GUIA PRÁTICO DE RV



Sobre o projeto

Parceiros

Cracow University of Technology

POLITECNICO MILANO 1863

Lodz University of Technology

universidade de aveiro

UCA Universidad de Cádiz

Programa: Erasmus

Referência do projeto: 2024-1-PL01-KA220-HED-000245347

Ação-chave: Parcerias para a cooperação e intercâmbio de práticas

Tipo de ação: Parcerias de cooperação no ensino superior

Data de início: 01-09-2024

Data de conclusão: 31-08-2027

Coordenador do projeto: Universidade Tecnológica de Cracóvia

As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, da exclusiva responsabilidade do(s) autor(es) e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Fundação para o Desenvolvimento do Sistema Educativo. Nem a União Europeia nem a entidade que concede a subvenção podem ser responsabilizadas por eles.

Co-funded by the European Union



https://vrchem.pk.edu.pl/



Índice

1 Realidade Virtual, visão general e tecnologia 11

1.1 Definição de RV 11
1.2 Dispositivos e categorias dentro da tecnologia de RV 12
1.3 Software e aplicações 14
1.4 RV na educação 15
1.5 Aplicações no ensino superior 16
1.6 Apoio à investigação 21

2 Como integrar a RV nos currículos 23

2.1 Visão geral e conceitos principais 23
2.2 Conceber a experiência de RV e a integração no currículo 29
2.2.1 Resultados de aprendizagem pretendidos: por que são importantes? 29
2.2.2 Como formular os resultados de aprendizagem pretendidos? 32
2.3 Tarefa de avaliação 34
2.3.1 Funções de avaliação 36
2.3.2 Exemplos de tarefas de avaliação 37
2.3.3 Rubrica 40
2.3.4 Resumo 42
2.4 Atividades de ensino e aprendizagem 43
2.4.1 Que estrutura (re)projetar para acomodar a RV? 44
2.4.2 Programa e plano de aula 52
2.4.3 Algumas ferramentas e recursos 54
2.5 Desafios 56
2.6 Conceber experiências de aprendizagem inclusivas com RV 58
2.7 Guia de início rápido 60
2.8 Apoio à investigação 61

3 Realizar experiências de aprendizagem em RV: a experiência do Politecnico di Milano 65

3.1 Construindo laboratórios de RV 65
3.1.1 Funções envolvidas 67
3.1.2 Considerações sobre os dispositivos 67
3.2 Aulas aprimoradas com RV na POLIMI 71
3.3 Ferramentas de monitorização e avaliação 73
3.3.1 Recolha de dados através de formulários presenciais 73
3.3.2 Questionários pós-aula 75
3.3.3 Relatório final 77
3.4 Apoio à investigação 78

4 Materiais de formação para aulas de RV 79

4.1 Diretrizes para educadores e formadores 79
4.2 Diretrizes para alunos 85
4.3 Materiais partilhados 89

Kit Inicial 91





Resumo

Este livro contém informações empíricas e teóricas úteis para decisores, educadores, instrutores e formadores no contexto do ensino superior que desejam aprofundar os seus conhecimentos sobre a tecnologia de Realidade Virtual (RV) e suas aplicações práticas no ambiente universitário.

O livro, intitulado Guia Prático de RV, foi produzido no âmbito do projeto europeu de investigação VRChem, como parte da tarefa 2.
Foi escrito pela **METID – Learning Innovation do Politécnico di Milano** (POLIMI), com o apoio da supervisão e revisão do consórcio do projeto.

O livro está dividido em quatro secções:

O Capítulo 1 apresenta o conceito de tecnologia de RV, as suas definições teóricas e os efeitos das suas implicações no âmbito educativo. É apresentada uma breve revisão narrativa de contributos académicos, destacando os benefícios da aplicação desta tecnologia no ambiente de aprendizagem. São apresentadas diferentes perspetivas sobre a tecnologia, com foco não apenas nos headsets, mas também em outros dispositivos, sistemas e softwares envolvidos na sua utilização. Estudos de caso aplicativos, citados a partir da experiência dos parceiros em universidades, são relatados como exemplos de RV nos sistemas educacionais.

