas Tutorial
Feedback Efeitos sonoros <i>Feedback</i> visual sobre progresso Retorno de força Vibração
Desafio Aleatoriedade Dificuldade adaptativa Gerenciamento de recursos Limite de tempo Modo competitivo entre jogador e computador Progressão em nível de jogador ou personagens Progressão em sistema de fases ou mundos Sistema de ajuda a dúvidas Sistema de turnos Tutorial
Autonomia Conexão em rede Liberdade de ações para formação de estratégia Mecânicas de fluxo de jogo (salvar, carregar, pausar) Mobilidade Moedas virtuais Personalização da experiência Sistema de suporte a erros
Imersão Animação de personagens e objetos Cenas Diálogo em texto ou voz Efeitos sonoros Estilo de cores Fantasia Mistério Músicas de fundo Objetivos, obstáculos e conflitos narrativos Reviravoltas
Interação Social Conexão em rede Integração a redes sociais Modo competitivo de jogo entre jogadores <i>Ranking</i> de jogadores por pontuações Troca de recursos entre jogadores
Melhora de Conhecimento Aplicação de conceitos de ferramenta didática na jogabilidade Sistema de recompensas voltado ao conteúdo (como apresentação de curiosidades)

meu conhecimento.”e ”K2. Entendo as ideias básicas do conhecimento ensinado”.

O critério ”H2. O desafio é adequado, nem difícil de-

Tabela IV
EQUIVALÊNCIAS ENCONTRADAS ENTRE O QUESTIONÁRIO DE
AVALIAÇÃO DO JOGO GEOPLANOPEC E O MODELO EGAMEFLOW.

Concentração Q8. Você teve vontade de jogar até o final?
Desafio Q12. Você conseguiu chegar ao final do jogo?
Autonomia Q10. Você entendeu como jogar? Q11. Os comandos do teclado e mouse foram fáceis de entender?
Imersão Q8. Você teve vontade de jogar até o final?
Melhora de Conhecimento Q3. O jogo ajudou você a entender melhor a matéria? Q5. Você entendeu o assunto do jogo?

mais nem fácil demais.”[7, p. 105], referente à categoria desafio, foi avaliado pelo questionário (Q12) e identificou-se que não foi satisfeito. Na avaliação, 59% dos jogadores informaram que não foram capazes de avançar no jogo até o final. Observando os elementos de design e critérios de avaliação da categoria desafio, é possível identificar o porquê: o jogo não oferece nenhum sistema de tutorial ou de dicas para auxiliar os jogadores no desenvolvimento de suas habilidades. Ao invés disso, instruções de como jogar são mostradas na tela inicial do jogo. Através da observação dos estudantes enquanto jogavam, notou-se que essas instruções foram rapidamente ignoradas por muitos deles por serem apresentadas em um texto longo e enfadonho. Com essas informações, percebe-se que, além do critério alcançado pelo questionário, um terço dos critérios da categoria desafio (H3, H4, H5 [7, p. 105]) não foi propriamente cumprido pelo jogo. Por esse motivo, em seu redesign, deve-se considerar esses critérios e buscar elementos de design que possam ser aplicados para satisfazê-los. Elementos desejáveis para tal são: o uso de um tutorial ao invés de um manual e o acesso fácil a informações relevantes para a jogabilidade no caso de dúvidas.

Com relação a outros aspectos da categoria desafio, como os avaliados pelos critérios H8 e H10 [7, p. 105], relacionados à adaptação da dificuldade do jogo para as habilidades de cada jogador, o jogo GeoplanoPEC faz uso de uma inteligência artificial cujo comportamento depende das ações tomadas pelo jogador. Todavia, como essa inteligência não identifica o nível de habilidade desses jogadores, não é possível afirmar que ela se adapta para produzir uma curva de dificuldade que siga o desenvolvimento das habilidades dos jogadores. Um elemento de design existente que pode ser aplicado para tratar desses critérios no processo de redesign do jogo é a dificuldade adaptativa, a qual identificaria o nível de habilidade de um jogador para que possa se ajustar e promover uma experiência mais equilibrada entre desafios e habilidades.

Além disso, como não há um sistema de progressão no GeoplanoPEC, o jogo não trata da apresentação de novos

desafios, o que faz com que o critério H9 [7, p. 105] não seja satisfeito. A aplicação de um sistema de progressão no jogo (como o de fases e mundos) em seu redesign é desejável, pois permite a implementação de maior diversidade de desafios, como a expansão para outras formas e aspectos geométricas, como triângulos, retângulos e trapézios ao invés de apenas quadrados, e área ao invés de apenas perímetro.

