

IVR DESIGN: AVALIAÇÃO DE UM MODELO PARA O DESIGN DE AMBIENTES DE REALIDADE VIRTUAL COM FOCO NO ENSINO DE INGLÊS SOB A PERSPECTIVA DOS ESTUDANTES

IVR DESIGN: EVALUATION OF A MODEL FOR THE DESIGN OF VIRTUAL REALITY ENVIRONMENTS WITH FOCUS ON ENGLISH LEARNING FROM THE PERSPECTIVE OF STUDENTS

Jéssica Rodrigues Esteves¹

Berenice Santos Gonçalves²

Jorge C. S. Cardoso³

Resumo

A crescente popularidade das tecnologias de realidade virtual amplia suas possibilidades de uso e aplicação. Contudo, o design de ambientes de realidade virtual é complexo, exigindo definição de objetivos, seleção de tecnologias e compreensão dos contextos culturais. Dado o contexto, esse artigo tem como objetivo avaliar a clareza, relevância e aplicabilidade de um modelo para o design de ambientes de realidade virtual durante um *workshop* realizado na disciplina Ambientes Interativos de Realidade Virtual, pertencente aos cursos de mestrado do Departamento de Engenharia Informática da Universidade de Coimbra, Portugal. No *workshop*, os estudantes utilizaram o modelo para a concepção de um projeto de realidade virtual para o contexto de ensino de inglês, bem como avaliaram o mesmo por meio de um grupo focal. Os resultados do estudo destacaram a importância do modelo para o design de ambientes de realidade virtual e sugeriram ajustes para torná-lo mais adequado ao seu objetivo.

Palavras-chave: realidade virtual; modelo; avaliação; design de ambientes; ensino de inglês.

Abstract

The growing popularity of virtual reality technologies expands their possibilities of use and application. However, designing virtual reality environments is complex, requiring the definition of objectives, selection of technologies, and understanding of cultural contexts. Given this context, this article aims to evaluate the clarity, relevance, and applicability of a model for the multimodal design of virtual reality environments during a *workshop* held in the Interactive Virtual Reality Environments course, which is part of the master's programs of the Department of Informatics Engineering at the University of Coimbra, Portugal. In the *workshop*, students used the model to design a virtual reality project for the context of English language teaching, as well as evaluated it through a focus group. The study results highlighted the importance of the model for designing virtual reality environments and suggested adjustments to make it more suitable for its purpose.

Keywords: virtual reality; model; evaluation; environmental design; English teaching.

1 Doutora em Design, UFSC – CCE – Centro de Comunicação e Expressão, Florianópolis, SC, Brasil. jessica.rodrigues.esteves@gmail.com; ORCID: 0000-0002-7800-7224.

2 Professora Doutora, UFSC – CCE – Centro de Comunicação e Expressão, Florianópolis, SC, Brasil. berenice@cce.ufsc.br; ORCID: 0000-0002-0740-4281.

3 Professor Doutor, UC – DEI – Departamento de Engenharia Informática, Coimbra, Portugal. jorgecardoso@dei.uc.pt; ORCID: 0000-0002-0196-2821.

1. Introdução

O avanço tecnológico trouxe uma diversidade de interfaces que facilitaram a utilização de tecnologias imersivas, como a realidade virtual (PREECE; ROGERS; SHARP, 2019). Nesse contexto, a realidade virtual (RV) obteve maior popularidade e expansão, sendo ainda considerada uma nova tecnologia por estar em constante expansão (SHERMAN; CRAIG, 2018). Por isso, sua definição encontra-se em construção com diferentes interpretações entre os pesquisadores.

Para LaValle (2016), a realidade virtual trata-se da indução de um comportamento orientado em um organismo por meio da estimulação sensorial artificial, de modo que o organismo tenha pouca ou nenhuma consciência da interferência. Jerald (2015), por sua vez, traz uma definição mais atrelada aos aspectos computacionais ao explicitar que a realidade virtual pode ser definida como um ambiente digital gerado por computadores e que pode ser experienciado de forma interativa como se fosse real. Sob essa mesma perspectiva, Tori, Kirner e Siscoutto (2006) definem a realidade virtual como uma interface avançada que permite aos usuários acessar aplicações computacionais, possibilitando a visualização, navegação e interação em tempo real dentro de ambientes tridimensionais gerados por computador. Por fim, Sherman e Craig (2018) definem a realidade virtual como um meio composto por simulações interativas de computador que compreende a posição e as ações do participante, substitui ou aumenta a resposta sensorial, dando assim a impressão de estar mentalmente imerso ou presente na simulação.

Os autores (SHERMAN; CRAIG, 2018; LAVALLE, 2016; JERALD, 2015; TORI; KIRNER; SISCOOTTO, 2006) concordam que a realidade virtual oferece o mais alto grau de imersão, permitindo que os usuários interajam plenamente com simulações geradas por computador, explorando experiências sensoriais em um mundo virtual. As aplicações de RV induzem uma sensação de presença, ou seja, a percepção de estar fisicamente presente no ambiente virtual (BOWMAN; MCMAHAN, 2007). Dessa forma, os ambientes de RV possibilitam a coexistência de agentes humanos e virtuais, criando uma experiência de realidade mista entre os mundos físico e virtual (ZHANG, 2023).

Nos últimos anos, os dispositivos de RV para consumidores tornaram-se mais acessíveis, o que ocasionou um aumento no número de utilizadores (AVOLA et al., 2023). Como resultado, a RV tem sido utilizada em treinamentos em diversas áreas, a saber: processos industriais (LV, 2020; MANCA et al., 2024), patrimônio cultural (BEKELE et al., 2018; TAIPINA; CARDOSO, 2022), treinamento militar (MANCA et al., 2024), cirurgia (JENSEN, KONRADSEN, 2024, geografia (LV et al., 2017), física (STELLA et al., 2022) e ensino de línguas (SOTO et al., 2020; CAI et al., 2021; CHANDRA et al., 2021; CHIEN et al., 2019; FRAZIER et al., 2021; LIN et al., 2021; PINTO et al., 2021; KHATOONY, 2019; BACCA-ACOSTA et al., 2021; SUN et al., 2020; CHEN, 2022; HUANG et al., 2018).

Em ambientes educacionais, o uso da realidade virtual pode proporcionar uma exposição a cenários desafiadores, permitindo que os alunos pratiquem repetidamente novas habilidades em um ambiente propício à correção e ao erro (JENSEN, L.; KONRADSEN, 2018). A RV pode estimular o ensino de inglês devido ao seu potencial para criar um ambiente imersivo e interativo que enriquece a experiência de aprendizado de línguas (CHANDRA ET AL., 2021; FRAZIER ET AL., 2021; BACCA-ACOSTA ET AL., 2021; LIN E WANG, 2021; CHEN, 2022; XUE, 2022). Pinto et al. (2021) relataram que a RV melhora a aprendizagem de línguas ao aumentar a motivação e o engajamento dos alunos, introduzindo elementos gamificados no processo de aprendizagem. Além disso, as tecnologias de RV podem apoiar a aquisição de uma segunda língua, sendo crucial sua integração com métodos de ensino tradicionais para promover o

avanço do conhecimento e facilitar a adaptação a vários métodos e contextos de interação, especialmente no aprendizado de línguas estrangeiras.

Estudos recentes tratam da criação, desenvolvimento e testagem de diferentes aplicações que utilizam a realidade virtual como suporte para o ensino de línguas (SOTO et al., 2020; CAI et al., 2021; CHANDRA et al., 2021; CHIEN et al., 2019; FRAZIER et al., 2021; LIN et al., 2021; PINTO et al., 2021; KHATOONY, 2019; BACCA-ACOSTA et al., 2021; SUN et al., 2020; CHEN, 2022; HUANG et al., 2018). Em uma revisão sistemática que abrangeu 32 estudos revisados por pares publicados entre 2015 e 2020, Dhimolea, Kaplan-Rakowski e Lin (2022) descobriram que múltiplas exposições à realidade virtual são eficazes para o aprendizado. Além disso, a RV mostrou-se vantajosa para o aprendizado contextual de vocabulário e as percepções do aprendizado de idiomas baseado em RV foram positivas.

