

Uma proposta de diretrizes para fomentar o engajamento dos alunos em ambientes de realidade virtual

A proposal for guidelines to foster student engagement in virtual reality environments

Wendel Souto Reinheimer¹, Aderson de Carvalho¹, Felipe Becker Nunes², Roseclea Duarte Medina¹, Vinícius Lopes¹

¹ Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brazil.

² Antonio Meneghetti Faculdade (AMF), Restinga Sêca, RS, Brazil.

reinheimer.wendel@gmail.com, acarvalho@inf.ufsm.br, nunesfb@gmail.com, roseclea.medina@gmail.com, vlopes@inf.ufsm

Recibido: 19/11/2019 | **Aceptado:** 22/07/2020

Cita sugerida: W. Souto Reinheimer, A. de Carvalho, F. Becker Nunes, R. Duarte Medina and V. Lopes, "Uma proposta de diretrizes para fomentar o engajamento dos alunos em ambientes de realidade virtual." *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, no. 27, pp. 46-55, 2020. doi: 10.24215/18509959.27.e5

Esta obra se distribuye bajo **Licencia Creative Commons CC-BY-NC 4.0**

Resumo

O uso de ambientes de realidade virtual pode ser visto como um diferencial na aprendizagem dos alunos, mas ainda enfrenta o desafio de envolver estes de forma engajadora em sua aprendizagem. Desta forma, esta pesquisa objetivou a elaboração de diretrizes para o uso de ambientes educacionais de realidade virtual. Após ter sido efetuada diferentes revisões de literatura, um conjunto de 17 diretrizes finais foi concebido, com base em princípios como clareza, objetividade e adequação ao engajamento. As diretrizes foram avaliadas por profissionais da área de tecnologia na educação, sendo a coleta de dados realizada por meio da aplicação de um questionário. Os resultados obtidos foram satisfatórios e apresentou um instrumento que pode auxiliar no uso deste tipo de ambiente para o âmbito educacional, com foco no engajamento do aluno.

Palavras-chave: Engajamento; Diretrizes; Realidade Virtual; Ambiente Educacional.

Abstract

With the difficulty for involving students in an engaging way in their learning, this research aimed the elaboration of guidelines for the development of educational environments of virtual reality. After extensive literature reviews, a set of 17 final guidelines was conceived, based on principles such as clarity, objectivity, and appropriateness to engagement. The guidelines were evaluated by professionals in the area of technology in education, and the data collection was performed through the application of a questionnaire. The results were satisfactory and presented an instrument that can help in the use of this type of environment for the educational scope, with focus on student's engagement.

Keywords: Engagement; Guidelines; Virtual reality; Educational environment.

1. Introdução

A imersão de um indivíduo no mundo tecnológico desde o nascimento pode afetar o modo como esse chamado nativo digital percebe o mundo, portanto, novas abordagens para o ensino e a aprendizagem devem ser consideradas [1]. O uso de recursos tecnológicos no contexto educacional atua como potencializadores da aprendizagem, estimulando a personalização do processo de aprendizagem, aumentando a interação e motivação dos alunos [2].

Nos últimos anos, pesquisas têm explorado o potencial da Realidade Virtual (RV) na educação para promover um ambiente tridimensional, com o objetivo de complementar o modelo de ensino tradicional. Ambientes virtuais tridimensionais permitem que os estudantes mergulhem em um espaço virtual, contribuindo para o processo de aprendizado, uma vez que proporcionam uma experiência realística fornecida a partir de recursos tecnológicos [3].

Este tipo de aplicação pode ser utilizada para motivar, engajar e estimular o processo de ensino e aprendizagem por meio de ambientes, objetos e simulações que corroborem com uma aprendizagem ativa [4]. De acordo com Freund e O'Brien [5] e Attfield et al. [6], o Engajamento é um processo que reflete a qualidade da experiência do usuário baseada no nível de dedicação cognitiva, temporal e/ou emocional empregada em uma interação com um sistema digital.

Diante deste contexto, diferentes estudos de Interação Humano-Computador (IHC) enfatizam a necessidade de projetar ferramentas adequadas, uma vez que o engajamento do aluno é um atributo cada vez mais importante no projeto de desenvolvimento de aplicativos para o contexto educacional. Conforme O'Brien e Toms [7], o Engajamento pode evitar que um objeto tecnológico seja rapidamente ignorado por não cativar os usuários.

No entanto, ao considerar estes fatores para a concepção de ambientes com enfoque educacional, torna-se necessário a contextualização dos mesmos com os princípios já ponderados, para que estes mundos virtuais estejam aptos, por exemplo, a motivar os usuários a interagirem com um ambiente em que os mesmos irão obter a aprendizagem, assim como tornar as suas interações envolventes [8]. Isso destaca a importância de desenvolver esquemas e padrões robustos que norteiem o desenvolvimento de ambientes imersivos que consigam atingir um alto engajamento, possivelmente em longo prazo [8].

Em meio a isso, um dos aspectos em que os estudiosos têm encontrado dificuldades ao longo da construção destes ambientes virtuais imersivos, concerne em alcançar o engajamento e reengajamento dos aprendizes. A fim de examinar esta dimensão em específico, este artigo tem como objetivo apresentar o desenvolvimento de diretrizes que visem promover o engajamento em ambientes tridimensionais desenvolvidos com apoio à realidade virtual imersiva.

Pode-se definir as Diretrizes como um caminho, instrução ou orientação para estabelecer um plano ou uma ação [9]. Neste contexto, fica claro que o papel é servir como um instrumento para orientar o desenvolvimento de um projeto [10].

Assim, este artigo está organizado da seguinte maneira: a seção 2 discute alguns trabalhos relacionados a esta pesquisa; a seção 3 apresenta uma breve explanação sobre Engajamento; o mesmo ocorre na seção 4, em que são explanados conceitos acerca de Diretrizes; na seção 5 são discutidos aspectos referentes aos ambientes virtuais de aprendizagem; a seção 6 apresenta a metodologia empregada neste estudo; a seção 7 e 8 discutem os resultados obtidos com os experimentos conduzidos; por fim, a seção 9 apresenta as considerações finais deste estudo.

