
INTRODUÇÃO

Um dos maiores desafios atualmente para designers é a adequação ao avanço exponencial de novas tecnologias, diante da realidade de um mundo conectado, globalizado e ditado por uma incrível evolução de tecnologias emergentes. No contexto da contemporaneidade, o designer atua em um cenário desafiante de complexidades, no qual se demanda transpassar sua disciplina de origem em prol de um perfil multidisciplinar. Podemos destacar como exemplo dessa conjuntura os artefatos de Realidade Virtual (RV), em voga nos últimos anos, com uma série de equipamentos dedicados a essa finalidade e com seu potencial explorado e pesquisado por diversos nichos mercadológicos e acadêmicos.

Por outro lado, apesar dos inúmeros avanços observados tanto em ambientes de pesquisa como na indústria, projetos de RV apresentam um grande foco nos componentes tecnológicos em detrimento de questões pertinentes à interface e às interações. Some-se a isto a questão da predominância de estudos sobre este tema relacionados à área de computação. Para Nunes et al (2011), muitas vezes os pesquisadores dessas áreas se preocupam com o realismo em termos de implementação e não avaliam a percepção do realismo que os usuários reais (profissionais da área de saúde, por exemplo) apresentam em relação aos objetos e ferramentas. Dessa maneira o estudo de áreas relacionadas ao comportamento humano pode auxiliar na compreensão da percepção do real.

Do mesmo modo que é possível observar a relevância do critério tecnológico no desenvolvimento de artefatos de RV, podemos equiparar essa situação ao universo de desenvolvimento de jogos digitais. Sobre esse assunto, a game designer J.C. Herz publicou um artigo em 1998 na revista Game Developer Magazine no qual reprovava o conservadorismo da indústria de jogos e a reutilização constante de ideias familiares. A autora criticou, na época, o modo como a indústria de jogos digitais era pautada em aspectos e aprimoramentos técnicos em detrimento da produção de jogos inovadores. Herz salienta que na indústria de jogos “quanto mais as coisas mudam, mais parecem o mesmo”. Esse mesmo artigo foi republicado no site Gamasutra em 2013, 15 anos depois de sua publicação original, no qual a autora reforça a ideia de que o cenário de desenvolvimento de jogos se manteve sem mudanças significativas, pois é facilmente observável a estratégia da indústria de lançamentos de novos jogos que não passam de reformulações de produtos já existentes. Jogos variantes, com pequenas modificações nas regras ou com novos visuais, principalmente melhorias em sua resolução, não conduzem à inovação.

Apesar do crescente número de estudos sobre a Realidade Virtual, esse campo ainda carece de definições de métodos e parâmetros de desenvolvimento, principalmente no que concerne processos de testes. É possível destacar uma limitação de métodos de avaliações e inspeções de usabilidade aplicáveis em Ambientes de RV, além de poucos esforços de desenvolver um método estruturado para essas avaliações (BOWMAN et al, 2002; SAWYERR et al, 2013; PIMENTEL et al, 2008). As

ferramentas, métodos e técnicas para avaliação de Ambientes Virtuais 3D são relativamente poucas, em contraposição àquelas dos ambientes 2D, que se configuram como bem definidas.

Por outro lado, podemos salientar que o processo de desenvolvimento de artefatos digitais tem evoluído e demonstrado o espaço promissor do designer como papel de destaque no eixo produtivo desse meio, tendo em vista que esses artefatos estão aptos aos processos de design. Acrescentamos, ainda, que a utilização de ferramentas e metodologias que têm o usuário como foco principal no desenvolvimento de soluções se sobressaem dentro da área de artefatos digitais. Em resumo, as metodologias de design centradas no usuário estabelecem uma série de etapas que comumente envolvem pesquisas, processos de ideação, prototipagem, validações e implementações do produto, prevalecendo o aspecto de ciclos iterativos. Lowdermilk (2013) destaca que, apesar do Design Centrado no Usuário (DCU) ser utilizado principalmente em processos de desenvolvimento de *softwares*, essa metodologia não serve apenas para atender aspectos de usabilidade, mas auxilia no entendimento das necessidades dos usuários objetivando o desenvolvimento de soluções adequadas aos mesmos. Ainda segundo Giacomini (2012), os casos de maior destaque do DCU são descritos como processos que respondem de forma incremental a um conjunto de perguntas relacionadas às relações entre os artefatos e as pessoas. Nesse sentido, a pesquisa e evolução de métodos de desenvolvimento de artefatos digitais com a abordagem norteadas