O Capítulo 2 orienta os professores na conceção de experiências de aprendizagem eficazes baseadas em RV.
Começa com a definição de Resultados de Aprendizagem Pretendidos (RAPs) claros. Em seguida, explica como conceber uma tarefa de avaliação alinhada com esses resultados. Os professores são orientados a criar atividades apoiadas por RV que promovam o envolvimento. O capítulo enfatiza o alinhamento entre RAPs, atividades e avaliações. Oferece dicas práticas para planeamento e integração na sala de aula.

O Capítulo 3 apresenta informações não de uma perspetiva teórica, mas da observação empírica que o POLIMI realizou desde a introdução dos sistemas de RV nos seus laboratórios. Esta secção do livro tem como objetivo relatar a experiência da universidade, servindo de exemplo para outros instrutores, educadores ou decisores em contextos educacionais que desejam introduzir a RV nas suas aulas. São apresentados os papéis e as partes interessadas envolvidas, juntamente com as configurações de hardware e software necessárias para

gerir vários cursos nos laboratórios. Por fim, são apresentadas como sugestões importantes ferramentas de monitorização, tais como formulários de presença, questionários pós-aula e relatórios.

O Capítulo 4 funciona como um apêndice ao capítulo anterior, detalhando o material preparatório que o POLIMI desenvolveu ao longo dos anos para que educadores e alunos se preparem da melhor forma para uma aula aprimorada com RV. Foram fornecidas diretrizes para ambas as partes interessadas na educação, e sua utilidade é descrita no capítulo final.

O livro serve como um trabalho que apresenta perspetivas teóricas e práticas sobre a aplicação da tecnologia de RV no campo educacional, mesmo na linha da frente com educadores e formadores.



Glossário

AEAs - Atividades de Ensino e Aprendizagem

CAVE - Ambiente Virtual Automático Cave

DPIA – Avaliação do Impacto sobre a Proteção de Dados

HMDs – Visores montados na cabeça (do Inglês, Head-Mounted Displays)

METID – Learning Innovation do Politecnico di Milano
www.metid.polimi.it

POLIMI – Politecnico di Milano (Itália, Milão)

RA - Realidade Aumentada

RAPs – Resultados de Aprendizagem Pretendidos

RM – Realidade Mista

RV – Realidade Virtual

RV Labs – Geralmente refere-se aos Laboratórios de RV desenvolvidos dentro do Politecnico di Milano

RX – Realidade Estendida

SGA – Sistema de Gestão da Aprendizagem

STEM - Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática

VA - Virtualidade Aumentada

VRCHEM – Projeto Erasmus Europeu para a Investigação sobre a Integração Inovadora da Realidade Virtual no Ensino da Engenharia Química

VRISE – Sintomas e efeitos induzidos pela Realidade Virtual



Roteiro

FASE	*TAREFA*	*APROFUNDAR*
Compreender os conceitos básicos da RV e as oportunidades no campo educacional	Apresentar a tecnologia, o seu contexto teórico e as suas principais vantagens e impacto no âmbito educacional.	Capítulo 1
Conceber a experiência de RV e a integração no currículo	Reformular e/ou enriquecer o curso de Resultados de Aprendizagem Pretendidos, incluindo a aquisição de competências sociais, a melhoria das capacidades emocionais e psicomotoras. Redefinir as tarefas de avaliação e as atividades de ensino e aprendizagem alinhadas com os princípios construtivistas.	Capítulo 2
Implementação da experiência.	Desenvolver planos de aula, identificar como a RV será utilizada na aula, testar a aula de RV, fornecer orientação e apoio.	Capítulo 2
Selecionar e desenvolver ferramentas e recursos de RV	Escolher a plataforma de RV mais adequada, construir componentes, avaliar a acessibilidade e o custo e testar o ambiente de RV para compreender a navegação, a interação e os potenciais problemas.	Capítulo 3
Avaliação e dimensionamento	Analisar como outros utilizaram ferramentas e formulários de monitorização e gestão para organizar, da melhor forma possível, as aulas lecionadas recorrendo à tecnologia de RV.	Capítulo 4