2. Trabalhos Relacionados

No trabalho de Moesgaard et al. [11] é apresentado o desenvolvimento e validação de um Ambiente de Realidade Virtual com a finalidade de imergir o usuário na fortaleza. O objetivo do estudo foi analisar a quantidade de conhecimento retido após a execução do aplicativo, baseado em como a informação foi apresentada pelo ambiente.

O desenvolvimento do ambiente baseou-se na Teoria da Educação nos Jogos e na Teoria do Engajamento. Os autores exploraram o Modelo de Engajamento desenvolvido por [12] para a criação de uma experiência envolvente. Os autores concluíram que é difícil obter dados confiáveis relativos à aprendizagem, uma vez que, os Head Mounted Display (HMD) causam um efeito de novidade nos usuários, dificultando, desta forma, a concentração nos materiais didáticos, pois a tecnologia pode distrair os estudantes em um primeiro contato com a tecnologia.

No trabalho de [13] é desenvolvido um ambiente virtual com o objetivo de apoiar o ensino da geografia brasileira. Nesta perspectiva, o trabalho apresenta uma ferramenta de Realidade Virtual para dispositivos móveis com o uso do visualizador Cardboard. O objetivo da aplicação foi auxiliar o ensino do conteúdo de ecossistemas do cerrado.

Desenvolvido para plataforma Android, o aplicativo contém mais de vinte espécies de árvores nativas do cerrado, bem como suas classificações científicas. O trabalho não apresenta uma validação, porém os autores afirmam que o sistema demonstra que o uso de OVR pode enriquecer o aprendizado e tornar as aulas lúdicas e interativas.

A pesquisa de Fabola et al. [14] propõe um Passeio Virtual à Catedral de Andrews, um dos locais históricos mais importantes da Escócia. Uma das características mais importantes deste sistema é a implementação de uma experiência imersiva para o usuário. Por meio da incorporação do HMDs Google Cardboard e fone de ouvido.

A pesquisa foi testada nas plataformas Android (Google Nexus 7) e Ios (Iphone 5) e a partir de então, foi realizado um estudo para avaliar a percepção dos usuários sobre o sistema. O estudo foi composto por duas fases: teste do aplicativo e preenchimento de três questionários (relativo à usabilidade, ao valor educacional e ao discurso livre). O escore de utilidade foi de 88,9%, desta forma, os autores concluíram que o sistema tem um alto valor educacional com base nos dados dos entrevistados.

Esta pesquisa se distinguiu das demais, pois sua contribuição principal versa sobre a criação e utilização de diretrizes baseadas na teoria do Engajamento e experiência empírica de profissionais da área. As diretrizes resultantes nortearam o planejamento e desenvolvimento de um ambiente de realidade virtual envolvente.

3. Engajamento

Em uma revisão de literatura realizada por Hu e Li [15], o Engajamento é definido como um conceito multidimensional e está diretamente relacionado à participação do estudante. Deste modo, o nível de Engajamento deve ser utilizado como um sinal significativo de aprendizagem eficaz. É possível estabelecer uma relação entre o Engajamento e a otimização dos processos de desenvolvimento de recursos educacionais tecnológicos, considerando que o Engajamento reúne atributos que podem guiar o desenvolvimento de aplicações que instiguem a atenção do estudante [12]. Assim uma maneira de observá-lo é por intermédio de fenômenos em que o mesmo se manifesta, sendo estes, os atributos de Engajamento.

Em todo esse processo pode-se dizer de forma resumida que os atributos auxiliam no processo de projeto e desenvolvimento, ou seja, podem ser tratados como diretrizes para desenvolvimento de sistemas envolventes [12]. Neste contexto, fica claro que o conceito de Engajamento está diretamente conectado com o sucesso da aprendizagem [16]. Na literatura, [6] e [17], discutem duas formas de mensurar o Engajamento: a primeira refere-se aos métodos subjetivos que podem avaliar o engajamento por meio de auto relatos e questionários; e o segundo são os métodos objetivos, em que o Engajamento é mensurado por meio de sensores.

Como bem nos assegura [6], pode-se dizer que a avaliação subjetiva é um método baseado em auto relato pós-experiência. Neste contexto, fica claro que se trata de um método menos invasivo, baseado na lembrança que o usuário tem da experiência.

Abordar os aspectos relacionados ao engajamento de usuários em ambientes complexos, que envolvem objetivos educacionais e estratégias pedagógicas, difere-se de abordá-los em sistemas computacionais [8]. Jacques [18] afirma que as características de engajamento em softwares educacionais multimídias, consistem em uma resposta do usuário para uma interação que mantém

ganhos e incentiva a sua atenção, especialmente quando o mesmo encontra-se intrinsecamente motivado.

O engajamento do estudante se apresenta como um processo dualístico que envolve não apenas o esforço (físico e psicológico) dos estudantes nas suas dimensões afetiva, comportamental e cognitiva, mas, também, engloba as atividades que as instituições de ensino promovem com o intuito de engajar os estudantes nos processos de ensino e aprendizagem [19]. Diante do exposto, acredita-se que detectar o Engajamento dos alunos é uma questão fundamental para uma aprendizagem de qualidade e torna-se parte importante no planejamento de qualquer ferramenta didática.

4. Diretrizes

O papel da diretriz é servir como instrumento para orientar o desenvolvimento de um projeto. Enquanto que, para [20] e [21] as diretrizes servem como parâmetro a fim de verificar se o desenvolvimento de um determinado projeto está de acordo com seu escopo. Assim, as diretrizes estimulam a produtividade do projeto, reduzindo o tempo para o desenvolvimento e subtraindo possíveis falhas [22].

Segundo Cronholm [23], o principal objetivo da diretriz é promover a usabilidade na interação humano-computador e pode ser definida como uma informação destinada a orientar as pessoas sobre como algo deve ser feito, de modo que, viabilizam compilar um grande volume de conhecimento, seja científico ou empírico, em uma lista de orientações para alcançar um propósito [23] e [9].