pelo DCU habilitam a criação de soluções mais assertivas no quesito de atender aos atores da qual se destina, além de agregar um maior valor ao projeto. Outro ponto a considerar é que metodologias de DCU aplicadas no desenvolvimento de artefatos digitais promovem uma maior integração de equipes multidisciplinares de desenvolvimento do projeto. Por fim, some-se a isso a criação de soluções melhores, mais completas, baseadas em necessidades reais dos usuários e com alto grau de inovação.

Este trabalho objetiva, então analisar a performance de duas avaliações heurísticas de usabilidade de ambientes de RV em jogos imersivos, considerando essas ferramentas como parte do ciclo de testes dentro de uma abordagem de DCU. Destaca-se também, por conta do aspecto de alta complexidade do tema e pela carência de estudos sobre esse assunto, o emprego de uma abordagem de meta-avaliação. Leva-se em consideração a definição de meta-avaliação introduzida e empregada dentro do campo da educação por Scriven (2018) como uma avaliação de um plano de avaliação, sistema de avaliação ou dispositivo de avaliação, visando o bem estar dos consumidores. Stufflebeam (2001) observa a meta-avaliação como um processo de delineamento, obtenção e aplicação de informações descritivas e de julgamento sobre a utilidade, viabilidade, propriedade e precisão de uma avaliação e sua natureza sistemática, conduta competente, integridade e honestidade, além de respeito e responsabilidade social no sentido de orientar, avaliar e/ou relatar seus pontos fortes e fracos.

O MÉTODO DO DESIGN E O DESIGN CENTRADO NO USUÁRIO

A partir dos anos 60, principalmente a partir da contribuição de Bruce Archer na discussão do design como ciência e a representação sistemática do processo de design, além do consequente aumento das atividades relacionadas aos designers nas indústrias, a Metodologia de Design se valeu de quatro principais argumentos para criação de metodologias próprias (BÜRDEK, 2008):

01. Problemas complexos que não poderiam ser tratados de maneira intuitiva;
02. Crescimento de informações necessárias para resolução de problemas projetuais;
03. Crescimento inesperado do número de problemas de projeto;
04. A natureza dos problemas modificou-se de maneira súbita, comparando-se a outras momentos na história, fragilizando vivências prévias.

Observa-se então uma ampla discussão e contribuição sobre as Metodologias de Design, destacando-se autores e pesquisadores como: Christopher Alexander, Nigel Cross, Bruno Munari, Gui Bonsiepe, Bernd Löbach, Bernhard E. Bürdek, Mike Baxter, dentre outros. Em paralelo a essa discussão, podemos destacar uma mudança no paradigma de desenvolvimento de produtos no que diz respeito ao envolvimento dos usuários nesse processo. De certa forma, essa evolução ocorre inspirada no desenvolvimento de tecnologias computacionais e jogos digitais que ocorreram no mesmo período, principalmente no que diz respeito a evolução do campo de pesquisa de Interação Humano-Computador (IHC), que propunha os usuários como foco do processo interativo e estudava melhores formas de aprimorar a relação destes com sistemas e equipamentos computacionais (MACKENZIE, 2013). O campo de estudo da IHC era tido inicialmente como área de especialidade das ciências da computação que envolvia ciência cognitiva e engenharia de fatores humanos, contudo logo evoluiu para um campo multidisciplinar e de cunho prático. Sua

base de estudo é fundamentada em teorias de base da psicologia cognitiva, etnografia, ergonomia e semiótica. Essas áreas de conhecimento norteiam atualmente princípios de desenvolvimento de artefatos digitais (BARBOSA, 2010).

A partir da identificação da importância do usuário no processo de desenvolvimento de soluções, principalmente de artefatos relacionados às novas tecnologias computacionais, surgem novas abordagens de desenvolvimento desses artefatos que tratam do design participativo, redefinido posteriormente por Donald Norman como DCU, repaginado na sequência como Design Centrado no Humano e, por fim, popularizado na atualidade como *Design Thinking* – este último se caracteriza como uma evolução natural de diferentes processos e métodos de design colaborativo (CHEN, 2019).