Dado o contexto, identifica-se que várias aplicações de realidade virtual têm sido desenvolvidas para o ensino de inglês. Contudo, não foram identificados estudos que apresentem diretrizes ou recomendações específicas para o design de aplicações para esse contexto de ensino. O design de ambientes de realidade virtual é complexo, exigindo a definição de objetivos, a seleção de tecnologias e a compreensão dos contextos culturais. De acordo com Jerald (2016), não existe um único processo de design adequado para todos os projetos, pois a realidade virtual abrange diferentes setores e aplicações.

Com base no exposto, este estudo está vinculado a uma pesquisa de doutorado que teve como objetivo desenvolver um modelo para o design de ambientes de realidade virtual no âmbito do ensino de inglês. Denominado iVRE Design, o modelo foi desenvolvido com base em uma revisão narrativa, uma revisão sistemática da literatura e entrevistas com especialistas em realidade virtual. Os resultados desses procedimentos resultaram na definição dos aspectos e categorias que compõe a primeira versão do modelo, que foi avaliado durante um *workshop*. Assim, neste artigo são apresentados o contexto da pesquisa, seguido dos aspectos e categorias que compõem o modelo, os procedimentos metodológicos e, por último, os resultados do *workshop* de avaliação.

2. A Realidade Virtual no Contexto do Ensino de Inglês

No contexto educacional, a realidade virtual (RV) pode proporcionar aos estudantes a exposição a diferentes cenários, permitindo-lhes aprimorar novas habilidades em um ambiente seguro e propício para testes e experimentos (JENSEN, L.; KONRADSEN, 2018). Por isso, a RV tem sido utilizada no ensino de línguas, sobretudo o inglês, por proporcionar um ambiente imersivo e interativo que enriquece a experiência de aprendizagem (HUANG ET AL., 2018; NA ET AL., 2020; CHANDRA ET AL., 2021; FRAZIER ET AL., 2021; BACCA-ACOSTA ET AL., 2021; LIN E WANG, 2021; CHEN, 2022; XUE, 2022).

A aprendizagem de inglês envolve quatro habilidades linguísticas, a saber: auditiva, oral, leitura e escrita. Essas habilidades são intimamente relacionadas entre si: ouvir, frequentemente implica em falar e, por sua vez, falar, quase sempre implica em ouvir; da mesma forma que escrever e ler estão interligadas com ouvir e falar (BROWN; LEE, 2015). Ao longo da história do ensino de línguas, diferentes tecnologias têm sido incorporadas como recursos para motivar a aprendizagem dos estudantes (PAIVA, 2015; LEFFA, 2017). Logo, o ensino de línguas é sempre afetado pela tecnologia disponível (LEFFA, 2016), aspecto que impacta a maneira como uma língua é ensinada. A produção de recursos digitais têm sido interesse de diversos pesquisadores no âmbito do ensino de línguas (BEVILÁQUA; VETROMILLE-CASTRO; LEFFA, 2021). Pesquisas relataram que o uso de ferramentas digitais

para o desenvolvimento de habilidades orais em inglês diminui a ansiedade e aumenta as oportunidades para a prática da linguagem (PAIVA, 2018).

No contexto da realidade virtual, estudos recentes destacaram o seu potencial para o ensino de inglês, abordando temáticas como uso da gamificação (PINTO et al., 2021), benefícios da RV para a aprendizagem (DHIMOLEA; KAPLAN-RAKOWSKI; LIN, 2022), uso de diferentes métodos educacionais com apoio da RV (PARMAXI, 2020), e uso da tecnologia para estimular diferentes capacidades de aprendizagem (BAHARI, 2021). O aprendizado de línguas assistido por RV expandiu-se nos últimos anos e mostrou-se benéfico tanto nos aspectos cognitivos quanto afetivos (LEGAULT ET AL., 2019; PARMAXI, 2020; HUANG ET AL., 2021; HUA; WANG, 2023).

Pinto et al. (2021) relataram que a RV melhora a motivação e o engajamento no ensino de idiomas, pois introduz elementos de gamificação no processo de aprendizagem, além de permitir a inserção dos estudantes em contextos específicos para a aprendizagem de uma segunda língua. Parmaxi (2020) relatou que a RV tem o potencial de oferecer experiências de aprendizagem dinâmicas e aprimorar o aprendizado de idiomas, desenvolvendo a motivação, o pensamento crítico e as habilidades cognitivas. O uso da RV no ensino de línguas também levou a um aumento na aprendizagem do aluno e no desenvolvimento de habilidades do século XXI, como comunicação e resolução de problemas. Além disso, a RV oferece acesso a ambientes e situações difíceis de replicar em salas de aula tradicionais, facilitando a adoção de várias estratégias instrucionais. Já Bahari (2021) observou uma área de pesquisa favorável à aplicação de ferramentas e recursos de RV para melhorar as habilidades de escuta e fala na aprendizagem de idiomas em comparação com habilidades de leitura e escrita. O ambiente de RV fornece recursos que promovem o desenvolvimento de habilidades linguísticas por meio de estratégias como aprendizado contextualizado, experiências imersivas, aumento do engajamento, aprendizado interativo, colaboração e apoio.

Huang et al. (2023) observaram que as tecnologias de realidade virtual melhoram a aprendizagem de idiomas ao promoverem experiências imersivas e interativas, aumentaram a motivação e, também, reduzem a ansiedade de aprendizagem. No entanto, destacaram como um dos desafios a distração dos alunos causada pelo conteúdo virtual, o que pode desviar sua atenção. Além disso, a eficácia dessas tecnologias na promoção da aprendizagem de línguas pode depender de fatores como qualidade tecnológica, design de atividades, além das diferenças individuais dos estudantes.

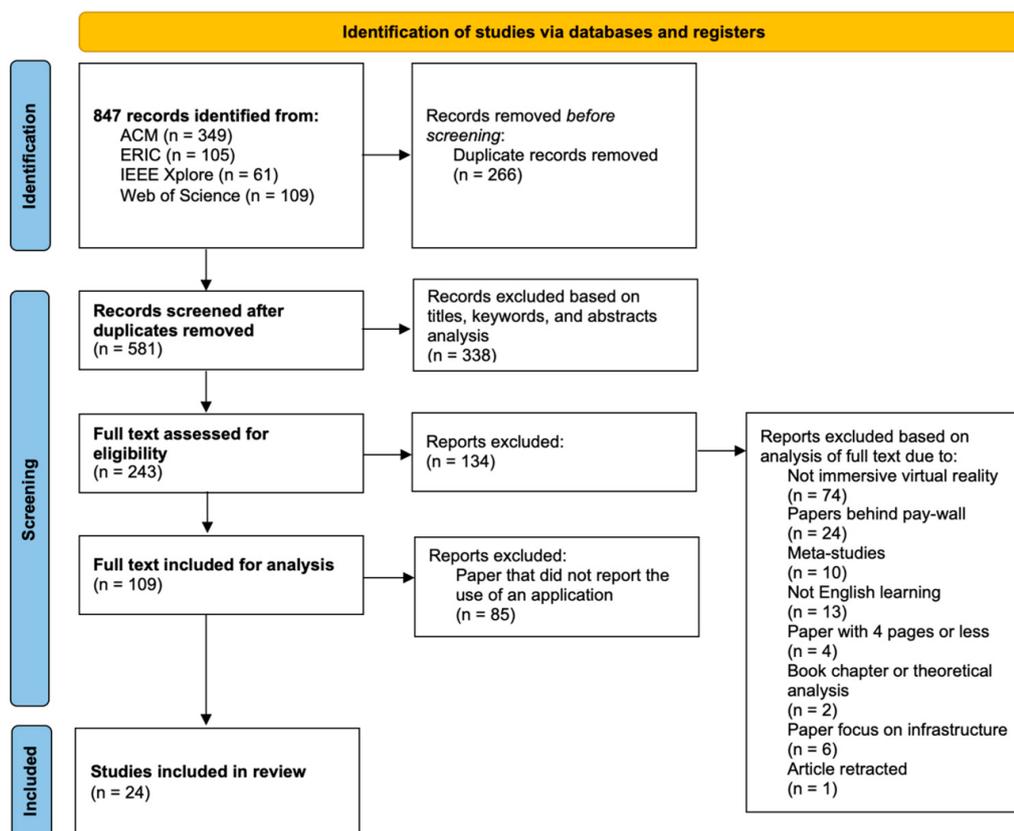
Peixoto et al. (2021) concluíram que a relação entre a realidade virtual e o aprendizado de línguas é positiva, especialmente quando comparada aos métodos pedagógicos convencionais. Eles observaram que a realidade virtual era mais envolvente e eficaz do que os métodos tradicionais de ensino de línguas. No estudo, os participantes que utilizaram a RV apresentaram uma retenção de vocabulário melhor do que aqueles que utilizaram métodos tradicionais. Além disso, o aspecto cinestésico da RV desempenhou um papel substancial na retenção de vocabulário.