É fundamental compreender que a diretriz é um instrumento de substancial em qualquer projeto, pois reuni experiência científica e empírica de pesquisadores e profissionais. Nesse sentido, as diretrizes podem ser definidas como uma lista de sentenças imperativas que visam indicar o melhor roteiro para alcançar um objetivo.

O processo de elaboração de diretrizes é composto por duas etapas: a realização de uma revisão bibliográfica e o levantamento de opinião por profissionais, entretanto, [24] e [25] corroboram em seu estudo que é necessário considerar também a opinião do público-alvo do projeto a ser desenvolvido.

Ainda, para Cronholm [23], o processo de elaboração deve ser orientado por princípios, o autor define estes como um conjunto de meta-diretrizes ou diretrizes de segunda ordem, com a finalidade de auxiliar e avaliar na concepção das diretrizes finais, com isso, obtém-se um conjunto de diretrizes mais confiável, com descrições precisas e bem definidas. Para tal, o autor propõe um conjunto de princípios que visam conduzir a elaboração de diretrizes, os quais são baseadas na teoria de usabilidade, diretrizes existentes e experiências empíricas de profissionais da área.

5. Ambientes de realidade virtual

Segundo Kim [26] a Realidade Virtual é uma interface avançada entre humano e computador, com o objetivo de simular um ambiente real ou imaginário de forma virtual, levando o usuário a adotar essa como sua realidade temporária. A tecnologia de Realidade Virtual apresenta uma interface computadorizada que simula interações em tempo real, por meio de vários sensores entre máquina e usuário [27].

Nesse sentido, a Realidade Virtual permite ao usuário a possibilidade de navegar em um ambiente virtual e interagir com objetos tridimensionais. Os ambientes tridimensionais apresentam uma plataforma que pode utilizar os recursos das Tecnologias e Informação e Comunicação para estimular o engajamento dos estudantes através da imersão, realismo e interação [28].

Este tipo de aplicação pode ser utilizada para motivar, engajar e estimular o processo de ensino e aprendizagem por meio de ambientes, objetos e simulações que corroborem com uma aprendizagem ativa [4]. Tori [29] descreve a aproximação do aluno ao conteúdo ministrado em função das interações realistas da Realidade Virtual, e o uso mais frequente da RV no ensino, em função da diminuição dos custos de equipamentos.

Segundo [13] o uso da RV imersiva promove a visualização e interação do estudante com conhecimento abstrato completo, facilitando assim, a compreensão de conceitos complexos. Os autores concluem que a RV proporciona melhorias eficazes no processo de ensino, pois aumenta o interesse e a motivação dos alunos.

Kim [26] corrobora destacando a oportunidade do uso de Laboratórios Virtuais de forma efetiva tanto em cursos presenciais quanto em à distância. O mais importante, contudo, para Gallagher et al [30] é o aumento da motivação e atitude do estudante para obter conhecimento.

Hussein e Nätterdal [4] corroboram afirmando que o uso da mesma é eficaz onde existe a necessidade de um ambiente interativo. Além disso, oferece uma experiência imersiva, envolvente e promove um aprendizado ativo.

Considerando que a plataforma de mundos virtuais permite a criação de laboratórios educacionais imersivos, realistas e interativos para a realização das atividades teórico/práticas; e a mecânica destes laboratórios é fundamentada na abordagem da aprendizagem experiencial; a adição de um elemento lúdico ao ambiente poderá promover a satisfação e o engajamento do aluno na utilização do laboratório educacional [28]. Logo, é importante compreender que a RV está se tornando uma tecnologia cada vez mais presente no cotidiano da sociedade contemporânea, modificando os mais diversos setores, em especial o modo de ensinar e aprender.

6. Metodologia

Para o desenvolvimento deste estudo, a metodologia foi dividida em três etapas principais: Aquisição de Dados,

Compilação e Validação. Ao final destas etapas, foi elaborado o objetivo principal, que consiste em um conjunto de diretrizes para o desenvolvimento de ambientes de realidade virtual engajadores.

O questionário é um dispositivo de coleta de dados, formado por uma sequência ordenada de perguntas. Deve ser claro, objetivo e de fácil interpretação tanto para o entrevistado como para o entrevistador. Por meio deste, a informação do estudo chega ao pesquisador de forma sistemática [31]. Optou-se por questionário, pois os autores já estão familiarizados com o instrumento e apresenta padronização das questões possibilitando uma interpretação mais uniforme, por consequência facilita a compilação e comparação das respostas.

Devido ao uso de questionários com perguntas abertas e fechadas, essa pesquisa teve como abordagem quantitativa o tratamento dos dados. Na visão de Terence e Filho [32] pode-se dizer que a abordagem qualitativa centra na subjetividade. Dessa forma, não se preocupa com representatividade numérica, pois utiliza a interpretação do pesquisador como principal instrumento de investigação.

Também foi necessária a abordagem qualitativa, devido ao uso de uma revisão de literatura com base em textos científicos publicados e devido à interpretação que se fará acerca das fontes bibliográficas exploradas. Nesse caso, entende-se por pesquisa qualitativa aquela que é vista como uma maneira de dar voz às pessoas, em vez de tratá-las como objetos [33].

6.1. Aquisição dos dados

Esta seção detalha os aspectos de aquisição de dados. Assim, as fontes nas quais esta pesquisa baseou-se, bem como o processo de aquisição de dados serão apresentadas. Em primeiro lugar, foram definidos indicadores de engajamento oriundos de uma revisão na literatura. Este procedimento justificou-se em decorrência das diversas definições de engajamento contidos na literatura. Em [12], um estudo aprofundado acerca do engajamento foi realizado. Portanto, em razão de suas contribuições, bem como sua popularidade acerca do tópico engajamento, este estudo considerou os principais indicadores presentes na Teoria do Engajamento de [12].

