

Mapeamento de ferramentas de Realidade Virtual Imersiva para a Educação

Maria Castelhana

Universidade do Porto
mfmcastelhana@gmail.com

Leonel Morgado

Universidade Aberta & INESC TEC
leonel.morgado@uab.pt

Diana Almeida

Universidade de Aveiro
diana.morato@ua.pt

Daniela Pedrosa

Instituto Politécnico de Santarém & CIDTFF
daniela.pedrosa@ese.ipsantarem.pt

Resumo - Existe uma ampla variedade de ferramentas e ambientes disponíveis para aplicações de realidade virtual imersiva, passíveis de utilização em contexto educativo. Para proporcionar uma perceção panorâmica das potencialidades disponíveis, este estudo efetuou um levantamento e categorização dessas ferramentas educativas, classificando-as por áreas de aplicação: exploração geográfica, entretenimento, ciência, arte e outras. Recorreu-se metodologicamente ao protocolo de levantamento (*scoping review*) proposto por Morgado & Beck. Com base neste protocolo efetuaram-se os processos de definição e desenvolvimento das buscas, da seleção e análise de elementos e extração das conclusões. As ferramentas foram também analisadas face à tipologia de usos de ambientes imersivos dos mesmos autores, segundo a qual constatámos que o tipo de ferramentas mais prevalente é o referente a “Manipulação Interativa e Exploração”, seguido pelas de “Interação Multimodal” e “Treino de Competências”. São também comuns as ferramentas de Colaboração. Algumas categorias menos prevalentes, como “Ver o Invisível”, “Envolvimento”, “Simulação do Mundo Físico” e outras, permitem ainda assim ter uma perceção de como se concretizam essas tipologias de usos enquanto experiências de aprendizagem possíveis em ambientes virtuais imersivos.

Palavras-chave: Realidade Virtual, Ambientes Imersivos, Revisão de âmbito, Ferramentas para a Realidade Virtual.

Introdução

A Realidade Virtual (RV) consiste no recurso a meios tecnológicos para proporcionar uma interação sensorial num ambiente virtual (Antón-Sancho et al., 2023). Quando essa interação

está associada à sensação de presença do utilizador no ambiente virtual, pode ser descrita como imersiva, indicando que o utilizador deixa em certa medida de ter a percepção do mundo físico (Radianti et al., 2020). Este fenómeno da imersão advém de três dimensões conceptuais: a agência possibilitada aos intervenientes, a narrativa com que são confrontados e o sistema que proporciona a sensação de envolvimento espacial, tendo este último aspeto vindo a despertar interesse particular dos educadores na última década, devido à emergência de óculos de realidade virtual a preços relativamente acessíveis (Morgado, 2022).

Na educação, a RV tem sido aplicada para promover o envolvimento, a retenção, competências de pensamento crítico e compreensão de conceitos complexos, frequentemente através de cenários simulados que visam apoiar o treino de competências ou a aprendizagem em ambientes controlados, por exemplo, sem incorrer em riscos físicos, para redução de custos materiais ou para ultrapassar outras limitações logísticas dos contextos tradicionais de ensino (Mazhar & Al Rifaee, 2023). Mas além destas abordagens mais habitualmente enunciadas, é também empregue para uma grande diversidade de outras finalidades, como proporcionar vivências culturais ou experiências emotivas, permitir encarar situações de perspetivas diferentes, visualizar conceitos invisíveis ou abstratos, entre outras identificadas por (Beck et al., 2020).