Outras vantagens apontadas por estudos quanto ao uso da RV para o ensino de línguas enfatizam o aumento da motivação, interação e redução da ansiedade para aprender (HUANG et al., 2021), maior retenção de vocabulário quando comparado aos métodos tradicionais de ensino (PEIXOTO et al., 2021), desenvolvimento de habilidades de resolução de problema (PARMAXI, 2020), melhor desempenho nas habilidades de escuta e fala (BAHARI, 2021). Dessa forma, identifica-se que a aprendizagem de línguas apoiada pela realidade virtual tem se expandido nos últimos anos e, também, apresentando resultados positivos quanto aos aspectos cognitivos e afetivos que envolvem o processo de ensino-aprendizagem (LEGAULT et

al., 2019; PARMAXI, 2020; HUANG et al., 2021).

A fim de identificar recomendações de design para aplicações de realidade virtual imersiva para o contexto do ensino de inglês, foi realizada uma revisão sistemática da literatura (RSL). Nessa revisão, foi possível identificar dezoito categorias de recomendações, bem como identificar tendências relacionadas a universidades, publicações, dispositivos, sentidos humanos e plataformas de desenvolvimento (ESTEVES; CARDOSO; GONÇALVES, 2023). A fim de garantir a qualidade metodológica da RSL, foi utilizado o guia PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*), promovendo maior padronização e transparência no relato (PAGE et al, 2021). A partir da RSL, foram identificados de 847 trabalhos e, após as filtragens e análises, 24 estudos foram incluídos na revisão. O processo de identificação, triagem e inclusão foram realizados conforme especificado na Figura 1.

Figura 1: Diagrama PRISMA da revisão sistemática realizada.



Fonte: Esteves, Cardoso, Gonçalves, 2023.

Os resultados da RSL identificaram as seguintes recomendações relacionadas ao eixo de design: experiência cognitiva, conforto, design de conteúdo, design de interação, realismo, contexto de aprendizagem, senso de presença, experiência sensorial e design centrado no usuário. No eixo de aprendizagem, foram identificadas as seguintes categorias: aprendizagem adaptativa, competências, exposição cultural, engajamento, aprimoramento de habilidades, *feedback*, treinamento, resultados de aprendizagem, motivação e desenvolvimento de

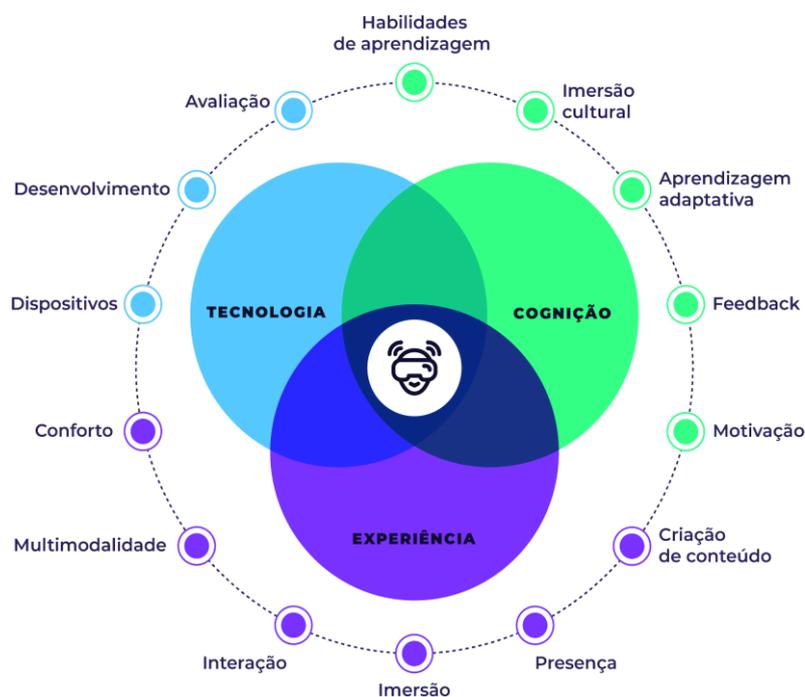
habilidades.

Com base nesses resultados, foi possível organizar e categorizar as informações, conforme explicitado por Esteves e Gonçalves (2024). Cabe destacar que, durante a criação do modelo, algumas categorias foram combinadas, enquanto outras permaneceram inalteradas (ESTEVES; GONÇALVES, 2024). Após a categorização dos resultados, foi criada a primeira versão do modelo, apresentada a seguir.

3. O Modelo iVRE Design

O modelo iVRE Design foi concebido com a finalidade de subsidiar o processo de design de ambientes de realidade virtual, especificamente no contexto do ensino de inglês. A nomenclatura iVRE Design é derivada do termo *Immersive Virtual Reality Environments*, sendo a utilização da letra “i” em minúsculo uma escolha deliberada para enfatizar o conceito de imersão inerente ao modelo. A proposta apresentada deve ser entendida como um modelo conceitual, pois contribui para o reconhecimento dos componentes de um problema, organizando categorias e evidenciando a relevância das relações entre os fatores (FRASCARA, 2018). Assim, ele oferece um arcabouço de conceitos e suas inter-relações, conforme destacado por Preece, Rogers e Sharp (2019).

Figura 2: Categorias e subcategorias da versão preliminar do modelo iVRE.



Fonte: Elaborado pelos autores.

O modelo foi organizado em três categorias principais, a saber: tecnologia, cognição e experiência, disponível na Figura 2. A categoria **tecnologia** refere-se aos elementos tangíveis, operacionais e funcionais envolvidos na implementação de um ambiente imersivo de realidade virtual. Já **cognição**, por sua vez, remete à aprendizagem de línguas, fornecendo contextos que

auxiliem na compreensão de como projetar. Em **experiência**, foram reunidos aspectos relacionados aos princípios fundamentais para projetar ambientes de realidade virtual.

Em cada uma das três categorias, foram incluídos aspectos que tratam da especificidade do design de ambientes para a realidade virtual, nomeados subcategorias. Elas têm como objetivo auxiliar na definição de elementos do ambiente de realidade virtual. As subcategorias foram incorporadas à representação gráfica do modelo, organizadas em um círculo próximo às categorias, de modo a evidenciar sua relação com elas. A Figura 2 ilustra a forma visual do modelo preliminar, contendo as categorias e subcategorias. Dessa forma, o modelo possui a intenção de ser iterativo, flexível e customizável.

Em **cognição**, foram identificadas cinco subcategorias, a saber: habilidades de linguagem, imersão cultural, aprendizagem adaptativa, *feedback* e motivação. A categoria habilidades de linguagem trata dos aspectos que envolvem as quatro habilidades linguísticas para a aprendizagem, sendo a fala, a audição, a escrita e a leitura (BROWN; LEE, 2015). Ambas as habilidades são interrelacionadas e cruciais para que o estudante adquira fluência.