Para Lowdermilk (2013), o DCU ajuda principalmente no entendimento das necessidades das pessoas usuárias dos sistemas, garantindo, desta forma, uma boa usabilidade, removendo incertezas, focando nas necessidades e dores dos usuários. Dessa maneira, o DCU corrobora na promoção da experiência do usuário, funcionalmente, por meio de validações e testes, aumentando o engajamento e uso do sistema alvo.

USABILIDADE EM AMBIENTES DE REALIDADE VIRTUAL IMERSIVOS

Segundo a ISO 9241-11 (2011), a Usabilidade pode ser entendida como a capacidade de um produto ou serviço ser utilizado por pessoas específicas, a fim de atingir objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação, em um certo contexto de uso.

Utiliza-se dos conceitos e fundamentos da usabilidade no ciclo de desenvolvimento de software em duas etapas distintas e concomitantes: requisitos e testes. A usabilidade pode ser utilizada tanto para análises competitivas quanto para garantia de qualidade.

Para Pimentel et al (2013), como resultado de um processo cíclico, baseado em experiências e avaliações constantes e métodos, temos uma interface bem projetada.

Ainda que existam vários métodos para avaliação de usabilidade

de aplicações interativas de computador, esses métodos possuem limitações, especialmente na avaliação de Ambientes de RV. A maioria dos métodos são aplicáveis apenas a alguns tipos de interface (por exemplo: Interfaces Gráficas de Usuário, ou GUIs, Graphic User Interfaces) e tem pouco ou nenhum uso com interfaces inovadoras não rotineiras. Destacando-se aquelas encontradas nos Ambientes de RV, que possuem estilos de interação radicalmente diferentes das interfaces habituais, para os quais os métodos comprovados podem não ser adequados, nem eficientes, por ser uma área muito nova e em ascensão, ainda é muito difícil prever um comportamento padrão de uso das aplicações sem um estudo de uso real das aplicações (BOWMAN et al, 2002, p. 1-2). Outro problema é a dificuldade que os métodos existentes têm para analisar a experiência do usuário com interações em terceira dimensão (3D) (SAWYERR et al, 2013, p. 66).

HEURÍSTICAS PARA REALIDADE VIRTUAL

Segundo Rogers, et al (2013), avaliações heurísticas são inspeções de usabilidade nas quais especialistas, guiados por um conjunto de diretrizes, avaliam se os elementos de interface estão de acordo com essas diretrizes. Seu uso tem crescido e o esforço para o desenvolvimento associado a produtos específicos também, como avaliação de interfaces móveis, jogos, redes sociais e visualização de dados.

Tabela 1: Heurísticas propostas Sutcliffe and Gault (2004).

No contexto de jogos digitais, Pinelle et al (2008), avaliam que as heurísticas, pelo fato de não suporem tarefas e propósitos dos jogos, possuem bom potencial, pois, diferentemente de outros tipos de software, necessitam de bastante contexto de uso para serem avaliadas com outros métodos.

Esta pesquisa encontrou apenas dois modelos de Heurísticas para RV: Sutcliffe e Gault (2004) e Heurísticas de Rusu et al (2011).

HEURÍSTICAS DE SUTCLIFF AND GAULT

Através de uma adaptação das heurísticas propostas por Nielsen (1994), Sutcliffe e Gault (2004) propõem uma avaliação heurística específica para o uso em ambientes de RV, a fim de contemplar conceitos específicos de RV como presença e imersão.

Assim, no seu método, os problemas encontrados são assinalados à heurística correspondente complementadas de explicações suplementares. As não conformidades podem estar associadas a mais de uma heurística. A tabela abaixo descreve as 11 heurísticas:

H1	Engajamento Natural: A interação deve abordar a expectativa do usuário ao mundo real;
H2	Compatibilidade com a tarefa e domínio do usuário: Corresponder o mais próximo possível do que o usuário encontraria no mundo real;
H3	Expressão natural de ação: A representação do usuário no ambiente virtual deve permitir que o usuário aja e explore de maneira natural e não restrinja as ações físicas. Feedback háptico;
H4	Aproximar a coordenação de ação e representação: A representação do usuário deve manifestar um comportamento fiel as ações do usuário;
H5	Feedback realista: Os efeitos das ações do usuário devem ser visíveis imediatamente, em conformidade com as leis da física e com a percepção esperada do usuário;
H6	Pontos de vista fiéis: A representação visual do mundo virtual deve mapear a percepção normal do usuário, e o ponto de vista do movimento da cabeça deve ser mostrado sem atrasos;
H7	Suporte à navegação e orientação: Capacidade de retornar a um ponto de retorno conhecido;
H8	Pontos claros de entrada e saída: Entradas e saídas devem ser claramente comunicadas;
H9	Partidas consistentes: Quando compromissos de projeto devem ser coerentes e claros;
H10	Suporte para aprendizado: Objetos podem ser utilizados para explicação e aprendizado;
H11	Trocas de turno claras: o usuário deve perceber de maneira clara quando o sistema terá o controle e autonomia do ambiente;
H12	Senso de presença: A percepção de estar em um mundo real deve ser a mais natural possível.

Tabela 2: Checklist de problemas de características de design. Fonte: Sutcliff and Gault (2004).

Além das heurísticas, os autores adicionaram um *checklist* guia para atribuir problemas de características de design, conforme a tabela a seguir:

Display gráfico	baixa resolução de imagem;
Movimentação e manipulação	Problemas com hardwares externos como mouses e joysticks;
Interação com objetos e ferramentas	Feedback pobre ao tentar interagir com objetos virtuais;
Características ambientais	Efeitos inesperados, como objetos voadores;
Interação com outros controles	Componentes interativos como menus flutuantes e paletas;
Outros problemas de hardware	Problemas com hardwares como capacetes e óculos.

HEURÍSTICAS DE RUSU ET AL.

Também considerando uma adaptação das heurísticas propostas por Nielsen (1994), Rusu et al (2011) propõem 16 heurísticas para RV. As heurísticas são compiladas em 3 grupos: Design e Estética, Controle e Navegação e Erros e Ajuda, conforme a tabela abaixo.

Heurísticas de Design e Estética

- | | |
|-----------|--|
| H1 | Feedback – O mundo virtual deve sempre informar ao usuário sobre a condição de seu avatar; |
| H2 | Clareza – O mundo virtual deve ter um painel de controle fácil e linguagem clara; |
| H3 | Consistência – O usuário deve prever os resultados de cada ação; |
| H4 | Simplicidade – O painel de deve ser simples e intuitivo. |
-

Heurísticas de Controle e Navegação

- | | |
|------------|--|
| H5 | Orientação e Navegação – O sistema deve ter uma navegação memorável e intuitiva; |
| H6 | Controle de câmera e visualização – O sistema deve permitir ao usuário determinar o nível de efeitos visuais ou objetos com proposta puramente estética; |
| H7 | Baixa carga de memória – O sistema deve minimizar as demandas da memória do usuário; |
| H8 | Customização de avatar – O sistema deve possuir um conjunto de avatares prédefinidos e permitir sua customização; |
| H9 | Flexibilidade e eficiência de uso – atalhos para ações comuns devem ser fornecidos; |
| H10 | Comunicação entre os avatares – a comunicação dentro do mundo virtual deve ser análoga ao mundo real; |
| H11 | Senso de propriedade – As regras físicas do mundo real devem ser mantidas no mundo virtual; |
| H12 | Interação com o mundo virtual – Indicar claramente aos usuários quais objetos do mundo virtual eles podem interagir ou não e qual o tipo de interação. |
-

Heurísticas de Erros e Ajuda

- | | |
|------------|--|
| H13 | Suporte ao aprendizado – Definições e indicações para o uso, promovendo o aprendizado; |
| H14 | Prevenção de Erros – Prevenir que os usuários executem ações por engano; |
| H15 | Ajudar o usuário a se recuperar de erros – Prover ferramentas para que o usuário possa se recuperar de erros; |
| H16 | Ajuda e documentação – Prover ao usuário informação relevante não apenas online, mas também dentro do mundo virtual. |
-

A META-AVALIAÇÃO DAS HEURÍSTICAS

A Meta-avaliação foi realizada em três partes: 1 – Pesquisa bibliográfica; 2 – Estudo de caso de dois jogos, *Lamper VR: Firefly Rescue* e *Sobrenatural: a origem*, por meio de uma avaliação heurística, e a aplicação do SUS para avaliação das heurísticas

Tabela 3: Heurísticas de Rusu et al (2011).

utilizadas; 3 – Análise, tabulação e interpretação dos dados coletados.