Porém, a introdução de ambientes imersivos na educação, incluindo com recurso a óculos de RV, levanta desafios de implementação (Dengel et al., 2024). O interesse global em avaliar a eficácia da RV na educação, geralmente por comparação com métodos tradicionais, esbarra na carência de orientações estruturadas para a sua aplicação (Castelhana et al., 2023). Sem associar uma abordagem educativa clara à utilização do instrumento tecnológico, as medidas de eficácia recaem nas limitações de tentar aferir o impacto de uma intervenção pedagógica não descrita senão pela presença do instrumento (Beck et al., 2024). É assim relevante identificar e caracterizar abordagens de integração de experiências imersivas nos currículos educacionais, para desenvolver modelos pedagógicos e de design instrucional para em ambientes imersivos com RV (Bicalho et al., 2023; Mazhar & Al Rifaee, 2023). O design instrucional desempenha um papel crucial nesse contexto, atuando como uma ponte entre teorias de aprendizagem e prática no desenvolvimento de sistemas instrucionais (Arslan, 2020; Fragkaki et al., 2019).

Dada a necessidade de modelos de design instrucional para RV concretizarem as formas de atuar, incluindo as ferramentas a empregar, é fundamental conhecer as variedades de ferramentas disponíveis no mercado, como elemento destacado no planeamento e aplicação do design instrucional (Piña, 2017, 2018). Com este intuito, o presente estudo adotou o protocolo de levantamento (*"scoping review"*) proposto por (Morgado & Beck, 2020) para identificar ferramentas específicas de RV imersiva para a educação, orientado pela questão de investigação: "Quais são as principais ferramentas atualmente utilizadas na Realidade Virtual para aprendizagem imersiva?".

O fenômeno da imersão e o conceito de realidade virtual imersiva

Conforme se mencionou na introdução, a imersão é um fenômeno que contempla diferentes dimensões conceptuais. Esta perspectiva advém das recentes revisões da literatura, que a definem como um fenômeno na qual a atenção da pessoa se dissocia das restantes ocorrências (Morgado, 2022). Nesta visão, a imersão emerge de três dimensões conceptuais: (1) a imersão pelo sistema, consistindo na sensação de presença no espaço envolvente, proporcionada pelo sistema (tecnologia, mundo físico, etc.); (2) imersão pela narrativa, pela qual o significado contextual ou diegético envolve a atenção; (3) imersão pela agência, pela qual a possibilidade de intervir, seja diretamente seja por considerações táticas ou reflexivas levam a pessoa igualmente à convergência da atenção (Morgado, 2022). No contexto do presente trabalho, associa-se a terminologia “imersão” à realidade virtual, para diferenciar a utilização de óculos ou capacetes (“*headsets*”) dos restantes tipos de realidade virtual (Radianti et al., 2020), destacando a sua maior dimensão de imersão pelo sistema. Isto porque na literatura o termo também é utilizado para ambientes que não circundam fisicamente o utilizador (ou seja, têm menor imersão pelo sistema), tais como jogos em ecrãs tradicionais de computador ou mesmo em telemóveis e tablets.

Realidade Virtual na Educação: Experiências de Aprendizagem Imersivas

A introdução de estudos com base em experiências de aprendizagem imersivas na educação, como as que são potenciadas pela RV, tem aumentado, pelo avanço tecnológico nas últimas décadas (Beck et al., 2024; Radianti et al., 2020). Essas experiências visam potenciar o envolvimento, a motivação, a retenção de conhecimentos e as competências de pensamento crítico, entre outras intenções pedagógicas. Como se abordou na introdução, a implementação da RV na educação relaciona-se frequentemente com a prática de competências em cenários simulados para auxiliar o treino e capacitação, inclusivamente de situações com risco físico ou custos logísticos elevados, proporcionando a aprendizagem num ambiente controlado. É igualmente utilizada para tentar promover a compreensão de conceitos complexos, visualizando conceitos abstratos ou dinâmicos (Mazhar & Al Rifaee, 2023). Além destes usos mais conhecidos, contudo, estão documentados muitos outros, como proporcionar experiências culturais, vivências emocionais, alterações de perspetivas sobre assuntos (dinâmicas sociais, por ex.), entre um total de 16 tipologias identificadas numa revisão de revisões desenvolvidas por Beck et al. (2020). Estas tipologias foram utilizadas como quadro classificativo dos resultados do presente trabalho (Tabela 1).