A imersão cultural, por sua vez, trata da incorporação de aspectos culturais da língua para aprendizagem. A aprendizagem adaptativa refere-se à capacidade do ambiente de se ajustar às variadas necessidades e preferências dos alunos. Essa capacidade influencia as atividades que serão realizadas, bem como os resultados.

O *feedback* refere-se ao uso de estratégias voltadas para aumentar o engajamento e a aprendizagem. A motivação relata do uso de estratégias para incentivar o estudante a continuar utilizando o ambiente de realidade virtual imersiva. Incentivar a motivação é essencial para o design de experiências eficazes de aprendizado, pois atividades interativas aumentam a participação ativa e o engajamento dos estudantes.

Na categoria **experiência**, foram caracterizadas seis subcategorias, a saber: criação de conteúdo, presença, imersão, interação, multimodalidade e conforto. A criação de conteúdo abrange tipo de conteúdo que será utilizado na aplicação, como a história, o design do ambiente e a adaptação de conteúdo existente para a realidade virtual.

A presença diz respeito à sensação de estar mentalmente imerso em um ambiente (SHERMAN; CRAIG, 2018). É o estado psicológico em que o usuário não reconhece total e precisamente o papel da tecnologia na experiência. Essa categoria compreende os aspectos que podem intensificar a sensação de presença em uma experiência em RV, tais como o uso dos sentidos e das *affordances* físicas e sociais. A imersão, por sua vez, refere-se à sensação de estar completamente envolvido em um ambiente virtual criado por um sistema de realidade virtual (SHERMAN; CRAIG, 2018). Nesta categoria, a imersão trata dos níveis de imersão, bem como a imersão narrativa e tecnológica.

Na sequência, a interação trata de como o usuário se comunicará com o ambiente de realidade virtual por meio de dispositivos de entrada e saída. A interação faz referência ao *input* e *output*, termos que remetem à entrada e saída de dados de um sistema (PREECE; ROGERS; SHARP, 2019).

O conceito de multimodalidade refere-se às questões relacionadas ao uso dos sentidos humanos e à interpretação das sensações para agregar significado. O design multimodal define as modalidades humanas como padrões que moldam a maneira como as pessoas utilizam os canais sensoriais para informar seus comportamentos e realizar tarefas específicas (PARK; ALDERMAN, 2018). A perspectiva da multimodalidade apresenta elementos para o design multimodal que abordam os diferentes modos de significação e suas inter-relações (NLG,

1996; KRESS; VAN LEEUWEN, 2001, KRESS, 2010; JEWITT, 2013).

Na categoria **tecnologia** foram determinadas três subcategorias, a saber: dispositivos, desenvolvimento e avaliação. Essa categoria tem como objetivo abordar questões técnicas relacionadas ao design de ambientes de realidade virtual, por isso desdobra-se em: dispositivos, desenvolvimento e avaliação. O objetivo dessa categoria não é mencionar a melhor solução tecnológica para o design do ambiente de realidade virtual e, sim, instruir os designers e desenvolvedores a identificarem qual a melhor tecnologia para o projeto que estão desenvolvendo. A subcategoria Dispositivos refere-se à escolha dos dispositivos de realidade virtual para os quais a aplicação será projetada. Por sua vez, em desenvolvimento trata da definição de linguagens e bibliotecas para o desenvolvimento do ambiente de realidade virtual. Por fim, a avaliação refere-se a aspectos relacionados à avaliação da experiência de uso do ambiente.

A fim de auxiliar a compreensão e o uso do modelo no contexto de projeto, foram elaboradas questões de apoio para cada subcategoria do modelo apresentada na Figura 2. As questões foram organizadas em um quadro contendo o nome da subcategoria, a descrição e as questões, como pode ser observado no Quadro 1.

Quadro 1: Quadro explicativo do modelo preliminar.

COGNIÇÃO		
Subcategoria	Descrição	Questões Norteadoras
Habilidades para a aprendizagem	Refere-se ao uso das quatro habilidades (ouvir, falar, escrever e ler) para que o aluno adquira fluência.	<ul style="list-style-type: none"> • Quais habilidades linguísticas serão exploradas? • Quais habilidades linguísticas serão enfatizadas? • Como o ambiente explorará essas habilidades?
Imersão cultural	Refere-se à incorporação de aspectos culturais da língua para o aprendizado.	<ul style="list-style-type: none"> • Quais elementos culturais serão incorporados ao ambiente para aprimorar o aprendizado?
Aprendizagem adaptativa	Refere-se à capacidade do ambiente de se adaptar às diferentes necessidades e preferências dos alunos.	<ul style="list-style-type: none"> • A aplicação de realidade virtual pode se adaptar às necessidades individuais e aos níveis de proficiência dos alunos? • O ambiente fornecerá recursos e atividades personalizados para o aluno?
Feedback	Refere-se ao uso de estratégias destinadas a aumentar o engajamento e o aprendizado.	<ul style="list-style-type: none"> • Como o ambiente facilitará o <i>feedback</i>?
Motivação	Refere-se ao uso de estratégias para incentivar o aluno a continuar utilizando o ambiente imersivo de realidade virtual.	<ul style="list-style-type: none"> • Quais elementos serão adicionados para desafiar os alunos em seu processo de ensino e aprendizagem?
Experiência		
Subcategoria	Descrição	Questões Norteadoras
Criação de conteúdo	Refere-se ao tipo de conteúdo que será utilizado na aplicação, como a história, o design do ambiente e a adaptação de conteúdo existente para a realidade virtual.	<ul style="list-style-type: none"> • Qual é a narrativa da experiência no ambiente de iVR? • Quais são os pontos-chave da narrativa? • Quais metáforas do mundo real serão incorporadas ao ambiente de iVR? • Qual será o principal objetivo para o

		<p>aluno?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Como será a aparência do ambiente de iVR? • Que tipos de conteúdo serão utilizados no ambiente?
Presença	Refere-se à sensação de estar mentalmente imerso em um ambiente. É o estado psicológico em que o usuário não reconhece completa e precisamente o papel da tecnologia na experiência	<ul style="list-style-type: none"> • Como o ambiente de iVR proporcionará a sensação de presença? • Quais modalidades humanas serão utilizadas para aumentar a presença? • Como o ambiente de iVR explorará as possibilidades físicas e sociais?
Imersão	Refere-se a como um ambiente de realidade virtual entrega estímulos aos receptores sensoriais dos usuários de maneira envolvente, vívida e interativa.	<ul style="list-style-type: none"> • Qual nível de imersão é desejado no ambiente de iVR? • Como o ambiente de iVR permitirá a imersão narrativa? • Como o ambiente de iVR permitirá a imersão tecnológica?
Interação	Refere-se à comunicação do usuário com o ambiente de realidade virtual por meio de dispositivos de entrada e saída.	<ul style="list-style-type: none"> • Quais tipos de interações o ambiente de iVR requer? • Como será a interação do usuário no ambiente de iVR?
Multimodalidade	Refere-se às questões relacionadas ao uso dos sentidos humanos e à interpretação das sensações para agregar significado.	<ul style="list-style-type: none"> • Quais modalidades humanas (visão, audição, tato, propriocepção, equilíbrio, movimento físico, olfato e paladar) serão utilizadas no ambiente de iVR?
Conforto	Refere-se às questões relacionadas ao uso seguro do ambiente, incluindo estratégias para minimizar a cinesia virtual (<i>cybersickness</i>) e recomendações sobre a duração de uso da aplicação.	<ul style="list-style-type: none"> • Como o ambiente irá reduzir a cinesia virtual (<i>cybersickness</i>)? • Qual é a duração sugerida para o uso do ambiente?
Tecnologia		
Subcategoria	Descrição	Questões Norteadoras
Dispositivos	Refere-se à escolha dos dispositivos de realidade virtual para os quais a aplicação será projetada.	<ul style="list-style-type: none"> • Qual é o público-alvo do ambiente? • A que dispositivos de VR eles têm acesso ou preferem usar? • O ambiente será desenvolvido para múltiplas plataformas ou para um dispositivo específico?
Desenvolvimento	Refere-se à definição de linguagens e bibliotecas para o desenvolvimento do ambiente de realidade virtual imersiva.	<ul style="list-style-type: none"> • Há algum hardware ou recurso de tecnologia específico crucial para o ambiente de iVR? • Qual linguagem de programação será utilizada para desenvolver o ambiente de iVR? • Quais frameworks ou bibliotecas darão suporte ao desenvolvimento do ambiente de iVR?
Avaliação	Refere-se aos aspectos relacionados à avaliação da experiência de realidade virtual.	<ul style="list-style-type: none"> • Como o ambiente de iVR será atualizado e revisado?