01



Realidade virtual, visão geral e tecnologia

Nas últimas décadas, tecnologias imersivas como a Realidade Virtual (RV) e a Realidade Aumentada (RA) foram amplamente adotadas em diversos domínios, desde aplicações militares a jogos, dos setores artístico e cultural ao entretenimento e, cada vez mais, na educação, entre muitos outros. A integração generalizada destas tecnologias em vários campos foi facilitada pela sua capacidade de melhorar a experiência do utilizador, o envolvimento e a interação em várias aplicações. Além disso, a sua adoção foi impulsionada pelas vantagens significativas que oferecem em simulações da vida real, incluindo ganhos de eficiência em termos de tempo, energia e recursos financeiros.

No campo da educação, vários estudos destacaram os benefícios da RV em melhorar a experiência de aprendizagem. Ao promover um envolvimento mais profundo, melhorar a retenção de conhecimento e facilitar a aprendizagem experiencial, a RV demonstrou um forte potencial para transformar as abordagens pedagógicas tradicionais.

Este capítulo introdutório fornece uma visão geral abrangente da tecnologia de RV, descrevendo os seus princípios fundamentais, aplicações gerais e os principais sistemas e dispositivos de exibição utilizados em ambientes de RV. Além disso, examina os benefícios específicos das tecnologias imersivas em contextos educativos, com base em estudos de caso do consórcio de investigação europeu VRChem para ilustrar o seu impacto e eficácia na melhoria dos resultados de aprendizagem.

1.1 Definição de Realidade Virtual (RV)

O termo Realidade Virtual (RV) foi introduzido pela primeira vez por Jaron Lanier em 1986, e a sua conceptualização evoluiu em resposta aos avanços tecnológicos. (Berkman, 2018)

Schroeder (1996) define RV como um ambiente gerado por computador que promove uma sensação de presença, permitindo que os utilizadores interajam dentro de um espaço digital distinto do seu ambiente físico. Da mesma forma, Glännfjord et al. (2017) descrevem a RV como uma simulação que gera um mundo virtual com aparência realista, enquanto Levy et al. (2016) enfatizam a sua natureza interativa dentro de um ambiente tridimensional gerado por computador.
Essas e outras definições convergem para conceitos-chave como presença, estímulos, perceção sensorial, interação e ambiente, todos fundamentais para experiências imersivas em RV.
(Spallazzo & Ceconello, 2024)

Um quadro teórico crucial neste domínio é o Virtual Continuum, introduzido por Milgram e Kishino (1994), que delineia a categoria mais ampla das tecnologias de Realidade Estendida (RX). O seu continuum conceptualiza um espectro de sistemas de visualização, que vão desde a Realidade Virtual totalmente imersiva — onde um ambiente construído digitalmente envolve o utilizador — até à Realidade Tangível, o mundo físico no qual normalmente operamos sem a mediação técnica de qualquer dispositivo. Dentro deste espectro encontramse as tecnologias de Realidade Mista (RM), que integram elementos virtuais e do mundo real. Estas incluem, entre outras tecnologias, a Realidade Aumentada (RA), em que artefactos digitais se sobrepõem ao ambiente físico, e a Virtualidade Aumentada (VA), em que objetos tangíveis são incorporados num espaço predominantemente virtual. Coletivamente, estas tecnologias constituem o panorama mais amplo da XR.

Este livro, no entanto, concentra-se explicitamente na RV e suas aplicações na educação, onde as suas características imersivas, interativas e envolventes desempenham um papel fundamental na formação de experiências de aprendizagem. Para entender melhor o uso dessa tecnologia no âmbito educacional, os capítulos a seguir examinam os dispositivos normalmente usados para atividades de RV e os softwares e aplicativos relacionados.