Porém, a introdução de ambientes imersivos na educação apresenta novos desafios e conceitos (Dengel et al., 2024). A eficácia da RV em comparação com os métodos tradicionais de ensino é alvo de muitas investigações e mesmo de meta-análises, mas carece de descrições comparativas, focando-se no contraste em presença e ausência de tecnologia, ou caracterizando superficialmente as abordagens pedagógicas envolvidas, o que limita a aplicabilidade das métricas de eficácia, como foi apontado por Beck et al. (2024). Portanto, é para avaliar a eficácia

da RV, é necessário entender primeiro como é efetuada a sua implementação (Bicalho et al., 2023; Mazhar & Al Rifaee, 2023). Este aspeto incluir a necessidade de identificar estratégias eficazes para integrar experiências imersivas nos currículos educacionais (Bicalho et al., 2023; Dengel et al., 2024), dado que há uma falta notável de modelos e orientações teóricas que abordem de forma detalhada e abrangente o processo de aprendizagem em ambientes imersivos usando RV (Castelhano et al., 2023). Neste cenário, o design instrucional surge como um componente essencial, servindo como ponte entre as teorias de aprendizagem e a prática do desenvolvimento de sistemas instrucionais (Arslan, 2020; Fragkaki et al., 2019). No planeamento e aplicação do design instrucional para o ensino a distância, a Association for Educational Communications & Technology (Piña, 2017, 2018) destaca a necessidade de selecionar recursos que possam potencializar e expandir as experiências, levando em consideração a acessibilidade tecnológica. Portanto, para explorar as possibilidades da RV na educação, identificando estratégias e práticas concretas, é fundamental ter uma perceção panorâmica sobre as ferramentas disponíveis, organizando e categorizando esses materiais, que é o foco deste trabalho.

No Ensino Superior, a RV tem sido utilizada como recurso instrucional em diversas áreas (Antón-Sancho et al., 2023). Por exemplo, no campo das Ciências da Saúde, pode ser empregue para representar órgãos do corpo humano ou adquirir competências práticas em medicina, como treino cirúrgico num atlas de anatomia virtual ou aprendizagem de morfologia dentária. Na Engenharia, a RV pode ser aplicada para projetar ambientes para simuladores e equipamentos de laboratório, além de criar laboratórios virtuais para aprendizagem em ciência de materiais e engenharia. Nas Humanidades, a RV pode ser utilizada no ensino de línguas, ou na aprendizagem de História, contextualizando-as (Vergara et al., 2021). Estes exemplos pretendem apenas ilustrar a diversidade de aplicações que a RV tem hoje na educação

Categorias	Descrição
Acessibilidade	Uso de ambientes imersivos para atividades de aprendizagem com o intuito de melhorar a acessibilidade de espaços físicos (ou outros) a pessoas com deficiência.
Colaboração	Uso de ambientes imersivos para atividades de aprendizagem que envolvem os fenómenos sociais que caracterizam o trabalho em grupo. Incluem-se os diversos domínios de colaboração: presencial vs. remota, síncrona vs. assíncrona, etc.
Complementar/Combinar contextos, meios ou itens	Uso de ambientes imersivos para atividades de aprendizagem que visam tirar partido da combinação de meios físicos e meios digitais tradicionais com elementos imersivos, como catalisadora da aprendizagem. A combinação de elementos pode ser por justaposição, alternância ou efeitos mútuos.
Contexto aumentado	Uso de ambientes imersivos para atividades de aprendizagem que proporcionam aos utilizadores informação complementar, ciente de um