Fonte: Elaborado pelos autores.

4. Procedimentos metodológicos

A fim de avaliar o modelo, foi realizado um *workshop* com o objetivo de possibilitar o envolvimento dos usuários por meio de atividades práticas-criativas para discutir questões relativas ao projeto (SANTA ROSA; MORAES, 2012). A técnica foi empregada durante a disciplina Ambientes Interativos de Realidade Virtual, pertencente aos cursos de mestrado do Departamento de Engenharia Informática da Universidade de Coimbra, Portugal. A etapa foi realizada durante o período de doutorado sanduíche de uma das autoras.

O *workshop* propôs o uso do modelo iVR Design no desenvolvimento de um projeto de ambientes de realidade virtual no contexto do ensino de inglês e foi dividido em cinco etapas: (I) apresentação da pesquisa e do modelo por meio de uma exposição dialogada; (II) utilização do modelo pelos estudantes; (III) grupo focal, (IV) questionário de avaliação do modelo; e, por fim (V) apresentação dos projetos finais – como pode ser observado no Quadro 2.

Quadro 2: Procedimentos da pesquisa durante o semestre letivo.

Semana	Dia(s)	Programa da disciplina	Procedimentos da pesquisa
1	19/09/2023	Apresentação da disciplina	Acompanhamento da disciplina.
2	26/09/2023	Introdução à Realidade Virtual	
3	03/10/2023	<i>Reality-Virtuality Continuum</i>	
4	10 e 13/10/2023	Introdução ao projeto da disciplina	Apresentação sobre a temática do projeto e do modelo iVRE para utilização na disciplina. Apresentação do canva de apoio ao uso do modelo iVRE.
5	17 e 20/10/2023	Tecnologias VR atuais Apresentação da proposta de projeto para a disciplina com o uso do modelo iVRE.	Acompanhamento da disciplina.
6	24/11/2023	Tarefas de Interação e Locomoção	
7	31/10/2023	Tarefas de Interação e Locomoção	
8	07/11/2023	Métodos de avaliação em RV	
9	14/11/2023	Aulas canceladas	
10	21/11/2023	Desenvolvimento do projeto	
11	28/11/2023	Desenvolvimento do projeto	
12	05/12/2023	Desenvolvimento do projeto	
13	15/12/2023	Apresentação prévia do projeto da disciplina	Realização do grupo focal e aplicação dos questionários com os estudantes.
14	19/12/2023	Férias de Natal	Fim do período de doutorado sanduíche.
15	26/12/2023	Férias de Natal	
16	02/02/2024	Período para ajustes no projeto	
17	09/01/2024	Período para ajustes no projeto	

Semana	Dia(s)	Programa da disciplina	Procedimentos da pesquisa
18	16/01/2024	Entrega final do projeto e relatório (<i>online</i>)	

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na semana 4 da disciplina, foi realizada uma apresentação sobre a temática do projeto e do modelo iVRE design para utilização na disciplina, bem como do *canva*⁴ de apoio ao uso do modelo, proporcionando aos estudantes a oportunidade de esclarecer dúvidas sobre sua utilização. Na semana 5, os estudantes apresentaram a ideia para o projeto da disciplina utilizando o *canva* do modelo iVRE Design como apoio. Após a apresentação dos estudantes, foram discutidos pontos de melhoria de cada projeto. Durante as semanas de 6 a 12, os alunos desenvolveram seus projetos.

Na semana 13, foi realizada uma sessão de grupo focal para avaliar o modelo iVRE Design. O grupo focal foi realizado no dia 12 de dezembro de 2023, no período das 14h às 15h30min em uma sala do Departamento de Engenharia da Universidade de Coimbra, contando com a presença de 4 estudantes matriculados na disciplina. A atividade foi organizada em três momentos: introdução, discussão e avaliação. Durante a introdução, foi realizada a leitura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, a apresentação da pesquisa e das premissas do modelo, explanação da construção do modelo e, por fim, apresentação do modelo. Nesse encontro, os estudantes preencheram o formulário concordando com o TCLE e, também, um questionário de avaliação que possuía algumas questões relativas ao seu perfil. Por fim, na semana 18 foi realizada a entrega final do projeto composta por um relatório.

5. Resultados e Discussões

Ao analisar o perfil dos estudantes, ressalta-se que a maioria (3 de 4) possui entre 20 e 25 anos e um aluno possui mais de 40 anos. Em relação à formação, destaca-se que a metade (2 de 4) possui formação em Artes Design e Multimídia e os demais em Engenharia Informática, o que reforça o carácter interdisciplinar da disciplina. Ressalta-se que 3 dos 4 alunos possuem experiência profissional prévia, como pode ser observado no Quadro 2.

Quadro 3: Síntese do perfil dos estudantes.

Participante	Faixa etária	Formação (Licenciatura)	Formação (Mestrado)	Experiência Profissional
Participante 1	Mais de 40 anos.	Arte e Design	Design e Multimídia	Desenho em 3D, <i>Autocad</i> . Trabalhador estudante.
Participante 2	De 20 a 25 anos.	Engenharia Informática	Engenharia Informática, especialização Engenharia <i>Software</i>	Estágio de verão em <i>Unity</i> .
Participante 3	De 20 a 25 anos.	Engenharia Informática	Engenharia Informática, especialização Engenharia <i>Software</i>	Atualmente em estágio curricular para a escrita da tese.

4 Disponível em: <https://miro.com/app/board/uXjvNb6HI0Q=/>. Acesso em: 26 jan. 2025.

Participante	Faixa etária	Formação (Licenciatura)	Formação (Mestrado)	Experiência Profissional
Participante 4	De 20 a 25 anos.	Design e Multimídia	Design e Multimídia	Estágio de verão - TheLoop.co – como desenvolvedor <i>front end</i> .

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na semana 5, durante a apresentação da ideia para o projeto da disciplina utilizando o *canva* do modelo iVRE Design, os estudantes foram incentivados a responder o maior número possível das questões norteadoras que compõem o material. Observou-se que os estudantes responderam todas as perguntas relativas ao eixo tecnologia; contudo várias questões pertencentes aos eixos cognição e experiência não foram preenchidas. De acordo com os estudantes, eles ainda não possuíam todas as respostas e necessitavam de mais tempo para se aprofundar na temática. Contudo, todos os estudantes concordaram que as questões norteadoras foram importantes para ajudar a definir aspectos projetuais.

Durante a discussão, os participantes relataram que o modelo ajudou a organizar o projeto e ter ideias para colocar em prática. No entanto, também relataram que não retornaram ao modelo após a primeira apresentação, ocorrida na semana 5. Desta forma, alegaram que poderia ter havido um maior acompanhamento durante a disciplina para verificar quais itens das categorias e eixos haviam sido adicionados. Ainda, com relação às questões de apoio, os estudantes abordaram que algumas perguntas eram muito abrangentes e não auxiliaram na concepção do projeto.