Por observação da aceitação do jogo por parte dos alunos, e do comportamento dos mesmos enquanto jogavam, foi visível que eles se sentiam satisfeitos ao jogar. Isso leva a acreditar que grande quantidade de critérios de avaliação de satisfação são cumpridos. Porém, como o questionário respondido pelos jogadores não oferece uma visão plena de todos os critérios, é necessário observar os elementos de design presentes ou não no jogo para que seja possível identificar outros critérios de avaliação que tenham ou não sido satisfeitos. A única categoria que não pode ser analisada dessa forma é a imersão, uma vez que todos os seus critérios estão relacionados a características internas aos jogadores. Ainda assim, dado que as sensações providas pela satisfação, as quais são avaliadas por essa categoria, são válidas para quaisquer tipos de atividade, incluindo leitura e atividades criativas, alguns elementos de design podem ser considerados no processo de redesign para auxiliar na imersão dos jogadores: como estória e estética atraentes para o público-alvo.

Critérios de concentração que podem ser discutidos com relação ao jogo são C3, C6, C7 e C8 [7, p. 105]. Como o jogo GeoplanoPEC apresenta apenas um tipo de atividade a ser realizada pelos jogadores, a ocorrência de distrações ou excesso de carga de trabalho não seriam problemas. Da mesma forma, não é uma problema a relação entre atividades de jogo e as tarefas de aprendizado, já que o jogo utiliza como base para sua jogabilidade um tabuleiro construído especificamente para auxiliar no processo didático. No entanto, o jogo não oferece elementos que, uma vez capturada a atenção dos jogadores, a estimulem, o que faz com que falhe ou interfira negativamente nos critérios de satisfação C1 e C2 [7, p. 105]. Para tratar desse problema, o redesign do jogo pode incluir elementos que estimulem a concentração dos jogadores nas atividades, como o uso de um temporizador ligado a um sistema de recompensas, o qual exigirá do jogador sua atenção na realização de tarefas que o mesmo poderá considerar valiosas.

Como as instruções do jogo são apresentadas de maneira que os jogadores tendiam a ignorá-las, os objetivos acabavam não sendo apresentados a eles. Isso é um problema para a avaliação da categoria de objetivos claros, pois acaba não satisfazendo nenhum de seus critérios. Assim, para tratar desse problema, o processo de redesign do jogo deve utilizar de elementos de design que seu público-alvo possa considerar atraentes. Exemplos de elementos desejáveis para isso são o uso estória ou de notificações para apresentar os

objetivos do jogo aos jogadores.

A simplicidade do GeoplanoPEC e de sua interface reduz a quantidade de informações com as quais jogadores precisam se preocupar para acompanhar seu progresso. Na própria interface do tabuleiro, é possível visualizar rapidamente todas as informações essenciais: o número de vitórias e derrotas, os valores rolados pelos dados e a cor do pincel, a qual identifica os desenhos de cada jogador. Dessa forma é possível assumir que, com relação aos critérios da categoria *feedback*, o jogo mostra-se satisfatório. Ainda assim, notou-se confusão entre os jogadores com relação a essas informações devido à discrição de como essas elas são apresentadas. Nesse caso, o processo de redesign precisa redefinir a estética do jogo a fim de tornar as informações apresentadas mais facilmente percebidas pelo público-alvo.

Com relação aos critérios de autonomia, que buscam avaliar o controle do jogador sobre seu aprendizado e sobre o jogo, é observado que o jogo GeoplanoPEC não limite as ações do jogador. Assim, provendo liberdade para que possam montar suas próprias estratégias. Ainda assim, alguns elementos de design comumente utilizados para promover maior autonomia aos jogadores não foram implementados no jogo e podem ser considerados no processo de redesign, como ferramentas de controle de fluxo de jogo, que permitem que o jogador pause, salve, e carregue o jogo sem perder seu progresso. Além disso, elementos de suporte a erros, como um botão de desfazer, que corrige últimas ações realizadas no turno de um jogador, podem ser aplicados para evitar frustrações e oferecer maior controle aos jogadores.

Em termos de interação social, o único elemento de design presentes no jogo GeoplanoPEC é o modo competitivo. Embora o aspecto da competição não seja abordado pelo modelo EGameFlow, o modelo no qual ele foi baseado, o modelo GameFlow, aborda. Por esse motivo é seguro assumir que esse elemento de design tenha participação na satisfação de jogadores. Ainda assim, elementos de cooperação poderiam ser inclusos no redesign do jogo, como a troca de itens e vidas entre jogadores, elementos comumente presentes em jogos sociais. Além disso, o uso dessa abordagem permitiria que o *serious game* educacional pudesse alcançar seu público-alvo em áreas além do ambiente escolar, uma vez que ofereceria uma maneira de jogadores e seus amigos compartilharem experiências no uso dessa ferramenta de aprendizagem.