1.2 Dispositivos e categorias dentro da tecnologia de RV

A tecnologia de RV pode ser implementada utilizando vários sistemas e dispositivos de visualização, incluindo óculos com visores (do Inglês, head-mounted displays-HMDs), sistemas baseados em projeção, altifalantes e outras tecnologias relacionadas com os sentidos. É essencial destacar que os ambientes imersivos vão além da perceção visual, incorporando estímulos auditivos, táteis, olfativos e até térmicos ou baseados na humidade, dependendo dos dispositivos e sistemas específicos utilizados.

Nas instalações artísticas e de entretenimento contemporâneas, as experiências imersivas estão cada vez mais a explorar o envolvimento sensorial não convencional e atuadores físicos computadorizados através da integração de perfumes, lasers ou vapor, ampliando assim o âmbito da imersão sensorial.

Quando se refere à RV, o termo normalmente denota ambientes virtuais compostos por estímulos visuais e auditivos digitais de 360° ou 180°. Estas experiências podem ser proporcionadas através de sistemas totalmente imersivos, semi-imersivos ou não imersivos, cada um variando no nível de envolvimento sensorial que proporciona. (Martirosov et al., 2021)

Os sistemas totalmente imersivos oferecem uma simulação de 360° que envolve completamente o utilizador num ambiente digital. Esta categoria inclui HMDs (por exemplo, Meta Quest 2/3, Apple Vision Pro, HTC Vive) e sistemas CAVE, que utilizam vários projetores ou ecrãs para envolver o utilizador. A imersão áudio é alcançada através de altifalantes integrados ou sistemas de áudio espacial, enquanto a interação com elementos virtuais pode envolver controladores manuais ou dispositivos de feedback tátil, aumentando ainda mais o envolvimento tátil.

Os sistemas semi-imersivos utilizam ecrãs ou visores baseados em projeção que apresentam simulações virtuais sem envolver totalmente o utilizador. Embora estes sistemas possam proporcionar experiências envolventes, não dominam completamente a perceção sensorial do utilizador como as configurações totalmente imersivas.

Os sistemas não imersivos envolvem dispositivos portáteis, como tablets ou smartphones, permitindo aos utilizadores navegar em ambientes virtuais sem imersão espacial direta. Estas plataformas oferecem uma experiência sensorial mais limitada em comparação com as suas contrapartes imersivas.

No contexto da educação, as experiências de aprendizagem baseadas em RV são predominantemente facilitadas por meio de HMDs. Essa preferência é atribuída ao custo relativamente baixo, à eficácia qualitativa e às vantagens logísticas dos HMDs, que oferecem facilidade de implantação e acessibilidade tanto para alunos quanto para educadores. (Jensen & Konradsen, 2017)

Na nossa experiência, os HMDs oferecem uma solução mais prática e económica para conteúdos totalmente imersivos em comparação com os sistemas baseados em projeção ou CAVE.
Permitem uma exposição mais ampla dos alunos à tecnologia de RV e ao mesmo tempo simplificam os processos organizacionais e de gestão.

1.3 Software e aplicações

Os HMDs permitem que os alunos tenham acesso a uma gama diversificada de conteúdos educativos, adaptados a objetivos pedagógicos específicos. A seleção de conteúdos de RV depende muito dos RAPs e do assunto em questão. Em alguns casos, as atividades educativas podem exigir apenas uma experiência de vídeo em 360°, como uma visita virtual a um museu, ao centro histórico de uma cidade ou a um ambiente natural. Noutros casos, podem ser necessárias aplicações mais interativas, como simulações virtuais para análise vetorial matemática, exercícios de aquisição de línguas ou aplicações orientadas para o design que facilitam a modelação e o esboço 3D. Além disso, cenários educativos específicos podem exigir simulações altamente detalhadas de ambientes laboratoriais ou instalações industriais, como fábricas químicas, para proporcionar oportunidades de aprendizagem prática e experiencial.

Ao realizar pesquisas de campo com o objetivo de avaliar o estado atual das aplicações de RV relevantes para as práticas educacionais contemporâneas, o METID tentou categorizar as aplicações disponíveis. Primeiro, uma divisão geral entre:

Aplicações, referindo-se a aplicações encontradas na Steam VR ou na loja Meta Quest ou serviços semelhantes, incluindo as aplicações exclusivas desenvolvidas dentro da universidade ou do departamento.