Quanto à forma visual do modelo, os participantes relataram que não tiveram dificuldades de compreender as informações, contudo, relataram que a cor roxa da categoria “experiência” não possui legibilidade com a tipografia em preto. Os participantes observaram também que a categoria “avaliação” do modelo precisa de uma exploração mais aprofundada, já que atualmente conta apenas com uma única questão de apoio.

Outras questões apontadas pelos participantes foram de que o modelo poderia possuir uma sugestão de como iniciar o preenchimento e, também, incluir alguma ferramenta de gerenciamento de projetos. Além disso, poderia adicionar um gráfico de GANTT para auxiliar na organização do projeto. Por fim, os participantes também relataram que o modelo pode ser utilizado em outros contextos que não seja o ensino de línguas.

Após a discussão no grupo focal, os estudantes avaliaram de forma individual o modelo a partir de um questionário impresso organizado em três partes. Na primeira parte, os estudantes responderam algumas questões relacionadas ao seu perfil (nome, idade, formação, experiência profissional), após os estudantes avaliaram cinco frases afirmativas sobre o modelo por meio de uma escala Likert. Por fim, acrescentou-se uma questão de múltipla escolha e três questões abertas, abordando sugestões e melhorias tanto na forma gráfica quanto nos demais componentes do modelo iVRE. O Quadro 4 apresenta a síntese da avaliação das frases afirmativas por meio da escala Likert. Observa-se que as notas atribuídas são altas, o que reforça a pertinência e relevância do modelo.

Quadro 4: Síntese das respostas das frases afirmativas.

	FRASES AFIRMATIVAS	P1	P2	P3	P4	MÉDIA
1	O modelo pode auxiliar na organização e planejamento de aplicações em realidade virtual imersiva.	5	5	5	5	5
2	As categorias e subcategorias que compõem o modelo são compreensíveis.	5	4	5	5	4,7
3	O modelo pode ser utilizado para apoiar a concepção de diferentes de aplicações de realidade virtual imersiva que não sejam no contexto do ensino de línguas.	4	5	5	5	4,7
4	As questões de apoio são relevantes para a compreensão do modelo.	5	5	5	4	4,7
5	O canva online no Miro facilita o preenchimento das informações	5	5	5	5	5

Fonte: Elaborado pelos autores.

A última parte do questionário possuía três questões abertas. Na primeira questão, foi interrogado se os estudantes possuíam sugestões ou complementações para o modelo, como, por exemplo, a organização das categorias e subcategorias e/ou inclusão de novas categorias. As respostas dos participantes foram redigidas na íntegra e organizadas no Quadro 5 para melhor visualização.

Quadro 5: Respostas dos participantes à pergunta "Você possui sugestões/complementações para o modelo?".

Participante	Respostas escritas pelos participantes
Participante 1	Este modelo pode ser usado no início de um projeto para definir os objetivos do projeto. No meio do desenvolvimento volta a analisar o <i>canva</i> e adaptar o estado do projeto. Numa terceira fase final, ver se foram atingidos os objetivos (sic).
Participante 2	Adicionar o aspecto de validação da ideia. Possivelmente, adicionar uma parte sobre a importância que vai ser dada a cada categoria.
Participante 3	Abordar mais a parte de avaliação. Não falar só da parte de atualização e revisão, mas também de como é que vamos avaliar, verificar e validar. Seria também útil ter algo complementar (não dentro do gráfico), seria uma ferramenta para ajudar no planejamento do projeto.
Participante 4	Pensar se faz sentido adicionar uma categoria de avaliação.

Fonte: Elaborado pelos autores.

O participante 1 relatou que o modelo “pode ser usado no início de um projeto para definir os objetivos” e, durante o desenvolvimento seria necessário voltar a analisar o *canva* e adaptá-lo ao estado do projeto. Por fim, em uma terceira fase, seria importante analisar se os objetivos foram atingidos. A partir deste trecho, infere-se que o estudante ressalta a necessidade de uso contínuo do modelo durante o projeto e, também, da necessidade de atualizar o *canva* conforme as decisões e/ou necessidades mudarem. O participante 2

destacou a necessidade de um aspecto que contemple a validação da ideia e, também, a necessidade de evidenciar a importância de cada categoria. Contudo, ressalta-se que cada projeto possui sua especificidade, portanto o grau de importância de cada categoria varia de acordo com a complexidade do projeto.

Os participantes 3 e 4 trouxeram aspectos semelhantes relativos à subcategoria avaliação. O participante 3 evidencia a necessidade de adicionar mais informações sobre como avaliar a aplicação, já o participante 4 salienta sobre trazer a avaliação como uma categoria principal. Dado o comentário dos participantes, identifica-se a necessidade de adicionar mais questões de apoio nesta subcategoria. O participante 3 também descreve a necessidade de uma ferramenta complementar para o planejamento do projeto; entretanto, como o foco do modelo é na definição dos componentes das categorias, essa solicitação está fora do escopo da pesquisa.

A segunda questão indagava se os estudantes achavam que a forma gráfica do modelo era compreensível e, também, se existiam dúvidas ou sugestões de melhorias. Os quatro participantes concordaram que a forma gráfica é compreensível; entretanto, três participantes relataram um problema de legibilidade da categoria experiência no fundo roxo. O participante 4 destacou que “a única melhoria visual é a mudança da cor preta para branco nas palavras das categorias”, o participante 1 também relatou que “a cor violeta fica nula com a cor preta”. Portanto, na categoria em roxo intitulada “experiência”, bem como nos materiais de apoio do modelo, é necessário alterar o texto em preto para branco a fim de melhorar a legibilidade das informações.

A última questão aberta oferecia um espaço para que os participantes registrassem observações adicionais que considerassem pertinentes. Somente o participante 3 contribuiu com o seguinte relato:

Algumas perguntas são um bocadinho vagas (sic) ou estando sozinhas não passam a informação suficiente para que se consiga responder com certeza. A interação com o modelo deve ser algo mais contínuo no tempo de desenvolvimento do projeto. Há coisas que podemos não saber no início e depois a meio já podemos saber e pode haver tópicos a atualizar (Participante 3).

Por meio do relato, infere-se a necessidade melhorar a escrita das questões de apoio a fim de melhorar a compreensão dos participantes. Outro aspecto relatado pelo participante 3 é com relação ao uso contínuo do modelo no decorrer do projeto. Salienta-se que o participante 1 descreveu a mesma observação, evidenciada no Quadro 5. Desta forma, identifica-se a necessidade de adicionar esta indicação de uso no material de apoio.

As contribuições identificadas no *workshop* podem organizadas em quatro eixos, evidenciados no Quadro 6. Observou-se que muitas das questões que surgiram a partir da discussão do grupo focal, foram complementadas no preenchimento das questões abertas do questionário de avaliação.

Os resultados obtidos a partir do grupo focal proporcionaram contribuições significativas para o aprimoramento do modelo e dos materiais de apoio. É relevante observar que os alunos empregaram o modelo de forma individual, em razão da natureza específica da disciplina. Tal abordagem implicou que os estudantes assumissem a responsabilidade por definir todas as etapas do projeto, o que, por sua vez, aumentou a complexidade do processo de criação e desenvolvimento. Nesse contexto, enfatiza-se a importância da promoção do trabalho colaborativo e da utilização do modelo por equipes multidisciplinares, com o objetivo

de integrar diferentes perspectivas e orientações no processo de concepção do design ambientes imersivos de realidade virtual no âmbito do ensino do ensino de inglês.

Quadro 6: Síntese das contribuições apontadas durante o *workshop*.

QUANTO AO USO	Sugere-se a utilização do modelo de forma contínua durante o desenvolvimento do projeto. Para isso, o <i>canva</i> deve ser revisitado e atualizado conforme as mudanças e necessidades do projeto O grau de importância de cada categoria varia de acordo com a complexidade do projeto, portanto, cabe ao usuário do modelo identificar qual(is) categorias são mais pertinentes ao seu projeto.
QUANTO À FORMA GRÁFICA	Na categoria experiência , alterar o texto preto para branco. Realizar as mesmas alterações para todos os materiais de apoio.
QUANTO ÀS CATEGORIAS	Na categoria tecnologia , subcategoria avaliação, identificou-se a necessidade de adicionar mais questões de apoio neste subitem, além de melhorar a escrita da descrição.
QUANTO ÀS QUESTÕES DE APOIO	Melhoria da redação das questões de apoio, pois algumas parecem muito abrangentes para os participantes.