Como conclusão do processo, propomos recomendações para melhorias dos problemas nos objetos avaliados e observações gerais sobre as heurísticas.

Tabela 4: Questionário SUS (BROOKE, 1996).

SUS – SISTEMA DE ESCALA DE USABILIDADE

O Sistema de Escala de Usabilidade - SUS (BROOKE, 1996) consiste de dez questões que os avaliadores classificam com base em seu nível de concordância ou discordância em relação a um objeto de estudo (produto, serviços, hardwares, softwares, websites ou aplicações). Utilizando uma escala de *Likert*, com estados variando entre 1 a 5 (ou 7), os avaliadores selecionam se as opções estão em concordância completa ou discordância completa do objeto avaliado. Composto por 10 questões, caso algum item não possua pontuação, o ponto central da escala deve ser selecionado. As questões do SUS estão descritas na tabela abaixo:

1	Eu acho que gostaria de usar esse sistema com frequência.
2	Eu acho o sistema desnecessariamente complexo.
3	Eu achei o sistema fácil de usar.
4	Eu acho que precisaria de ajuda de uma pessoa com conhecimentos técnicos para usar o sistema.
5	Eu acho que as várias funções do sistema estão muito bem integradas.
6	Eu acho que o sistema apresenta muita inconsistência.
7	Eu imagino que as pessoas aprenderão como usar esse sistema rapidamente.
8	Eu achei o sistema atrapalhado de usar.
9	Eu me senti confiante ao usar o sistema.
10	Eu precisei aprender várias coisas novas antes de conseguir usar o sistema.

ANÁLISE DA META-AVALIAÇÃO

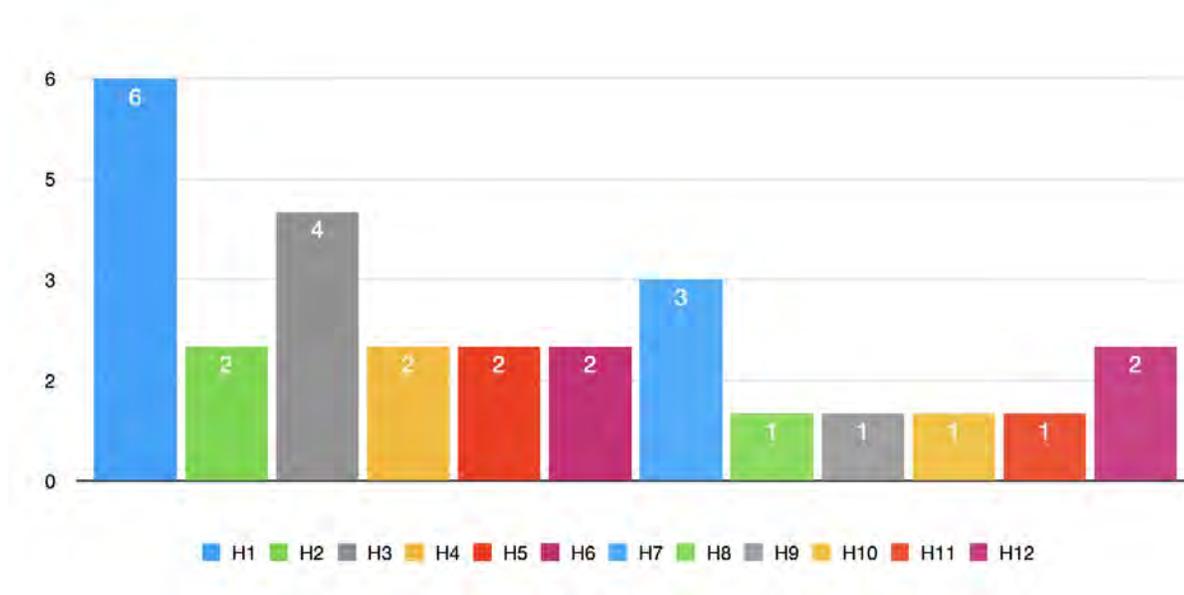
Figura 1 – Quantidade de erros encontrados por heurística – Avaliação Sutcliff e Gault

As heurísticas de Sutcliff e Gault (2004) foram utilizadas na primeira avaliação. Nessa avaliação, *Sobrenatural: a origem* foi o jogo avaliado. Essa avaliação foi realizada por 30 pessoas, especialistas em tecnologia da informação com foco em desenvolvimento e design de jogos e aplicativos para *smartphones*.