Categorias	Descrição
	objeto ou local específico, incluindo informações baseadas no posicionamento do utilizador ou da proximidade a itens. A complementaridade das informações pode ser por sobreposição visual ou por outros meios.
Ênfase	Uso de ambientes imersivos para atividades de aprendizagem que visam orientar a atenção dos participantes, por diversos meios (que podem ou não incluir informação adicional).
Envolvimento	Uso de ambientes imersivos para atividades de aprendizagem que promovem a atenção focada. Estes usos incluem o recurso a vivências motivadoras e/ou divertidas.
Experiências emocionais e culturais	Uso de ambientes imersivos para atividades de aprendizagem onde conceitos não físicos são vivenciados em contexto. Isto engloba situações sociais, societais e históricas, mas também a consciência metacognitiva, como a autopercepção da reação a situações perigosas.
Interação Multimodal	Uso de ambientes imersivos para atividades de aprendizagem que combinam vários tipos de <i>inputs</i> (elementos que o utilizador ou outro dispositivo fornecem ao sistema, como por ex.: texto, voz, gestos, movimentos) e <i>outputs</i> (elementos devolvidos pelo sistema ao utilizador ou a outros dispositivos, que podem incluir <i>feedback</i> visual, sonoro ou tátil).
Logística	Uso de ambientes imersivos para atividades de aprendizagem que visam abordar situações onde é preciso gerir vários recursos e/ou a sua escassez (tempo, equipamento, pessoal, financiamento).
Manipulação e exploração interativas	Uso de ambientes imersivos para atividades de aprendizagem com base no papel e agência ativa do aprendente (agindo sobre objetos dentro de um espaço). Incluem-se os casos em que se lhe dá indicações sobre como deve atuar.
Mudança de comportamentos humanos	Uso de ambientes imersivos para atividades de aprendizagem que projetadas para alterar os padrões atitudinais dos indivíduos em relação a si mesmos, a outros ou em relação a um estímulo específico.
Recolha de dados	Uso de ambientes imersivos para atividades de aprendizagem que recolhem dados a partir dos utilizadores. Incluem-se atividades em que os utilizadores recolhem dados sobre o ambiente em que se encontram, e também atividades que recolhem dados sobre os próprios utilizadores.
Simulação do mundo físico	Uso de ambientes imersivos para atividades de aprendizagem que imitam ou emulam aspetos do mundo físico. Incluem-se espaços e processos, bem como preocupações específicas com o grau de fidelidade do ambiente ou processo que se simula.
Formação profissional	Uso de ambientes imersivos para atividades de aprendizagem que fornecem aos utilizadores formação específica para a aquisição do

Categorias	Descrição
	conhecimento e perícia necessários para cumprir os requisitos de uma aptidão específica. Incluem-se aspetos como a disponibilização de alvos de interação ou a simplificação de procedimentos face ao nível de aptidão atual dos utilizadores.
Troca de perspetiva	Uso de ambientes imersivos para atividades de aprendizagem para experimentar diferentes papéis, perspetivas e pontos de vista. Inclui explorar o mundo a partir de diferentes ângulos, mas também assumir a posição/situação de outras pessoas.
Ver o invisível	Uso de ambientes imersivos para atividades de aprendizagem que permitem aos utilizadores ver ou experimentar analogamente através dos sentidos. Inclui quer a visualização de aspetos concretos (mas invisíveis) do mundo físico, quer a representação concreta de conceitos abstratos.

Tabela 1. Tradução das categorias propostas por (Beck et al., 2020).

Metodologia

Este estudo utilizou o protocolo de levantamentos (*scoping review*) de (Morgado & Beck, 2020) para identificar ferramentas de Realidade Virtual (RV) para a educação. A metodologia abrange várias etapas: (1) Identificação dos principais investigadores e mediadores no processo de busca e avaliação; (2) Desenvolvimento do protocolo de levantamento, incluindo a definição de conceitos, bases teóricas, questões de investigação e critérios de inclusão; (3) A busca utilizando os produtos do ponto 2; (4) Seleção e revisão dos resultados com base nos critérios de inclusão. No caso do mapeamento efetuado, a seleção e levantamento esteve assente em pesquisas exploratórias na Internet. (5) Extração e análise dos resultados; (6) Discussão dos resultados e das suas implicações para a investigação e prática futuras; (7) Conclusões claras e específicas, com recomendações para investigações posteriores.