Fonte: Elaborado pelos autores.

6. Considerações Finais

A avaliação do modelo iVRE Design, realizada por meio de um *workshop*, possibilitou sua aplicação em um contexto real de concepção e desenvolvimento de projetos em realidade virtual, sendo posteriormente seguida pela avaliação dos estudantes que o utilizaram. Desta forma, foi possível identificar as percepções, dúvidas e sugestões sobre o modelo em dois momentos específicos: enquanto os estudantes se familiarizavam com o modelo nas semanas 4 e 5, e posteriormente, durante a realização do grupo focal ao final do semestre letivo, na semana 13.

As considerações apontadas pelos estudantes evidenciaram a relevância do modelo, bem como destacam aspectos de melhoria e ajustes necessários para otimizar o seu uso e clareza de informações. Essas considerações fornecem sugestões valiosas para refinamentos futuros e para aprimorar a experiência de utilização do iVRE Design, contribuindo assim para o desenvolvimento contínuo e aperfeiçoamento do modelo em cenários práticos de concepção e desenvolvimento de projetos em realidade virtual.

A próxima etapa de avaliação do modelo contemplará a realização de um grupo focal com professores de inglês, a fim de analisar a categoria cognição e os aspectos que envolvem a aprendizagem de línguas. A incorporação das perspectivas dos professores possibilitará uma compreensão mais abrangente do potencial do modelo no contexto do ensino de inglês, proporcionando recomendações para sua aplicação e adaptação na concepção de projetos de

realidade virtual.

Por fim, as considerações provenientes do *workshop* com os estudantes e do grupo focal com os professores serão analisadas para serem integradas na versão final do modelo iVRE Design. Assim, o modelo iVRE Design será refinado para atender às necessidades dos usuários, tornando-se uma ferramenta de apoio ao design de ambientes de realidade virtual no âmbito do ensino de inglês.

Referências

AVOLA, D. et al. A novel low cybersickness dynamic rotation gain enhancer based on spatial position and orientation in virtual environments. **Virtual Reality**, 2023, v. 27, p. 1-19. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10055-023-00865-1>. Acesso em: 05 jan. 2025.

BACCA-ACOSTA, J. et al. Scaffolding in immersive virtual reality environments for learning English: An eye tracking study. **Educ. Technol. Res. Dev.**, v. 70, p. 339–362, 2021. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11423-021-10068-7>. Acesso em: 06 jan. 2025.

BAHARI, A. Affordances and challenges of teaching language skills by virtual reality: A systematic review (2010–2020). **E-Learn. Digit. Media**, v. 19, p. 163–188, 2021. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/20427530211036583>. Acesso em: 06 jan. 2025.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.

BEKELE, M. K. et al. A survey of augmented, virtual, and mixed reality for cultural heritage. **Journal of Computational Cultural Heritage**, v. 11, p. 1-36, 2018. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3145534>. Acesso em: 05 jan. 2025.

BEVILÁQUA, A. F.; VETROMILLE-CASTRO, R. L; LEFFA, V. J. Eu não sou trapaceiro(a): a produção de REA para letramentos críticos e competência simbólica. **Revista Brasileira de Linguística Aplicada**, [S.L.], v. 21, n. 3, p. 929-954, set. 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1984-6398202116278>. Acesso em: 13 set. 2022.

BOWMAN, D. A.; MCMAHAN, R. P. **Virtual reality**: How much immersion is enough? *Computer*, v. 40, p. 36-43, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/MC.2007.445>. Acesso em: 29 jun. 2024.

BROWN, H. D.; LEE, H. **TEACHING BY PRINCIPLES**: an interactive approach to language pedagogy. 4. ed. White Plains, NY: Pearson Education, 2015.

CAI, J.-Y. et al. The Influence of Learners' Cognitive Style and Testing Environment Supported by Virtual Reality on English-Speaking Learning Achievement. **Sustainability**, v. 13, p. 11751, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su132111751>. Acesso em: 29 jun. 2024.

CHANDRA, A. Y. et al. Virtual Reality Mobile Application Development with Scrum Framework as a New Media in Learning English. *Int. J. Interact. Mob. Technol. (IJIM)*, v. 15, p. 31–49, 2021.

CHEN, H. Research and Application of English Learning Games Based on VR technology. In: **2022 International Conference on Education, Network and Information Technology (ICENIT)**, Liverpool, UK, 2–3 September 2022. Anais... Liverpool: ICENIT, 2022. p. 93–97. Disponível em: <http://vr.cs.uiuc.edu/>. Acesso em: 23 abr. 2017.

CHIEN, S.-Y.; HWANG, G.-J.; JONG, M. S.-Y. Effects of peer assessment within the context of spherical video-based virtual reality on EFL students' English-Speaking performance and learning perceptions. **Comput. Educ.**, 2019, v. 146, p. 103751. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360131519303045>. Acesso em: 17 nov. 2024.

DHIMOLEA, T.K.; KAPLAN-RAKOWSKI, R.; LIN, L. A systematic review of research on high-immersion virtual reality for language learning. **TechTrends**, v. 66, p. 810-824, 2022. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11528-022-00717-w>. Acesso em: 29 jun. 2024.

ESTEVES, J. R.; CARDOSO, J. C. S.; GONÇALVES, B. S. Design recommendations for immersive virtual reality application for English learning: a systematic review. **Computers**, v. 12, p. 236, 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-431X/12/11/236>. Acesso em: 15 nov. 2024.

ESTEVES, J. R.; GONÇALVES, B. S. A realidade virtual no contexto do ensino de inglês: categorias para a construção de um modelo de design. **Anais do XV Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design - P&D Design**, p. 1-22, dez. 2024. Disponível em: <https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/cadernoppgd/article/view/16678>. Acesso em: 26 jan. 2025.

FRASCARA, J. **Enseñando diseño: usuarios, contextos, objetivos y métodos de investigación**. Ediciones Infinito, 2018.

FRAZIER, E.; LEGE, R.; BONNER, E. Making virtual reality accessible for language learning: Applying the VR application analysis framework. **Teaching English with Technology**, v. 21, p. 131-143, 2021. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10125/70931>. Acesso em: 29 jun. 2024.

HUA, C.; WANG, J. **Virtual reality-assisted language learning: A follow-up review (2018–2022)**. *Front. Psychol.*, v. 14, p. 1153642, 2023.

HUANG, X. et al. A systematic review of AR and VR enhanced language learning. **Sustainability**, v. 13, p. 4639, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/9/4639>. Acesso em: 14 nov. 2024.

HUANG, X. et al. Design and Application of a VR English Learning Game Based on the APT Model. In: **2018 Seventh International Conference of Educational Innovation through Technology (EITT)**, Auckland, New Zealand, 12–14 December 2018. Anais... Auckland: EITT, 2018. p. 68–72.

INTERACTION DESIGN FOUNDATION - IxDF. What is Presence in Virtual Reality (VR)? **Interaction Design Foundation - IxDF**, 22 nov. 2023. Disponível em: <https://www.interaction-design.org/literature/topics/presence>. Acesso em: 04 jun. 2024.

JENSEN, L.; KONRADSEN, F. A review of the use of virtual reality head-mounted displays in education and training. **Education and Information Technologies**, 2018, v. 23, p. 1515-1529.

Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10639-017-9676-0>. Acesso em: 12 nov. 2024.

JERALD, Jason. **The VR book: human-centered design for virtual reality**. Morgan & Claypool, 2015.

JEWITT, C. Multimodal methods for researching digital technologies. In: PRICE, S; JEWITT, C; BARRY B. (Orgs.) **The SAGE handbook of digital technology research**. SAGE: Los Angeles, 2013.