6.1.1. Coleta de dados dos alunos

Uma revisão de literatura pode não ser suficiente para a elaboração de diretrizes. Nesse sentido, o usuário deve estar inserido na elaboração [25]. Para tanto, a coleta de dados dos alunos foi realizada por meio de duas etapas: experiência do usuário dentro de um Ambiente de Realidade Virtual através do aplicativo Lost in the Kismet VR (disponível na google play¹) utilizando um Head Mounted Display (HMD) e entrevista com os alunos. Na etapa seguinte, um questionário foi aplicado. Sete perguntas foram elaboradas para avaliar aspectos relacionados à experiência do usuário. Como ferramenta de avaliação, o modelo desenvolvido por [34] foi

utilizado. As questões listadas no questionário podem ser vistas abaixo:

- **Q1:** Eu tive sentimentos positivos de eficiência durante o uso do aplicativo?
- **Q2:** Você gostaria de usar óculos de Realidade Virtual e gamification novamente?
- **Q3:** Eu recomendaria essa tecnologia para meus colegas, amigos e familiares?
- **Q4:** Eu me diverti com os óculos de Realidade Virtual.
- **Q5:** Eu me senti mais imerso no ambiente de aplicação do que no mundo real.
- **Q6:** Eu notei a passagem do tempo enquanto jogava e quando percebi que o jogo tinha acabado?
- **Q7:** Esqueci-me temporariamente das minhas preocupações do dia-a-dia? Eu estava totalmente focado no aplicativo?

Com base no modelo proposto, as questões foram divididas em duas categorias: sentimento positivo, que agrupou os valores obtidos nas questões Q1, Q2, Q3 e Q4, e imersão, com as questões Q5, Q6 e Q7. As alternativas foram elaboradas seguindo a escala Likert com cinco níveis de variação, sendo 1 para Discordo Completamente, 2 para Discordo Parcialmente, 3 para Indiferente, 4 para Concordo Parcialmente e 5 para Concordo Totalmente.

6.1.2. Coleta de dados de pesquisadores

Em [10] é comprovado que a opinião de profissionais em uma determinada área amplia a coleta de diretrizes, pois esta inclui conhecimentos que podem não estar formalizados ou escritos em pesquisas. Nesse sentido, esta etapa consistiu na aplicação de um questionário virtual (desenvolvido e aplicado a partir do serviço de formulários da Google²) em conjunto com pesquisadores (alunos e professores de pós-graduação) na área de Educação e Tecnologia da Informação, que possuem experiência no desenvolvimento de recursos tecnológicos educacionais. As questões foram adaptadas do estudo de [10] e podem ser vistas abaixo:

- O que você considera importante no desenvolvimento de um recurso educacional tecnológico destinado a promover o envolvimento dos estudantes?
- O que você não recomenda no desenvolvimento de um recurso educacional tecnológico projetado para encorajar envolvimento do aluno?
- Quais estratégias você usa ou já usou no desenvolvimento de um recurso tecnológico que aumentou o interesse, o envolvimento ou a motivação do aluno?

6.2. Compilação

Este estágio consistiu na interpretação e categorização dos dados coletados de estudantes, pesquisadores, assim como na revisão de literatura, resultando na elaboração das diretrizes finais. Este procedimento abarcou cinco etapas sequenciais, sendo estas:

1. Interpretação dos dados coletados dos profissionais com auxílio da ferramenta QDA MINER³ seguida de sua categorização.
2. Análise do resultado da interação com o ambiente virtual pelos alunos, com auxílio da ferramenta QDA Miner e com base no questionário e categorização dos dados.
3. Criação de sentenças baseada em atributos de engajamento.
4. Aglutinação de sentenças semelhantes.
5. Desenvolvimento de diretrizes respeitando os fundamentos da Estrutura Homogênea de [23].

6.3. Validação

A elaboração do questionário de avaliação das diretrizes foi desenvolvida com base na combinação dos modelos [23] e [34]. As diretrizes foram avaliadas por um grupo de profissionais na área de desenvolvimento de recursos educacionais tecnológicos. O questionário proposto objetivou mensurar aspectos relacionados ao uso, adequação ao engajamento e clareza. O sistema de notas proposto compreendeu valores numéricos de (1) a (7). De modo que, quanto maior o valor atribuído à diretriz, maior a sua qualidade em relação às propriedades avaliadas. A pontuação do atributo foi definida pelo cálculo da média de todas as pontuações atribuídas pelos avaliadores, enquanto a pontuação final foi obtida pelo cálculo da média dos atributos.

7. Resultados

7.1. Aquisição dos dados

Como resultado dessa observação, são elencados os atributos de Engajamento. Portanto, os atributos auxiliam no processo de projeto e desenvolvimento, ou seja, podem ser tratados como indicadores para o desenvolvimento de sistemas envolventes.

Ao realizar uma revisão bibliográfica nos seguintes autores: [6], [7], [12], [35], [36], [37], [38], foi possível encontrar uma série de indicadores que auxiliaram a consolidar uma relação de Engajamento entre o usuário e o sistema utilizado. Ao total, 11 indicadores foram encontrados, sendo estes: Esética, Afeto, Atenção, Desafio, Controle, Feedback, Interesse, Motivação, Novidade e tempo. Na Tabela 1 são elencados os indicadores de engajamento com suas respectivas referências bibliográficas.

Tabela 1. Indicadores de engajamento provenientes da revisão de literatura.

Indicador de engajamento	Referencias
Estética	[6][7][12][35][36]
Afeto	[6][7][12][35]
Atenção	[7][12][37][38]
Desafio	[7][12]
Controle	[6][7][12][35][36]
Feedback	[7][12][35][36]

Interesse	[7][12][35][36]
Motivação	[6][7][12][35]
Novidade	[6][7][12]
Tempo	[7][12][35]

7.2. Coleta de dados de estudantes

Como resultado do questionário, constatou-se que dos 18 participantes do estudo, 80% são do gênero masculino e 20% do gênero feminino. Quanto à escolaridade, 5,6% dos participantes concluíram estudos de pós-graduação, 22,2% possuem nível de escolaridade superior, 27,8% são estudantes de pós-graduação e 38,9% são estudantes de pós-graduação. Quanto ao experimento no ambiente de realidade virtual imersivo com uso do HMD através da aplicação Lost in The Kismet VR, os resultados foram bastante positivos. Ao longo do experimento, a aplicação ofereceu um sistema interativo com desafios para estimular o raciocínio lógico, o qual resultou em uma experiência motivadora e no engajamento dos estudantes. Além disso, a experiência apresentou um desempenho estável nos dispositivos, resultando em uma experiência amplamente imersiva. Para fins ilustrativos, a Figura 1 mostra uma das atividades oferecidas pela aplicação.