Para atingir o objetivo de mapear ferramentas educativas para a RV, tomou-se como questão de investigação: "Quais são as principais ferramentas atualmente disponíveis para a Realidade Virtual para a aprendizagem imersiva?".

Para garantir a coerência entre os resultados das buscas, estipulou-se como critério de inclusão as ferramentas serem aplicadas especificamente ao contexto da Realidade Virtual Imersiva. Quanto aos termos de busca selecionados foram: "Educational Tools in Virtual Reality," "Virtual Reality-Based Tools," e "Virtual Reality Environments."

Na etapa subsequente, os resultados obtidos passaram por um processo de revisão de dados. Cada ferramenta foi examinada, descrita e categorizada, levando em consideração fatores como a sua área disciplinar ou propósito pretendido (cf. anexo).

Assim, foram definidas categorias de organização, tendo em conta uma premissa indutiva, uma vez que as ferramentas foram agrupadas com base em semelhanças obtidas pelas informações apresentadas sobre a ferramenta, mas não necessariamente em critérios rígidos e definidos.

Categorias: (1) Plataformas e ferramentas com múltiplos recursos; (2) Exploração da geografia; (3) Entretenimento e apresentação de Conteúdo; (4) Ciência e Anatomia; (5) Educação Matemática; (6) Criação e Personalização de Avatares; (7) Aprendizagem de línguas; (8) Gestão de Sala de Aula; (9) Exploração Cultural e Histórica; (10) Design, Modelação e visualização; (11) Criação de arte; (12) Interação e reconhecimento de gestos; (13) Exploração do espacial; (14) Aptidões de Oratória e Apresentação; (15) Experiência Musical e Rítmica; (16) Jogos de Tabuleiro e de Mesa; (17) Colaboração e comunicação; (18) Plataformas Sociais e Mundos Virtuais.

Resultados

As ferramentas selecionadas foram agrupadas em categorias, apresentando o número de ferramentas por categoria, bem como o seu propósito e a sua correlação com as categorias da Tabela 1, definidas por (Beck et al., 2020) (cf. Tabela 2).

Categoria	Contagem	Propósito	Categorias Beck et al. (2020)
Plataformas e ferramentas com múltiplos recursos.	25	Fornecer recursos como salas de aula virtuais, cenários de aprendizagem diversos numa mesma ferramenta e conteúdo interativo.	Complementar/Combinar contextos, meios ou itens.
Exploração da geografia.	2	Visualização de locais em diferentes locais do mundo.	Logística; Simular o mundo físico.
Entretenimento e apresentação de conteúdo.	4	Experiências de entretenimento imersivas, como jogos e conteúdo multimédia (ex: vídeos do Youtube)	Interação Multimodal.
Ciência e Anatomia	10	Explorar conceitos científicos, realizar simulações da anatomia.	Ver o invisível; Manipulação Interativa e Exploração; Troca de perspetiva.
Educação Matemática	2	Ambientes virtuais interativos para explorar conceitos matemáticos visualmente e de forma prática	Manipulação Interativa e Exploração.
Criação e Personalização de Avatares	1	Permitir a criação e personalização de avatares para ambientes imersivos, possibilitando que os utilizadores expressem a sua individualidade.	Manipulação Interativa e Exploração.