Plataformas, ou os serviços prestados por terceiros que desenvolvem experiências personalizadas de simulação de RV ou experiências de aprendizagem (principalmente disciplinas STEM).

Dentro das aplicações, identificámos diferentes grupos:

Aplicação de desenho 3D: software dedicado à criação de esboços tridimensionais, operações de pintura e realização de trabalhos gráficos com tecnologia de RV.

Aplicação de modelação 3D: software dedicado à modelação 3D de produtos, arquitetura, interiores e planeamento urbano.

Aplicação de construção de RV: software e plataformas dedicados ao desenvolvimento de modelos/interações/ambientes em RV.

Aplicação de espaço de trabalho: aplicações que permitem a utilização de espaços

virtuais para organizar reuniões/apresentações/conferências/eventos, com a possibilidade de utilizar ferramentas que melhoram/acompanham a atividade profissional.

Aplicação de espaços virtuais: aplicações que permitem a utilização de espaços virtuais para reuniões/eventos/exposições/conferências para divulgação/informação/fins artísticos/etc.

Outras aplicações: relativas a conteúdos de RV mais específicos, tais como simulações de laboratórios de química, aplicações de formação em medicina, visualização de dados, plug-ins de software *Building Information Modeling* (BIM), aplicações para a aprendizagem de línguas e muitas outras.

1.4 RV na educação

As tecnologias imersivas, incluindo a RV, têm vindo a ser cada vez mais integradas em vários campos, desde os setores cultural e artístico até à formação profissional e educação. No domínio educativo, estas tecnologias têm sido progressivamente adotadas em diversos contextos de aprendizagem, demonstrando o seu potencial para melhorar a experiência de aprendizagem e os resultados académicos. (Beck et al., 2023; Pellas et al., 2020)

O reconhecimento académico do potencial da RV na educação decorre da sua capacidade de proporcionar altos níveis de imersão e interação, fatores essenciais para promover o envolvimento e facilitar a aprendizagem experiencial. Os resultados das pesquisas destacam consistentemente o impacto positivo da RV na eficácia da aprendizagem. Shute et al. (2017) relatam estudos que demonstram os benefícios da integração da RV em contextos educativos. Da mesma forma, Hamilton et al. (2021) realizaram uma revisão sistemática que identificou vantagens significativas na aprendizagem cognitiva, processual e afetiva. Notavelmente, as aplicações da RV na educação têm sido associadas a um aumento do envolvimento e da motivação dos alunos, reforçando o seu valor pedagógico. (Parong & Mayer, 2018)

Uma revisão abrangente da literatura indica que ambientes de RV totalmente imersivos melhoram a aprendizagem em aproximadamente metade dos estudos cognitivos analisados, particularmente quando abordam conceitos complexos ou abstratos que requerem visualização espacial. Além disso, estudos sobre aprendizagem processual sugerem que a formação baseada em RV pode facilitar a aquisição de habilidades, com fortes evidências que apoiam a transferibilidade dessas habilidades de aplicações virtuais para o mundo real. Apesar da extensa investigação sobre aprendizagem cognitiva

e processual, o papel da RV na aprendizagem afetiva e na mudança comportamental continua a ser pouco explorado em contextos educativos. Embora a RV imersiva tenha sido amplamente estudada pelo seu impacto emocional e comportamental em aplicações não educativas, é necessária mais investigação para compreender todo o seu potencial em ambientes de aprendizagem. (Concannon et al., 2019)

A RV estabelece-se como uma ferramenta eficaz para a aquisição de conhecimentos e o desenvolvimento de competências, demonstrando o seu valor em cenários de aprendizagem teóricos e práticos. (Radianti et al., 2020) As observações realizadas pelo METID no Politecnico di Milano, onde foram implementadas aulas de RV utilizando HMDs, reforçam ainda mais estas conclusões. Os alunos relatam altos níveis de satisfação e prazer, mesmo quando envolvidos com conteúdos de RV para exercícios relacionados com avaliações. Além disso, muitos alunos expressam um forte interesse em repetir a experiência e defendem a adoção mais ampla da aprendizagem baseada em RV em diferentes cursos. Essas perceções destacam a crescente demanda por experiências educacionais imersivas e ressaltam a necessidade de pesquisa contínua e implementação de tecnologias de RV em ambientes académicos.