Figura 1. Exemplo de desafio do Aplicativo Lost in the Kismet VR

Conforme a Figura acima, é importante destacar que toda interação aconteceu por meio de movimentos realizados pela cabeça do usuário. Assim, qualquer objeto interativo do cenário era ativado quando focado por aproximadamente 3 segundos. Além disso, foi possível perceber o engajamento dos estudantes, os quais demonstraram-se bastante ansiosos para participar do experimento enquanto esperavam por sua vez. As respostas obtidas através do questionário corroboraram com as observações feitas durante o experimento, como resultado, a seção sentimento positivo e imersão pontuaram 4,64 de 5,0 e 4,23 de 5,0, respectivamente. Este resultado confirma que o uso do HMD ajudou significativamente na criação de uma experiência imersiva, interativa e engajadora.

7.3. Compilação dos dados

A compilação dos dados foi realizada utilizando o diagnóstico de frequência de sentenças da ferramenta QDA Miner. Esse procedimento resultou em um total de 126 termos, dos quais 10 dos atributos de Engajamento

vieram da revisão de literatura, 11 do experimento com alunos e 105 da opinião de profissionais da área de Tecnologia da Informação. A partir disso, os termos foram agrupados de acordo com seu significado, gerando 17 termos finais: interativo, planejamento pedagógico, objetividade / clareza, resolução de problemas, estética, planejamento de software, HMD, gamificação, controle de qualidade, multiplataforma, vários recursos de comunicação, equipe multidisciplinar, autonomia, colaboração, jogo sério, linguagem apropriada e não utilização de atividades repetitivas.

Durante a análise e interpretação dos dados, foi possível observar a origem de cada termo, diante disso, os chamados termos estética, interativo e resolução de problemas estavam presentes em todos os grupos. A partir disso, é razoável dizer que esses são os termos mais relevantes. Outra ocorrência que chama a atenção refere-se ao termo "equipe multidisciplinar", que foi mencionado apenas pelo grupo de profissionais da área de tecnologia da informação. Empiricamente, podemos associar esse fenômeno à dificuldade encontrada pelos profissionais da área de tecnologia na elaboração de recursos pedagógicos, devido ao pensamento sistemático e excessivamente prático dos profissionais da área.

Os termos "HMD" e "interatividade" obtiveram, respectivamente, 30,4% e 21,7% do percentual total dos termos resultantes do Experimento Estudantil. É razoável afirmar que isso se deve ao fato de o experimento ter sido aplicado com uso de HMD, esses dados também sugerem a necessidade dos alunos por uso de aplicativos que ofereçam um bom nível de interação de comunicação. Com base nos 17 termos, serão apresentadas as seguintes diretrizes, respeitando a ordem de frequência em que foram compiladas.

7.4. Diretrizes finais

Diretriz 1 - O ambiente virtual deve ser interativo: uma interface estática pode resultar em tédio para o usuário, em detrimento do interesse e motivação. Para promover a experiência do usuário com o ambiente utilizado, os desenvolvedores devem criar ambientes interativos, que permitam ao aluno manipular e modificar suas variáveis, e que forneça feedback ao usuário sobre como suas alterações afetam a dinâmica do ambiente.

Diretriz 2 - O ambiente virtual deve ser planejado pedagogicamente: a falta de planejamento pedagógico pode tornar o ambiente complexo e desorganizado, de modo que os elementos pedagógicos não estejam de acordo com o nível de usuário, interface e tecnologia empregados, resultando em sobrecarga, desmotivação e falta de interesse dos alunos. Designers e desenvolvedores devem usar técnicas de design instrucional, teorias relacionadas à educação e considerar a opinião dos profissionais da área.

Diretriz 3 - O ambiente virtual deve ser claro e objetivo: um ambiente complexo com sobrecarga de informações e sem instruções claras pode reduzir a atenção do aluno, contribuindo para o desligamento. O ambiente deve ter

uma interface amigável e objetiva, bem como um manual, se o usuário precisar de ajuda.

Diretriz 4 - O ambiente virtual deve problematizar a experiência: problematizar a experiência para que o aluno perceba o tema do ambiente como pertinente a ser resolvido, pode ser uma técnica eficiente para promover o interesse e a motivação do aluno. Assim, se possível, deve-se contextualizar o recurso educacional tecnológico (criando uma narrativa, aplicando desafios e tarefas) para que o aluno também perceba o processo de aprendizagem dentro do ambiente.

Diretriz 5 - O ambiente virtual deve proporcionar beleza visual e auditiva: aspectos estéticos são essenciais para se envolver, já que os nativos digitais estão acostumados a jogos, filmes e sistemas com gráficos e áudio de alta qualidade, então eles têm grandes expectativas quanto aos recursos digitais.

Diretriz 6 - O ambiente virtual deve ser planejado e desenvolvido usando processos de engenharia de software: o planejamento de software aumenta a produtividade e ajuda a manter o escopo do projeto, por isso é essencial atender aos requisitos do sistema.

Diretriz 7 - O ambiente virtual deve usar o HMD: o uso de HMD promove motivação, interesse e, principalmente, imersão, além de captar a atenção do usuário, uma vez que estimula os principais sentidos humanos (visão e audição).