<i>Categoria</i>	<i>Contagem</i>	<i>Propósito</i>	<i>Categorias Beck et al. (2020)</i>
Aprendizagem de línguas	5	Praticar competências linguísticas, interação com personagens virtuais.	Treino de Competências; Interação Multimodal.
Gestão de Sala de Aula	3	Fornecer recursos para que os educadores giram a participação dos alunos, monitorizem o progresso e criem um ambiente de aprendizagem colaborativo.	Colaboração; Recolha de dados.
Exploração Cultural e Histórica	8	Oferecer experiências imersivas para explorar locais históricos, diferentes culturas e eventos históricos relevantes.	Ver o invisível; Manipulação Interativa e Exploração.
Design, Modelação e visualização.	4	Design e modelação de recursos para a realidade virtual. Criação de modelos 2D e 3D e a sua visualização nos ambientes virtuais.	Manipulação Interativa e Exploração.
Criação de arte	11	Ferramentas para a criação de arte nos ambientes virtuais.	Manipulação e Exploração interativas; Formação profissional.
Interação e reconhecimento de gestos	1	Interação por identificação de gestos.	Interação Multimodal.
Exploração Espacial	2	Ferramentas que disponibilizam recursos para visualização do espaço (ex.: exploração do sistema solar).	Ver o invisível; Manipulação Interativa e Exploração.
Aptidões de Oratória e Apresentação	1	Ferramenta para potenciar competências de apresentação.	Formação profissional; Interação Multimodal; Colaboração; Recolha de dados.
Experiência Musical e Rítmica	4	Ferramentas que permitem ao utilizador ter experiências musicais e rítmicas.	Formação profissional; Simular o mundo físico; Manipulação e Exploração interativas.
Jogos de Tabuleiro e de Mesa	1	Ferramenta que permite ao utilizador jogar jogos de tabuleiro.	Interação Multimodal; Manipulação Interativa e Exploração.

Categoria	Contagem	Propósito	Categorias Beck et al. (2020)
Colaboração e comunicação	9	Possibilitar diferentes formas de colaboração e comunicação nos ambientes virtuais.	Colaboração; Envolvimento; Interação Multimodal.
Plataformas Sociais e Mundos Virtuais.	15	Plataformas sociais e mundos virtuais para interação, socialização e exploração em grupo.	Colaboração; Envolvimento; Interação Multimodal.

Tabela 2. Resultados da pesquisa das ferramentas por categoria.

Discussão

Neste artigo, apresentamos várias categorias de ferramentas associadas ao seu propósito, tendo em conta a necessidade de estudos e medidas de implementação da RV, no ensino e no currículo (Bicalho et al., 2023; Dengel et al., 2024; Mazhar & Al Rifaaee, 2023). A par da importância de selecionar recursos adequados para a implementação no momento de planeamento e design da sessão ou aula (Piña, 2017, 2018). Estas categorias e os seus propósitos foram articulados pelas categorias propostas por Beck et al. (2020), para classificar os ambientes virtuais imersivos de aprendizagem.

1. **Manipulação e Exploração Interativas:** Engloba ferramentas de: Ciência e Anatomia; Educação Matemática; Criação e Personalização de Avatares; Exploração Cultural e Histórica; Design, Modelação e visualização; Criação de arte; Exploração Espacial; Aptidões de Oratória e Apresentação; Experiência Musical e Rítmica; Jogos de Tabuleiro e de Mesa; que permitem aos utilizadores manipular objetos dentro do espaço virtual. Estas ferramentas são comumente encontradas em ambientes que incentivam a exploração ativa.
2. **Interação Multimodal:** É caracterizada por ferramentas que utilizam múltiplos modos de interação que se baseiam na utilização de jogos, na audição ou visualização de recursos em vídeo com o output de feedback visual, sonoro ou tátil ou em plataformas sociais de comunicação em que se promovem input como o da voz, gestos ou movimento.
3. **Formação profissional:** As ferramentas focam-se em aprendizagem ou melhoria de competências específicas, como aprendizagem de línguas, criação de arte, oratória e apresentação, e experiências musicais e rítmicas.
4. **Colaboração:** Está presente em ferramentas que potenciam a colaboração com outros ou o trabalho de grupo como nas ferramentas de gestão da sala de aula, na de aptidões de oratória e apresentação e nas ferramentas idealizadas para comunicação e colaboração ou nas plataformas sociais e mundos virtuais.
5. **Ver o Invisível:** É representada por ferramentas que permitem aos utilizadores visualizar coisas que seriam impossíveis de ver a olho nu. Estas ferramentas são as que permitem

ver os órgãos humanos, que nos demonstram a exploração espacial ou na exploração cultural e histórica que remete para diferentes eventos e culturas.