1.5 Aplicações no ensino superior

No contexto do projeto de investigação europeu VRChem, o consórcio foi encarregado de relatar estudos de caso sobre a aplicação da tecnologia de RV em situações reais em sala de aula. Os parceiros relataram vários estudos de caso em que a RV foi aplicada em aulas dentro de suas próprias instituições.
Aqui estão alguns exemplos, e outras tabelas com informações sobre vários estudos de caso partilhados pelo consórcio podem ser encontradas neste link.

ChemXP – Universidade de Aveiro

ChemXP é uma iniciativa multidisciplinar desenvolvida através da colaboração de investigadores em Comunicação Multimédia, Ciência da Computação e Química da Universidade de Aveiro e da Universidade de Oviedo.
O objetivo principal do ChemXP é conceber, implementar e avaliar dois jogos sérios que aproveitam as tecnologias de realidade mista (RM) — realidade aumentada (RA) e realidade virtual (RV) — para

aumentar o envolvimento e a compreensão dos alunos em Química Orgânica. Especificamente, ambos os jogos se concentram em ajudar os alunos a determinar a configuração absoluta R/S dos enantiómeros. O jogo baseado em RA incorpora uma experiência de aprendizagem estruturada com várias missões, uma abordagem narrativa, um tutorial interativo, um sistema de recompensas com emblemas e uma ferramenta de criação molecular baseada na física. Em contrapartida, o jogo baseado em RV introduz mecânicas interativas únicas, incluindo o uso de poderes especiais para facilitar a aprendizagem.

A usabilidade e a eficácia destes jogos foram avaliadas através de um estudo piloto envolvendo alunos de Química da Universidade de Aveiro. O jogo de RA foi acedido através de smartphones, enquanto o jogo de RV foi experimentado utilizando HMDs Meta Quest 2.



◀ Fig. 1.5a: ChemXP – Universidade de Aveiro

Visitas virtuais ao laboratório de investigação em Engenharia Química – Universidade de Cádiz

Desde 2021, a Universidade de Cádiz, em Puerto Real, Espanha, vem implementando uma iniciativa educacional inovadora destinada a aumentar o envolvimento dos alunos em Engenharia Química. Essa iniciativa permite que os alunos visitem laboratórios de ensino e pesquisa relacionados com os programas de bacharelato e o mestrado em Engenharia Química, utilizando RV para proporcionar uma experiência imersiva para alunos de graduação e pós-graduação nesses laboratórios.

A atividade de RV é integrada como um componente opcional após um seminário destinado a informar os alunos sobre os programas de bacharelato e mestrado em Engenharia Química.
Ao oferecer visitas virtuais aos laboratórios, esta iniciativa permite que os alunos explorem remotamente os ambientes de investigação, aumentando assim a sua compreensão das instalações e das atividades de investigação do programa.
Além dos laboratórios, estas visitas virtuais foram alargadas a duas instalações de interesse relacionadas com o ensino da Engenharia Química: a Estação de Tratamento de Águas Residuais e a Adega.

Escola de Verão - Universidade Tecnológica de Lodz

Em Šibenik, foi organizada uma escola de verão como parte do projeto ATOMIC, com o objetivo principal de testar ferramentas imersivas desenvolvidas para a formação em competências sociais. O programa reuniu participantes de diversas origens profissionais e académicas para participar em sessões práticas utilizando tecnologias de ponta de RV e RA. O foco foi avaliar como estas ferramentas imersivas podem melhorar a comunicação, o trabalho em equipa e as competências de resolução de problemas em cenários dinâmicos e realistas. Os participantes forneceram feedback valioso sobre a usabilidade, o envolvimento e a eficácia dessas ferramentas na replicação de desafios do mundo real.