Diretriz 8 - O ambiente virtual deve ter técnicas de gamificação: a gamificação consiste em usar técnicas, estratégias e aspectos do design de jogos em outros contextos, que não apenas envolvem o universo dos jogos. Através da gamificação, é possível modificar rotinas de trabalho ou estudo e, conseqüentemente, promover o instinto competitivo do usuário com desafios dinâmicos.

Diretriz 9 - Aspectos de qualidade de software devem ser considerados durante o desenvolvimento de um ambiente virtual: o controle de qualidade de software durante o desenvolvimento é essencial quando se pretende alcançar os objetivos de um determinado projeto, a fim de garantir uma aplicação de acordo com o escopo planejado, para atingir taxas de aceitação mais altas do usuário final.

Diretriz 10 - O ambiente virtual deve ser multiplataforma: o ambiente virtual deve considerar aspectos como limitações tecnológicas e preferências do usuário. Portanto, se possível, ambientes virtuais devem ser desenvolvidos considerando diversas plataformas (Computador, Web, Mobile, RV).

Diretriz 11 - O ambiente virtual não deve usar apenas um recurso linguístico: a falta de recursos linguísticos em um ambiente virtual pode reduzir a dedicação e o comprometimento do aluno. Portanto, vários recursos de comunicação (texto, imagem, multimídia, vídeo, etc.) devem ser considerados de acordo com o estilo cognitivo de cada usuário.

Diretriz 12 - O ambiente virtual deve ser projetado e desenvolvido por uma equipe multidisciplinar: um recurso

educacional tecnológico com boas perspectivas de aceitação é comumente baseado em diferentes áreas de conhecimento, por isso é fundamental que ele não seja desenvolvido por apenas um profissional.

Diretriz 13 - O ambiente virtual deve proporcionar sentimentos de autonomia ao usuário: a sensação de estar no controle de uma atividade ou experiência específica promove o envolvimento do usuário com o sistema.

Diretriz 14 - O ambiente virtual deve ser colaborativo: as atividades realizadas juntas oferecem vantagens significativas quando comparadas a um modelo de aprendizado individual.

Diretriz 15 - O ambiente virtual deve se apresentar em formato de jogo na maior parte do tempo: os jogos são ferramentas motivadoras e prendem a atenção do usuário. Nesse sentido, o ambiente deve considerar a inclusão de características e fundamentos de jogos sérios.

Diretriz 16 - O ambiente virtual deve usar linguagem adequada para o público-alvo: a falta de compreensão linguística em um ambiente virtual pode levar à falta de interesse do usuário durante seu uso. A adaptação da linguagem considerando o público-alvo é fundamental para promover o engajamento do usuário.

Diretriz 17 - O ambiente virtual não deve usar atividades repetitivas: um ambiente com poucas mudanças e atividades repetitivas torna a experiência monótona e pode levar ao desengajamento do usuário com o ambiente.

8. Validação

A avaliação das diretrizes foi realizada por meio de um questionário virtual dirigido a profissionais da área de Tecnologia da Informação. O questionário foi o instrumento metodológico que orientou essa avaliação e objetivou mensurar a utilidade, adequação e clareza do conjunto de diretrizes propostas neste estudo. Como resultado, foram identificados 8 participantes, em que, quanto ao nível de escolaridade, 25,5% são estudantes de doutorado e 37,5% são estudantes de mestrado. Quanto à área de atuação, 100% dos participantes estão na área de Tecnologia da Informação. Na tabela 2 são evidenciados os seguintes campos: Utilidade (U), Adequação ao Engajamento (AE), Clareza (C) e por fim, Pontuação Final (PF). Quanto a pontuação média das diretrizes foi de 6,35 / 7,00. A partir disso, é possível verificar uma avaliação positiva do conjunto de diretrizes pelos avaliadores. É importante ressaltar que a diretriz com maior pontuação foi a diretriz 3, com 6,74 / 7,00, seguida das diretrizes 2 e 12, respectivamente, com pontuação média de 6,62 / 7,00 e 6,58 / 7,00.

Tabela 2. Pontuação de Avaliação de Diretrizes

Diretriz	U	AE	C	PF
1	6,75	6,50	6,50	6,58
2	6,87	6,50	6,50	6,62
3	6,87	6,75	6,62	6,74
4	6,62	6,37	6,62	6,53

5	6,25	6,25	6,62	6,37
6	6,12	6,12	5,74	5,99
7	6,62	5,74	6,50	6,28
8	6,62	6,37	6,00	6,33
9	6,12	5,74	6,62	6,16
10	6,25	6,00	6,87	6,37
11	6,50	6,50	6,37	6,45
12	6,25	6,50	7	6,58
13	6,00	6,25	6,50	6,25
14	6,50	5,37	5,75	5,87
15	6,00	6,62	6,62	6,41
16	6,62	6,37	6,50	6,49
17	6,37	5,37	6,37	6,04

Verificou-se que os avaliadores consideraram clareza, objetividade e simplicidade, bem como o desenvolvimento amparado pelo planejamento pedagógico e desenhados por uma equipe multidisciplinar, como os fatores mais importantes no desenvolvimento de um ambiente de realidade virtual envolvente. O menor escore foi encontrado nas diretrizes 6 e 14, que apresentaram, respectivamente, valor 5,99 / 7,00 e 5,87 / 7,00. Embora essas diretrizes tenham a pontuação mais baixa, é razoável inferir que o julgamento de valor foi positivo.

O engajamento do estudante constitui um instrumento cada vez mais importante no projeto e desenvolvimento de aplicações para o contexto educacional. Neste contexto, conforme O'Brien e Toms [7], o engajamento pode evitar que um recurso tecnológico seja rapidamente ignorado por não cativar os usuários.

Assim, o conjunto de diretrizes resultante é uma proposta que visa contribuir com projetistas e desenvolvedores de Ambiente Virtuais Imersivo Envolvente. Sendo assim, constitui a principal contribuição deste estudo.

Diante dos resultados apresentados, constatou-se que o conjunto de diretrizes listadas não apresentou resultados negativos, uma vez que os avaliadores não pontuaram nenhum atributo com valor menor que (4). Também é possível afirmar que o conjunto de diretrizes alcançou o objetivo de elucidar as melhores práticas para fomentar o envolvimento em ambientes de realidade virtual.