Por fim, com relação à categoria de melhora de conhecimento, a utilização da ferramenta didática Geoplano como base para a jogabilidade proporciona a aplicação do conteúdo abordado diretamente nas mecânicas do jogo. Dessa forma, observa-se a satisfação do critério K3 [7, p. 105], que trata da aplicação do conhecimento no próprio jogo. Para cobrir os critérios restantes, ou seja, para motivar o jogador a aplicar o conhecimento fora do jogo e motivá-lo a aprofundar-se no conteúdo, o redesign do jogo pode elementos que instiguem a curiosidade do jogador. Isso pode

Tabela V

ELEMENTOS DE DESIGN DESEJÁVEIS DIVIDIDOS POR CATEGORIA DE CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO E SUA PRESENÇA NO JOGO GEOPLANOPEC.

Concentração	
Jogabilidade focada na realização de tarefas de aprendizagem pelo público-alvo	✓
Temporizador ligado a recompensas	×
Clareza de Objetivos	
Manual de jogo em texto na tela inicial	✓
Objetivos apresentados na narrativa	×
Sistema de ajuda	×
Feedback	
Informações sobre progresso e pontuação presentes na tela do tabuleiro	✓
Redefinição da interface para que informações relevantes sejam mais facilmente percebidas	×
Desafio	
Modo de jogo contra inteligência artificial	✓
Inteligência artificial adaptativa	×
Sistema de fases	×
Autonomia	
Liberdade de ações para formação de estratégia própria	✓
Mecânicas de fluxo de jogo (salvar, carregar, pausar)	×
Botão de desfazer	×
Imersão	
Estória voltada ao público-alvo	×
Estética voltada ao público-alvo	×
Interação Social	
Modo competitivo de jogo entre jogadores	✓
Conexão por rede social	×
Troca de itens e vidas	×
Melhora de Conhecimento	
Aplicação de conceitos de ferramenta didática na jogabilidade	✓
Sistema de recompensas voltado ao conteúdo	×

ser realizado na forma de recompensas, como o desbloqueio de itens ou elementos de interface que apresentem ao jogador curiosidades que possam ser de interesse do público-alvo como recompensa para ao alcançar determinados objetivos.

Com essa discussão, foi possível fazer o levantamento de elementos desejáveis do redesign do GeoplanoPEC (Tabela V), evidenciando aqueles já presentes na versão original.

VII. CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo apresentar uma conexão entre os critérios utilizados no processo de avaliação de satisfação de jogadores em *serious games* educacionais apresentados no modelo EGameFlow e elementos de design comumente utilizados no processo de desenvolvimento de jogos para que estes possam ser utilizados no processo de desenvolvimento de *serious games* educacionais.

Com esse propósito, foi possível relacionar elementos de design de *serious games* educacionais a categorias de critérios de avaliação de satisfação do jogador (Tabela III). Com essa relação, desenvolvedores de *serious games* educacionais poderão identificar quais elementos melhor se enquadram no contexto de seu jogo dado o público-alvo e o conteúdo abordado.

Neste trabalho, foi possível também aplicar essa relação levantada no processo de redesign de um *serious game*

educacional (Tabela V), mostrando a viabilidade de sua utilização no processo de concepção desse tipo de jogo.

Com isso, espera-se que este trabalho chame a atenção da comunidade de desenvolvedores de *serious games* educacionais para a importância do desenvolvimento pensando na satisfação do jogador, de modo a potencializar os resultados desses jogos como ferramentas para aprendizagem.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento parcial da pesquisa através do processo 310561/2012-4 e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo financiamento parcial da pesquisa através da bolsa disponibilizada pelo Programa Demanda Social.