KHATOONY, S. An Innovative Teaching with Serious Games through Virtual Reality Assisted Language Learning. In: **International Serious Games Symposium (ISGS)**, 2019, Tehran. Proceedings... Tehran: ISGS, 2019. p. 100-108. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/ISGS.2019.00023>. Acesso em: 29 jun. 2024.

KRESS, G; VAN LEEUWEN, T. **Multimodal discourse: the modes and media of contemporary communication**. London: Arnold, 2001.

KRESS, G. **Multimodality: a social semiotic approach to contemporary communication**. London: Routledge, 2010.

LAVALLE, S. M. **Virtual Reality**. Illinois: Cambridge University Press, 2017.

LEFFA, V. J. **Língua estrangeira: ensino e aprendizagem**. Pelotas: Educat, 2016.

LEFFA, V. J. Produção de Materiais para o Ensino de Línguas na Perspectiva do Design Crítico. In: TAKAKI, Nara Hiroko; MONTE MOR, Walkyria. (Org.). **Construções de sentido e letramento digital crítico na área de línguas/linguagens**. Campinas: Pontes Editores, 2017, p. 243-265.

LEGAULT, J. et al. Immersive virtual reality as an effective tool for second language vocabulary learning. **Languages**, v. 4, p. 13, 2019. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2226-471X/4/1/13>. Acesso em: 12 nov. 2024.

LIN, V.; BARRETT, N. E.; LIU, G.-Z.; CHEN, N.-S.; JONG, M. S.-Y. Supporting dyadic learning of English for tourism purposes with scenery-based virtual reality. **Computer Assisted Language Learning**, v. 36, p. 906-942, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/09588221.2021.1967774>. Acesso em: 29 jun. 2024.

LIN, Y.-J.; WANG, H.-C. Using virtual reality to facilitate learners' creative self-efficacy and intrinsic motivation in an EFL classroom. **Educ. Inf. Technol.**, v. 26, p. 4487–4505, 2021. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10639-021-10472-9>. Acesso em: 12 nov. 2024.

LV, Z.; CHEN, D.; LOU, R.; SONG, H. Industrial Security Solution for Virtual Reality. **IEEE Internet of Things Journal**, v. 8, p. 6273-6281, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/JIOT.2020.2977830>. Acesso em: 29 jun. 2024.

LV, Z.; LI, X.; LI, W. Virtual reality geographical interactive scene semantics research for immersive geography learning. **Neurocomputing**, v. 254, p. 71-78, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2017.03.086>. Acesso em: 29 jun. 2024.

MANCA, D.; BRAMBILLA, S.; COLOMBO, S. Bridging between Virtual Reality and accident simulation for training of process-industry operators. **Advances in Engineering Software**, v. 55, p. 1-9, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.advengsoft.2012.07.005>. Acesso em: 29 jun. 2024.

NA, K. S. et al. A. Virtual Reality Application Integrated with Learning Analytics for Enhancing English Pronunciation: A Conceptual Framework. In: **2020 IEEE Conference on e-Learning, e-Management and e-SerVces (IC3e)**, Kota Kinabalu, Malaysia, 17–19 November 2020. Anais... Kota Kinabalu: IC3e, 2020. p. 82–87. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9288478>. Acesso em: 06 jan. 2024.

PAGE, M. J. et al. **The PRISMA 2020 statement**: An updated guideline for reporting systematic reviews. *Syst. Rev.*, v. 10, p. 89, 2021.

PAIVA, V. L. M. O. O uso da tecnologia no ensino de línguas estrangeiras: breve retrospectiva histórica. In: JESUS, Dánie Marcelo de; MACIEL, Ruberval Franco (Orgs.). **Olhares sobre tecnologias digitais**: linguagens, ensino, formação e prática docente. Coleção: Novas Perspectivas em Linguística Aplicada Vol. 44. Campinas, SP: Pontes Editores, 2015, p.21-34. Disponível em: <https://www.veramenezes.com/techist.pdf>. Acesso em: 06 jan. 2025.

PARMAXI, A. Virtual reality in language learning: A systematic review and implications for research and practice. **Interact. Learn. Environ.**, v. 31, p. 172–184, 2020. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10494820.2020.1765392>. Acesso em: 12 nov. 2024.

PEIXOTO, B. et al. Immersive virtual reality for foreign language education: a PRISMA systematic review. **IEEE Access**, v. 9, p. 48952–48962, 2021. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9386131>. Acesso em: 12 nov. 2024.

PINTO, R. D. et al. Does gamification in virtual reality improve second language learning? In: **INTERNATIONAL CONFERENCE ON GRAPHICS AND INTERACTION (ICGI)**, 2021, Porto, Portugal. Anais... Porto: ICGI, 2021. p. 1–8. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9655286>. Acesso em: 12 nov. 2024.

SANTA ROSA, J. G.; MORAES, A. **Avaliação e projeto no design de interfaces**. 1 ed. Teresópolis, Rio de Janeiro: 2AB Editora. 2012.

SHERMAN, W. R. e CRAIG, A. B. **Understanding Virtual Reality**: Interface, Application, and Design. Burlington, EUA: Morgan Kaufmann, 2003.

SOTO, J. et al. Perceptions of ImmerseMe Virtual Reality Platform to Improve English Communicative Skills in Higher Education. **International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)**, v. 14, p. 4-19, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3991/ijim.v14i18.17115>. Acesso em: 29 jun. 2024.

STELLA, E. et al. A virtual reality classroom to teach and explore crystal solid state structures. **Multimedia Tools and Applications**, v. 82, p. 6993-7016, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11042-022-13115-5>. Acesso em: 29 jun. 2024.

SUN, C. et al. A Study on the Influence of Scene Reality of VR Environment on English Learners' Learning Engagement and Learning Effectiveness. In: **IEEE 2nd International Conference on Computer Science and Educational Informatization (CSEI)**, 2020, Xinxiang. Proceedings... Xinxiang: IEEE, 2020. p. 181-185. Disponível em:
<https://doi.org/10.1109/CSEI48376.2020.00044>. Acesso em: 29 jun. 2024.

TAIPINA, D.; CARDOSO, J. C. S. Spectare: Re-Designing a Stereoscope for a Cultural Heritage XR Experience. **Electronics**, v. 11, artigo 620, 2022. Disponível em:
<https://doi.org/10.3390/electronics11050620>. Acesso em: 29 jun. 2024.

THE NEW LONDON GROUP (NLG). **A pedagogy of multiliteracies**: designing social futures. Harvard Educational Review, v. 66, n. 1, p. 60-91, 1996. Disponível em:
http://newarcproject.pbworks.com/f/Pedagogy+of+Multiliteracies_New+London+Group.pdf. Acesso em: 23 out. 2022.

TORI, R.; KIRNER, C.; SISCOOTTO, R. A. **Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada**. Editora SBC, 2006. Disponível em:
http://www.ckirner.com/download/capitulos/Fundamentos_e_Tecnologia_de_Realidade_Virtual_e_Aumentada-v22-11-06.pdf. Acesso em: 23 abr. 2017.

XUE, Y. Research on the Application of Virtual Reality Technology in IELTS Teaching Under the COVID-19. In: **4th International Conference on Inventive Research in Computing Applications (ICIRCA)**, 2022, Coimbatore, India. Anais... Coimbatore: IEEE, 2022. p. 1323-1328. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9985591>. Acesso em: 12 nov. 2024.

ZHANG, Z. Building Symmetrical Reality Systems for Cooperative Manipulation. In: **IEEE CONFERENCE ON VIRTUAL REALITY AND 3D USER INTERFACES ABSTRACTS AND WORKSHOPS (VRW)**, 2023, Shanghai. Anais... Shanghai: IEEE, 2023. p. 25-29. Disponível em:
<https://doi.org/10.1109/VRW52529.2023.00011>. Acesso em: 29 jun. 2024.