Conclusões

A complexidade do compromisso dos alunos com a aprendizagem ativa como resultado de suas muitas necessidades e demandas da rotina diária é evidente. No entanto, pesquisas mostram que o uso da Realidade Virtual, além de inúmeros benefícios, como redução de custos e impacto ambiental, também promove a produtividade, pois desperta a curiosidade dos alunos, motivando-os com seus estudos.

Portanto, este artigo descreveu o desenvolvimento de diretrizes, de modo que sirvam como suporte para desenvolvedores e pesquisadores de software, para desenvolver e utilizar ambientes de realidade virtual que forneçam uma experiência mais produtiva e mais

satisfatória para o aluno. Buscando maior eficiência, o método de desenvolvimento das diretrizes baseou-se na Teoria do Engajamento [12]. A coleta de dados foi realizada em experiências com estudantes e aplicação de questionários com professores.

A validação das diretrizes finais foi feita combinando os métodos de [23] e [34] e, avaliados por profissionais da área de tecnologia, responsáveis pelo desenvolvimento de recursos educacionais tecnológicos, para garantir uma avaliação minuciosa do processo. Como limitações do trabalho que possam ser reconhecidas, se entende como principal o número reduzido de docentes que participaram do processo de validação, o que pode acarretar em possíveis variâncias em alguns pontos dos resultados.

Assim, o conjunto resultante de 17 diretrizes é uma proposta que visa contribuir para o processo de desenvolvimento e uso de ambientes de realidade virtual e caracteriza a principal contribuição deste estudo. Um aspecto que precisa ser considerado na concepção de Ambientes Virtuais é o engajamento do usuário. Visto que eles possuem características para fomentar o envolvimento do estudante, o que pode acarretar em uma aprendizagem eficiente. Neste contexto, com o desenvolvimento das Diretrizes, foi proposto que projetistas e desenvolvedores tenham um instrumento para nortear o projeto e implementação de Ambientes Virtuais Imersivos Envolventes.

Desta forma, buscou-se fornecer solução para o problema da dificuldade existente no envolvimento do estudante com o processo tradicional de ensino, cuja solução de acordo com os resultados obtidos, se mostrou adequada com a busca por engajamento e foi bem aceita pelos pesquisadores (alunos de pós-graduação e professores) da área. O trabalho futuro pretende utilizar este conjunto de diretrizes para a elaboração de um ambiente de realidade virtual e analisar seu impacto no âmbito educacional.

Notas

- ¹ Google Play <https://play.google.com/store/>
- ² Google Forms <https://www.google.com/forms/about/>
- ³ QDA MINER <https://provalisresearch.com/products/qualitative-data-analysis-software/freeware/>

Referencias

- [1] J. Palfrey and U. Gasser, *Nascidos na era digital: entendendo a primeira geração de nativos digitais*. Penso Editora, 2011.
- [2] M. Henderson, N. Selwyn, G. Finger and R. Aston, "Students' everyday engagement with digital technology in university: exploring patterns of use and 'usefulness'," *Journal of Higher Education Policy and Management*, vol. 37, no. 3, pp. 308-319, 2015.
- [3] G. B. Voss. (2014). TCN5-Teaching Computer Networks in a Free Immersive Virtual Environment.