REFERÊNCIAS

- [1] M. Csikszentmihalyi, “Finding flow: the psychology of engagement with everyday life,” *Psychology Today*, no. April 1998, pp. 1–7, 1997.
- [2] P. Sweetser and P. Wyeth, “Gameflow: A model for evaluating player enjoyment in games,” *Comput. Entertain.*, vol. 3, no. 3, pp. 3–3, 2005.
- [3] J. Nakamura and M. Csikszentmihalyi, “The concept of flow,” in *Flow and the Foundations of Positive Psychology: The Collected Works of Mihaly Csikszentmihalyi*. Springer, 2014, pp. 239–263.
- [4] M. Prensky, “Digital game-based learning,” *Computers in Entertainment*, vol. 1, no. 1, p. 21, 2003.
- [5] M. Tsuda, V. M. Sanches, T. G. Ferreira, J. L. Otsuka, and D. M. Beder, “Análise de métodos de avaliação de jogos educacionais,” *Proceedings of XIII SBGames*, pp. 12–14, 2014.
- [6] J. Wiemeyer, L. Nacke, C. Moser, and F. F. Mueller, “Player experience,” in *Serious Games*, R. Dörner, S. Göbel, W. Effelsberg, and J. Wiemeyer, Eds. Springer International Publishing, 2016, pp. 243–271.
- [7] F.-L. Fu, R.-C. Su, and S.-C. Yu, “EGameFlow: A scale to measure learners’ enjoyment of e-learning games,” *Computers and Education*, vol. 52, no. 1, pp. 101–112, 2009.
- [8] P. Sweetser, D. Johnson, P. Wyeth, A. Anwar, Y. Meng, and A. Ozdowska, “Gameflow in different game genres and platforms,” *Computers in Entertainment*, vol. 15, no. 3, pp. 1–24, 2017.
- [9] D. Michael and S. Chen, *Serious Games: Foundations, Concepts and Practice*. Muska & Lipman/Premier-Trade, 2005.
- [10] M. Ma, A. Oikonomou, and L. C. Jain, Eds., *Serious Games and Edutainment Applications*. Springer, 2011.
- [11] L. S. Machado, T. K. de Lima Costa, and R. M. de Moraes, “Multidisciplinaridade e o desenvolvimento de serious games e simuladores para educação em saúde,” *Revista Observatório*, vol. 4, no. 4, pp. 149–172, 2018.
- [12] G. Zichermann and C. Cunningham, *Gamification by design: Implementing game mechanics in web and mobile apps*. “O’Reilly Media, Inc.”, 2011.
- [13] J. Schell, *The Art of Game Design: A book of lenses*. CRC Press, 2014.
- [14] K. Seaborn and D. I. Fels, “Gamification in theory and action: A survey,” *International Journal of human-computer studies*, vol. 74, pp. 14–31, 2015.
- [15] D. B. S. de Moraes, M. B. S. de Moraes, L. dos Santos Machado, R. G. do Rego, R. M. de Moraes, and U. U. dos Anjos, “Geoplanopec: Um jogo inteligente para o ensino de geometria plana,” in *VII Brazilian Symposium on Computer Games and Digital Entertainment November, 10-12, 2008 Belo Horizonte-MG-BRAZIL*, 2008, p. 1.
- [16] D. P. de Sá Medeiros, L. dos Santos Machado, and R. M. de Moraes, “GeoplanoPEC – Uma Extensão para um Jogo Educacional Colaborativo para o Ensino de Geometria Plana,” *Anais do Workshop de Informática na Escola*, vol. 1, no. 1, pp. 1206–1215, 2010.
- [17] M. Ximenes, L. M. F. Malcher, and A. N. F. Campos, “Redesign de jogos clássicos,” in *Proceedings of VII Brazilian Symposium of Games and Digital Entertainment*. Citeseer, 2008, pp. 48–53.
- [18] D. G. Ullman, *The mechanical design process: Part 1*. McGraw-Hill, 2010.
- [19] D. Valverde Junior, “Redesign em jogos digitais: Estudo de caso da franquia final fantasy em diferentes versões e plataformas,” Master’s thesis, Universidade Federal da Paraíba, 2018.
- [20] S. Deterding, D. Dixon, R. Khaled, and L. Nacke, “From game design elements to gamefulness: defining gamification,” in *Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments*. ACM, 2011, pp. 9–15.
- [21] R. Dörner, S. Göbel, W. Effelsberg, and J. Wiemeyer, Eds., *Serious Games: Foundations, Concepts and Practice*. Springer International Publishing, 2016.
- [22] H. F. Rodrigues, “Aplicando sistemas hápticos em serious games: um jogo para a educação em higiene bucal,” Master’s thesis, Universidade Federal da Paraíba, 2011.
- [23] R. Oliver and J. Herrington, *Teaching and learning online: A beginner’s guide to e-learning and e-teaching in higher education*. Centre for Research in Information Technology and Communications, Edith Cowan University, 2001.
- [24] L. dos Santos Machado, R. M. de Moraes, F. de Lourdes dos Santos Nunes, and R. M. E. M. da Costa, “Serious games baseados em realidade virtual para educação médica,” *Revista Brasileira de Educação Médica*, vol. 35, no. 2, pp. 254–262, 2011.
- [25] E. S. Boury and P. N. Mustaro, “Um estudo sobre áudio como elemento imersivo em jogos eletrônicos,” *XII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames 2013), Anais... ISSN*, pp. 2179–2259, 2013.

- [26] D. Buchinger and M. Hounsell, “Design de jogos sérios colaborativos-competitivos: Lições aprendidas,” *Proceedings do XIV SBGames-Trilha Arte & Design-Full Papers*, 2015.