6. **Envolvimento:** Está associada a plataformas de colaboração e comunicação, bem como a plataformas sociais e mundos virtuais. Estas ferramentas promovem a partilha e o envolvimento dos utilizadores. Contudo, pode ser associada a um número mais vasto de ferramentas se se considerar que a utilização destes ambientes imersivos para a realidade virtual imersiva poderão promover o envolvimento/motivação (Mazhar & Al Rifaee, 2023).
7. **Mundo Físico:** É representada por ferramentas que imitam o mundo físico. Foi associada às ferramentas de exploração da geografia e experiência musical e rítmica pela presença de elementos que imitam o mundo físico, como é o caso do Google Expeditions, que permite visitar diferentes locais do globo.
8. **Recolha de Dados:** É associada a ferramentas que permitem monitorizar o progresso dos estudantes. Está agregada a ferramentas de gestão de sala de aula pois permitem a monitorização do progresso dos estudantes e na ferramenta de aptidões de oratória e apresentação porque permite que o estudante receba feedback do seu progresso.
9. **Logística:** É representada por ferramentas que permitem aos utilizadores visitar locais distantes sem se deslocarem fisicamente (Exploração Geográfica).
10. **Troca de Perspetiva:** É representada por ferramentas que permitem aos utilizadores ver as coisas de perspetivas diferentes. Está, assim, associada às ferramentas de ciência e anatomia pela possibilidade que estas permitem de ver os órgãos de perspetivas diferentes.
11. **Complementar/Combinar contextos, meios ou itens:** É representada pelas Plataformas e ferramentas com múltiplos recursos porque são ferramentas que apresentam um número variado de recursos em cada uma que permitem inserir nas aulas tradicionais diferentes elementos media no processo de aprendizagem.

Conclusões

Em conclusão, o mapeamento realizado permitiu encontrar, categorizar e classificar tendo em conta as categorias dos usos dos ambientes de aprendizagem imersiva propostos por (Beck et al., 2020), ferramentas atualmente disponíveis para a Realidade Virtual para a aprendizagem imersiva.

Descobrimos que a categoria mais prevalente nas ferramentas encontradas é a “Manipulação Interativa e Exploração”, seguida pela “Interação Multimodal” e “Formação Profissional”. Estas categorias representam uma variedade de abordagens para a aprendizagem imersiva, desde a manipulação de objetos virtuais até a interação multimodal e formação para aptidões e competências específicas.

Também observamos que as ferramentas de “Colaboração” são comuns, destacando a importância da interação social na aprendizagem imersiva. Além disso, as categorias “Ver o

Invisível”, “Envolvimento”, “Simulação do Mundo Físico”, “Recolha de Dados”, “Logística”, “Troca de Perspetiva” e “Complementar/Combinar contextos, media ou itens” demonstram a diversidade e a profundidade das experiências de aprendizagem que podem ser facilitadas por ambientes virtuais imersivos.

É relevante ressaltar que à medida que a educação se adapta ao mundo digital, a lista de ferramentas educacionais está em constante progresso, integrando novas tecnologias e abordagens. A sinergia entre educadores e desenvolvedores pode potenciar melhorias nas ferramentas existentes.

Agradecimentos

Este trabalho foi financiado pela Comissão Europeia, no âmbito do projeto REVEALING - REalisation of Virtual REALity LearnING environments (VRLEs) for Higher Education Erasmus+ / Parcerias de Cooperação 2021-1-DE01-KA220HED-000032098. Agradecemos também a todos os colaboradores e parceiros envolvidos.