- [Online]. Available: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/5425>.
- [4] M. Hussein and C. Nätterdal, *The benefits of virtual reality in education-A comparison Study*. 2015.
- [5] L. Freund, R. Kopak and H. O'Brien, "The effects of textual environment on reading comprehension: Implications for searching as learning," *Journal of Information Science*, vol. 42, no. 1, pp. 79-93, 2016.
- [6] S. Attfield, G. Kazai, M. Lalmas and B. Piwowarski, "Towards a science of user engagement," in *WSDM workshop on user modelling for Web applications*, 2011, pp. 9-12.
- [7] H. L. O'Brien and E. G. Toms, "The development and evaluation of a survey to measure user engagement," *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, vol. 61, no. 1, pp. 50-69, 2010.
- [8] F. Herpich and L. M. R. Tarouco, "Engajamento de usuários em mundos virtuais: Uma análise teórica-prática," *RENOTE*, vol. 14, no. 1, 2016.
- [9] H. Kim, "Effective organization of design guidelines reflecting designer's design strategies," *International Journal of Industrial Ergonomics*, vol. 40, no. 6, pp. 669-688, 2010.
- [10] G. T. Perry and M. N. O. Quixaba, "Diretrizes para design de recursos educacionais digitais voltados à educação bilíngue de surdos," *RENOTE*, vol. 15, no. 2, pp. 277-285, 2017.
- [11] T. Moesgaard, J. Fiss, C. Warming, J. Klubien and H. Schoenau-Fog, "Implicit and explicit information mediation in a virtual reality museum installation and its effects on retention and learning outcomes," in *Proceedings of European Conference on Games Based Learning*, 2015, p. 387.
- [12] H. L. O'Brien and E. G. Toms, "What is user engagement? A conceptual framework for defining user engagement with technology," *Journal of the American society for Information Science and Technology*, vol. 59, no. 6, pp. 938-955, 2008.
- [13] D. Carvalho, F. G. Fernandes and A. Cardoso, "Ferramenta baseada em Realidade Virtual para apoio ao estudo de Árvores do Cerrado," in *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, 2015, p. 1194.
- [14] A. Fabola, A. Miller and R. Fawcett, "Exploring the past with Google Cardboard," in *2015 Digital Heritage*, IEEE, 2015. pp. 277-284.
- [15] M. Hu and H. Li, "Student Engagement in Online Learning: A Review," in *2017 International Symposium on Educational Technology (ISET)*, IEEE, 2017, pp. 39-43.
- [16] L. M. de Martins and J. L. D. Ribeiro, "Engajamento do estudante no ensino superior como indicador de avaliação," *Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior*, vol. 22, no. 1, pp. 223-247, 2016.
- [17] H. L. O'Brien, P. Cairns, M. Hall, "A practical approach to measuring user engagement with the refined user engagement scale (UES) and new UES short form," *International Journal of Human-Computer Studies*, vol. 112, pp. 28-39, 2018.
- [18] R. Jacques, "Engagement as a design concept for multimedia," *Canadian Journal of Educational Communication*, vol. 24, no. 1, pp. 49-59, 1995.
- [19] M. I. C. Vitória, A. Casartelli, R. M. Rigo and P. T. Costa, "Engajamento acadêmico: desafios para a permanência do estudante na Educação Superior," *Educação*, vol. 41, no. 2, pp. 262-269, 2018.
- [20] S. Gale. "A collaborative approach to developing style guides," in *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, ACM, 1996. pp. 362-367.
- [21] P. Reed, K. Holdaway, S. Isensee, E. Buie, J. Fox, J. Williams and A. Lund, "User interface guidelines and standards: progress, issues, and prospects," *Interacting with Computers*, vol. 12, no. 2, pp. 119-142, 1999.
- [22] C. A. Gumussoy, "Usability guideline for banking software design," *Computers in Human Behavior*, vol. 62, pp. 277-285, 2016.
- [23] S. Cronholm, "The usability of usability guidelines: a proposal for meta-guidelines," in *Proceedings of the 21st Annual Conference of the Australian Computer- Human Interaction Special Interest Group: Design: Open 24/7*, ACM, 2009. pp. 233-240.
- [24] R. Wilson, M. Landoni and F. Gibb, "Guidelines for designing electronic books," in *International Conference on Theory and Practice of Digital Libraries*, Springer, Berlin, Heidelberg, 2002. pp. 47-60.
- [25] L. Colombo, M. Landoni and E. Rubegni, "Design guidelines for more engaging electronic books: insights from a cooperative inquiry study," in *Proceedings of the 2014 conference on Interaction design and children*, ACM, 2014. pp. 281-284.
- [26] G. Kim, *Designing virtual reality systems*. Springer-Verlag London Limited, 2005.
- [27] M. de Souza Miranda, M. T. Gonçalves, "Brain Studants: Games E Realidade Virtual E Misturada Como Metodologia Ativa No Ensino De Ciências Para Alunos Do 6º Ano Do Ensino Fundamental Em Araguatins, To," *International Journal Education And Teaching (PDVL)*, vol. 2, no. 1, pp. 179-192, 2019.
- [28] L. R. Tibola, *Fatores ensejadores de engajamento em ambientes de mundos virtuais*. 2018.
- [29] R. Tori, *Educação Sem Distância: As Tecnologias Interativas na Redução de Distâncias em Ensino e Aprendizagem*. São Paulo: Editora Senac, 2010.

[30] A. G. Gallagher et al., "Virtual reality simulation for the operating room: proficiency-based training as a paradigm shift in surgical skills training," *Annals of surgery*, vol. 241, no. 2, pp. 364, 2005.

[31] M. D. A. Marconi and E. M. Lakatos, *Fundamentos de metodologia científica*. 5. Ed. São Paulo: Atlas, 2003.

[32] A. C. F. Terence and E. Escrivão Filho, "Abordagem quantitativa, qualitativa e a utilização da pesquisa-ação nos estudos organizacionais," *Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, vol. 26, pp. 1-9, 2006.

[33] M.W. Bauer and G. Gaskell, *Pesquisa qualitativa com texto: imagem e som: um manual prático*. Petrópolis, Vozes, 2002.

[34] R. Savi, C. Wangenheim and A. Borgatto, "Um modelo de avaliação de jogos educacionais na engenharia de software," in *Anais do XXV Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software (SBES 2011)*, São Paulo, 2011.

[35] Y. H. Hung, and P. Parsons, "Assessing user engagement in information visualization," in *Proceedings of the 2017 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, ACM, 2017. pp. 1708-1717.

[36] L. N. Vitter, "Interação e engajamento em ambiente virtual de aprendizagem: um estudo de caso," Tese de Doutorado, Dissertação de mestrado do Programa Interdisciplinar em Linguística Aplicada, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, Brasil, 2013. [Online]. Available: <http://www.lingnet.pro.br/media/dissertacoes/katia/2013-lucianaviter.pdf>.

[37] H. L. O'Brien and M. Lebow, "Mixed-methods approach to measuring user experience in online news interactions," *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, vol. 64, no. 8, pp. 1543-1556, 2013.

[38] C. Jennett, A. L. Cox, P. Cairns, S. Dhoparee, A. Epps, T. Tjies and A. Walton, "Measuring and defining the experience of immersion in games," *International journal of human-computer studies*, vol. 66, no. 9, pp. 641-661, 2008.

Información de Contacto de los Autores:

Wendel Souto

UFSM
Santa Maria - RS
Brasil
reinheimer.wendel@gmail.com

Aderson Carvalho

UFSM
Santa Maria - RS
Brasil
acarvalho@inf.ufsm.br

Felipe Nunes

AMF
Santa Maria - RS
Brasil
nunesfb@gmail.com

Roseclea Medina

UFSM
Santa Maria - RS
Brasil
roseclea.medina@gmail.com

Vinicius Lopes

UFSM
Santa Maria - RS
Brasil
vlopes@inf.ufsm

Wendel Souto

Possui graduação em Ciência da Computação pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões. Atua no GRECA na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

Aderson Carvalho

Graduação em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Santa Maria, Brasil (2015).

Felipe Nunes

Doutor em Informática na Educação pelo PPGIE na UFRGS. Mestre em Ciência da Computação pelo PPGI da UFSM. Bacharel em Sistemas de Informação na Universidade Luterana do Brasil (ULBRA - Santa Maria).

Roseclea Medina

Possui mestrado em Computação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1995) e doutorado em Informática na Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2004). Atualmente é professor associado da Universidade Federal de Santa Maria.

Vinicius Lopes

Aluno de Mestrado em Ciência da Computação pelo PPGI da UFSM. Atua no GRECA na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).