O procedimento utilizado se valeu de uma apresentação das heurísticas propostas como método de avaliação. Na sequência, os jogos foram utilizados livremente para a ambientação e familiarização da interface. Os resultados das avaliações foram convertidos em formato de Checklist de Avaliação e tabulados.

Para a interpretação do escore gerado pelo SUS, foi utilizada a classificação adjetiva proposta por Bangor et al (2009).

O jogo avaliado era composto de uma única fase. Assim, os avaliadores interagiram por toda a interface disponível. Após a coleta dos resultados das avaliações, os problemas encontrados foram agrupados contextualmente.



O total de 27 foram encontrados. O maior quantitativo foram os relacionados à falta de controle e liberdade de navegação pelo

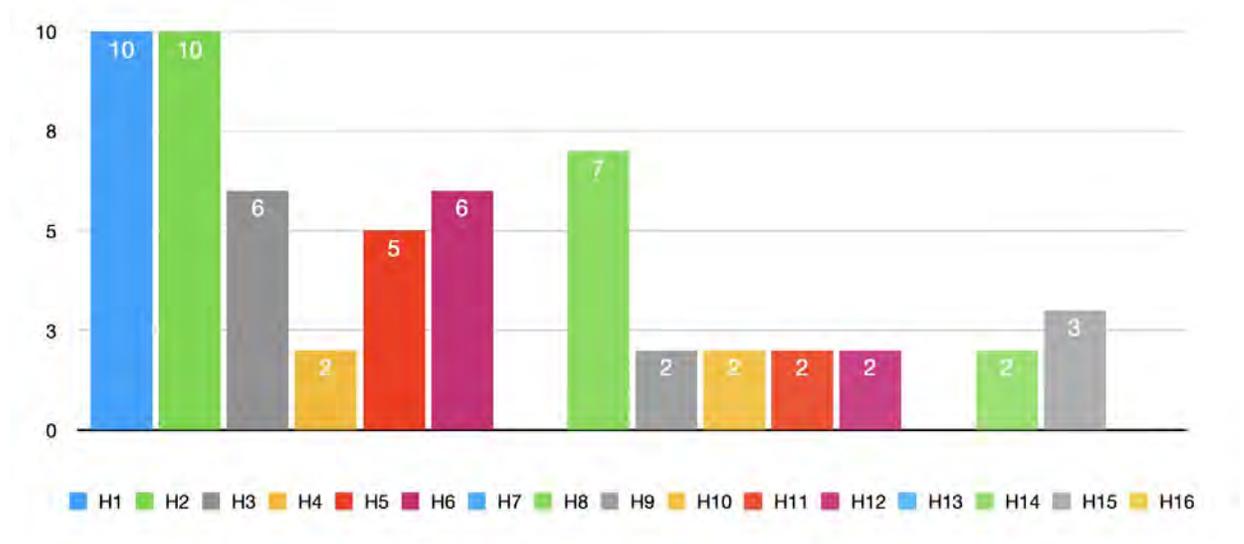
ambiente virtual. Por ser um *advergame* (game publicitário), o jogo mantém uma narrativa linear, com intuito de apresentar a história de um filme, não possibilitando o controle do usuário pelo ambiente virtual.

Alguns avaliadores elencaram as seguintes observações a respeito da avaliação Sutcliff e Gault (2004), tais como algumas heurísticas são desnecessárias, extensas, complexas e não se encaixam em todos os tipos de jogos.

A segunda avaliação executada foi a norteada pelas heurísticas de Rusu et al (2011), pelos mesmos 30 avaliadores. Foi realizada uma apresentação das heurísticas, e, em seguida, os avaliadores utilizaram os jogos livremente para ambientação e familiarização da interface. Os resultados das avaliações foram relatados em formato de *Checklist* de Avaliação e posteriormente tabulados.

O jogo avaliado foi o game *Lamper VR: Firefly Rescue* composto de várias fases. A avaliação realizada encontrou uma série de 60 problemas.

Figura 2 – Quantidade de erros encontrados por heurística – Avaliação Rusu et al



Design do menu, design do protagonista, posição do protagonista em relação à interface, tela de jogo (*gameplay*) confusa foram reportados como problemas de usabilidade da interface.