Referências

- Antón-Sancho, Á., Vergara-Rodríguez, D., Calatayud, D. G., & Fernández-Arias, P. (2023). Virtual Reality as a Teaching Resource in Higher Education: Professors' Assessment. Em G. Ranganathan, R. Bestak, & X. Fernando (Eds.), *Pervasive Computing and Social Networking* (pp. 139–149). Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-981-19-2840-6_11
- Arslan, A. (2020). Instructional Design Considerations for Flipped Classroom. *International Journal of Progressive Education*, 16(6), 33–59. <https://doi.org/10.29329/ijpe.2020.280.3>
- Beck, D., Morgado, L., & O'Shea, P. (2020). Finding the gaps about uses of immersive learning environments: A survey of surveys. *Journal of Universal Computer Science*, Vol. 26, nº 8, 1043–1073.
- Beck, D., Morgado, L., & O'Shea, P. (2024). Educational Practices and Strategies With Immersive Learning Environments: Mapping of Reviews for Using the Metaverse. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 17, 319–341. <https://doi.org/10.1109/TLT.2023.3243946>
- Bicalho, D. R., Piedade, J., & Matos, J. F. (2023). As Potencialidades da Realidade Virtual como Ferramenta de Apoio em Práticas Educativas. *PRATICA - Revista Multimédia de Investigação em Inovação Pedagógica e Práticas de e-Learning*, 6(3), Artigo 3.
- Castelhano, M., Morgado, L., & Pedrosa, D. (2023). Instructional design models for immersive virtual reality: A systematic literature review. Em M. do R. Rodrigues, M. Figueiredo, & J. Torres (Eds.), *Atas do XXV Simpósio Internacional de Informática Educativa* (pp. 272–278). Instituto Politécnico de Setúbal. <https://repositorioaberto.uab.pt/handle/10400.2/15232>
- Chen, W. (2015). *Collaboration in Multi-user Immersive Virtual Environment* [Phdthesis,

- Université Paris Saclay (COMUE)]. <https://theses.hal.science/tel-01340364>
- Dengel, A., Steinmaurer, A., Müller, L. M., Platz, M., Wang, M., Gütl, C., Pester, A., & Morgado, L. (2024). Research Agenda 2030: The Great Questions of Immersive Learning Research. Em M.-L. Bourguet, J. M. Krüger, D. Pedrosa, A. Dengel, A. Peña-Rios, & J. Richter (Eds.), *Immersive Learning Research Network* (pp. 161–172). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-47328-9_12
- Fragkaki, M., Hatzligeroydis, I., Palkova, Z., & Kovas, K. (2019). Instructional Design in Virtual Reality Environments: The case of Palestinian HEIs. *10th International Conference on Information, Intelligence, Systems and Applications, IISA 2019*. <https://doi.org/10.1109/IISA.2019.8900765>
- Mazhar, A. A., & Al Rifaei, M. M. (2023). A Systematic Review of the use of Virtual Reality in Education. *2023 International Conference on Information Technology (ICIT)*, 422–427. <https://doi.org/10.1109/ICIT58056.2023.10225794>
- Morgado, L. (2022). Ambientes de aprendizagem imersivos. *Video Journal of Social and Human Research*, 102–116. <https://doi.org/10.18817/vjshr.v1i2.32>
- Morgado, L., & Beck, D. (2020). Unifying Protocols for Conducting Systematic Scoping Reviews with Application to Immersive Learning Research. *2020 6th International Conference of the Immersive Learning Research Network (iLRN)*, 155–162. <https://doi.org/10.23919/iLRN47897.2020.9155093>
- Piña, A. A. (2017). Instructional design standards for distance learning. *Bloomington: Association for Educational Communications and Technology*.
- Piña, A. A. (2018). AECT Instructional Design Standards for Distance Learning. *TechTrends*, 62(3), 305–307. <https://doi.org/10.1007/s11528-018-0282-9>
- Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*, 147, 103778. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>
- Vergara, D., Antón-Sancho, Á., Extremera, J., & Fernández-Arias, P. (2021). Assessment of Virtual Reality as a Didactic Resource in Higher Education. *Sustainability*, 13(22), Artigo 22. <https://doi.org/10.3390/su132212730>

Anexo

Compilação das ferramentas selecionadas:

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1jaQfreeJZ1XS3H4B32j8bt90isFt2ldH4fDk29jP56c/edit?usp=sharing>