Para o jogo o *Lamper VR: Firefly Rescue* o procedimento utilizado

para a avaliação Heurística proposta por Rusu et al (2011), foi o seguinte: os avaliadores informaram a tela onde o problema foi encontrado, na sequência descreveram o problema e, por último, o nível de severidade. Dessa maneira foram encontrados 59 problemas, dos quais a maioria está relacionada a “Design e Estética” e “Controle e Navegação”.

O SUS (sistema de Escala de Usabilidade) foi utilizado na sequência com o objetivo de avaliar os *scores* das heurísticas propostas. Sutcliff e Gault (2004) atingiram a média de **71,5 de 100** e Rusu et al (2011), **62,0 de 100**. Ambas as médias são consideradas boas, segundo a escala proposta por Bangor et al (2009), sugerindo assim que as avaliações são eficientes e eficazes, não demandando esforço excessivo para que os avaliadores completassem seus objetivos.

No entanto, alguns avaliadores realizaram observações que apontavam para o sentido contrário. Alguns avaliadores julgaram que, apesar de funcionais, algumas das heurísticas propostas por Sutcliff e Gault (2004) podem ser consideradas desnecessárias, necessitando de um uso mais contextualizado para um uso mais eficiente, já que os aspectos gráficos dos ambientes e aplicações podem variar muito.

Da mesma forma, algumas das heurísticas propostas por Rusu et al (2011), pareceram dispensáveis e necessitando de um maior contexto. Heurísticas de customização de comunicação de avatares, por exemplo, podem não funcionar com aplicações de RV mais atuais.

Ambas as avaliações tiveram um número bom de erros e bom desempenho no SUS, mas também um bom índice de avaliadores que não reportaram erros, o que sugere um possível não entendimento das heurísticas e dificuldade de correspondência do erro encontrado.

CONCLUSÃO

O processo de desenvolvimento dos designers foi ampliado com o advento de novos dispositivos e tecnologias em RV, carecendo assim de novos métodos e experimentação.

Conforme relatado, a análise descrita neste trabalho considerou os métodos de avaliação heurística para ambientes de RV propostos por Sutcliff e Gault (2004) e Rusu et al (2011) como capazes de avaliar as modernas interfaces de ambientes de RV imersivos em jogos.

A Meta-avaliação por meio do SUS realizada com as heurísticas indicou bons *scores*, sendo, portanto, estas consideradas eficazes e eficientes. Porém alguns avaliadores qualificaram como complexas, desnecessárias e fora de contexto algumas das heurísticas utilizadas no procedimento.

Salienta-se também o quantitativo de indivíduos que não reportaram erros, uma média de 15 avaliadores. Podendo indicar, assim, uma inadequação dos métodos avaliados.

O contexto das aplicações pode influenciar diretamente o resultado das avaliações. Algumas heurísticas requerem um ambiente virtual com pontos de vista fiéis, o que pode

não ser encontrado em games, nos quais o universo lúdico pode contrapor essa premissa.

Dessa forma, este estudo propõe as seguintes recomendações:

01. Contextualizar aplicação e heurísticas: ambientes podem não requerer pontos de vista realistas, heurísticas propostas como essa finalidade podem ser desconsideradas;
02. Preferências de configuração: a obrigatoriedade de opções de configuração pode forçar o aumento do número de problemas; dependendo da aplicação, isso pode não afetar a experiência do usuário;
03. Orientação no ambiente virtual 3D: Componentes de interação na interface, tais como setas e designs mais contrastantes, podem facilitar a localização de áreas de interação;
04. Personalização de artefatos interativos como avatares;
05. Instruções e ajuda: Como funcionam as interações, garantir um melhor entendimento do uso do sistema;
06. Propósito da aplicação: O propósito deve ser claro, o que pode auxiliar o engajamento no caso dos jogos;
07. Liberdade de movimentação: Dependendo do contexto de uso, essa heurística pode não ser considerada um problema.

O estudo reforça a importância dos métodos de avaliação e inspeção de usabilidade de interfaces, assim como sua compreensão acadêmica. Como sugestão para trabalhos futuros, recomenda-se o desenvolvimento de heurísticas com maior grau de generalização e ampliação dos estudos de inspeção em RV e realidade aumentada, com foco em aplicações mais modernas e considerando as tecnologias emergentes e a popularização desse tipo de dispositivo.

REFERÊNCIAS

BANGOR, A.; KORTUM, P.; MILLER, J. Determining what individual SUS scores mean: Adding an adjective rating scale. *Journal of usability studies*, v. 4, n. 3, p. 114–123, 2009. Disponível em: <<https://uxpa-journal.org/determining-what-individual-sus-scores-mean-adding-an-adjective-rating-scale/>> Acesso em: 11 jul. 2021.

BARBOSA, S. D. J.; SILVA, B. S. *Interação Humano-Computador*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

BOWMAN, D. A.; GABBARD, J. L.; HIX, D. A Survey of usability evaluation in virtual environments: Classification and comparison of methods 1 Introduction and motivation 2 Distinctive characteristics of VE evaluation. *Evaluation*, v. 11, n. 4, p. 404–424, 2002.

BROOKE, J. SUS: A ‘quick and dirty’ usability scale. In: Jordan, P.W., Thomas, B., Weerdmeester, B.A., McClelland, I.L, 1996. v. *Industry*, p. 189–194. Disponível em: <<http://hell.meiert.org/core/pdf/sus.pdf>>.

BÜRDEK, B. E. *Design: História, Teoria e Prática do Design de Produtos*. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2010.

CHEN, S. *Design Thinking Approaches. The Design Imperative*. Cham: Springer International Publishing, 2019. p. 111–121. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-78568-4_8>. Acesso em: 11 jul. 2021.

- GIACOMIN, J. What Is Human Centred Design? *The Design Journal*, v. 17, n. 4, p. 606–623, 2014. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/full/10.2752/175630614X14056185480186>>. Acesso em: 11 jul. 2021.
- HERZ, J. C. A 15-year-old critique of the game industry that’s still relevant today. *Gamasutra*, 2013. Disponível em: <http://www.gamasutra.com/view/news/193429/A_15yearold_critique_of_the_game_industry_thats_still_relevant_today.php>. Acesso em: 12 jan. 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 9241-11 (2011)*. Requisitos ergonômicos para trabalho de escritório com computadores: parte 11 - orientações sobre usabilidade. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.
- LOWDERMILK, T. *User Centered Design*. Sebastopol, CA: O’Reilly Media, Inc., 2013.
- MACKENZIE, I. S. *Human-Computer Interaction: an empirical research perspective*. Waltham: Morgan Kaufmann Publishers, 2013.
- NUNES, F. DE L. DOS S. et al. Realidade Virtual para saúde no Brasil: conceitos, desafios e oportunidades. *Revista Brasileira de Engenharia Biomédica*, v. 27, n. 4, p. 243–258, 2011. Disponível em: <<http://rbejournal.org/doi/10.4322/rbeb.2011.020>>. Acesso em: 11 jul. 2021.
- SAWYERR, W.; BROWN, E.; HOBBS, M. Using a Hybrid Method to Evaluate the Usability of a 3D Virtual World User Interface. *International Journal of Information Technology & Computer Science - IJITCS*, v. 8, n. 2, p. 66–74, 2013.
- PIMENTEL, Â.; DIAS, P. SANTOS, B. S. Avaliação de Usabilidade em Sistemas de Realidade Virtual e Aumentada: principais métodos. *Revista do DETUA*, v. 4, n. 9, p. 9, 2013. Electrónica e Telecomunicações. Disponível em: <<http://revistas.ua.pt/index.php/revdeti/article/view/2106>>. Acesso em: 11 jul. 2021.
- ROGERS, Y.; SHARP, H.; PREECE, J. *Design de Interação: além da interação humano-computador*. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.
- RUSU, C.; MUÑOZ, R. RONCAGLIOLO, S.; et al. Usability heuristics for virtual worlds. in Proceedings of the Third International Conference on Advances in Future Internet, ser. AFIN ‘2011. Nice/Saint Laurent du Var, France: IARIA, 2011, pp. 16-19
- SCRIVEN, M. *Avaliação: Um guia de conceitos*. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 2018.
- STUFFLEBEAM, D. L. The metaevaluation imperative. *American Journal of Evaluation*, *Thousand Oaks*, v. 22, n. 2, p.183-209, 2001.
- SUTCLIFFE, A.; GAULT, B. Heuristic evaluation of virtual reality applications. *Interacting with Computers*, v. 16, n. 4, p. 831–849, 2004.