Esta escola de verão não só serviu como plataforma para testes rigorosos, mas também promoveu discussões sobre as aplicações mais amplas das tecnologias imersivas na educação e no desenvolvimento profissional. O evento destacou o potencial da RV e da RA para revolucionar a formação em competências sociais, tornando-a mais interativa, envolvente e impactante. Os insights obtidos irão orientar novas melhorias e a integração destas ferramentas em diversos contextos de formação.

Simulador virtual de soldadura VRTEX 360 – Universidade Tecnológica de Cracóvia

Desde 2021, o Simulador Virtual de Soldadura VRTEX 360 foi integrado no currículo da Universidade de Tecnologia de Cracóvia, na Polónia, beneficiando aproximadamente 50 alunos por ano nas áreas de Engenharia Civil, Engenharia de Materiais e Mecânica e Construção de Máquinas. A iniciativa utiliza a plataforma VRTEX® 360 Compact K4914-1 da Lincoln Electric para aprimorar o treinamento prático em soldadura por arco elétrico.

O simulador oferece uma experiência de aprendizagem imersiva, permitindo que os alunos desenvolvam técnicas de soldadura e adquiram memória muscular para movimentos precisos das mãos, como manter o ângulo correto da tocha e a direção do movimento. Ele permite a prática com vários processos, técnicas e materiais de soldadura, minimizando o desperdício de material e reduzindo o consumo de energia.

Ao oferecer um ambiente económico e sem riscos, o simulador equipa os alunos com habilidades essenciais de soldadura, fundamentos do processo e conhecimento de diferentes tipos de juntas e configurações de equipamentos, preparando-os para aplicações no mundo real.



Fig. 1.5b: Escola de Verão - Universidade Tecnológica de Lodz

Laboratório de RV – Politecnico di Milano

Conforme detalhado nos capítulos seguintes, o Politecnico di Milano integrou a RV no seu currículo académico por meio de laboratórios especializados equipados com HMDs. Esses laboratórios oferecem um ambiente de aprendizagem imersivo, aprimorando as experiências educacionais em várias disciplinas.

A universidade criou dois laboratórios dedicados à RV, cada um com 15 estações de trabalho equipadas com computadores de secretária, monitores, HMDs Quest 2 e espaços designados para garantir uma utilização segura. Desde 2021, estas instalações têm apoiado vários departamentos académicos, incluindo Engenharia Química, Design, Arquitetura e outras áreas da Engenharia, envolvendo centenas de alunos em diversas atividades baseadas em RV.

Nestes laboratórios, a RV é utilizada para facilitar a formação prática, permitindo aos estudantes interagir com conteúdos técnicos complexos de forma interativa. Seja explorando ambientes virtuais, manipulando modelos digitais ou familiarizando-se com tecnologia de ponta, os estudantes beneficiam de uma abordagem de aprendizagem envolvente e dinâmica. Os capítulos seguintes irão explorar em profundidade estes laboratórios, as suas metodologias pedagógicas e o impacto da RV no ensino académico.



Fig. 1.5c Simulador virtual de soldadura

1.6 Apoio à Investigação

Beck, D., Morgado, L., & O'Shea, P. (2023). Educational practices and strategies with immersive learning environments: Mapping of reviews for using the metaverse. IEEE Transactions on Learning Technologies, 17, 319-341.
http://dx.doi.org/10.1109/TLT.2023.3243946

Berkman, M. I. (2018). History of virtual reality. In Encyclopedia of Computer Graphics and Games (pp. 1–9).
https://doi.org/10.1007/978-3-319-08234-9_169-1

Concannon, B. J., Esmail, S., & Roberts, M. R. (2019). Head-Mounted display virtual reality in post-secondary education and skill training. Frontiers in Education, 4.
https://doi.org/10.3389/feduc.2019.00080

Glännfjord, F., Hemmingsson, H., & Ranada, Å. L. (2016). Elderly people's perceptions of using Wii sports bowling – A qualitative study. Scandinavian Journal of Occupational Therapy, 24(5), 329–338.
https://doi.org/10.1080/11038128.2016.1267259

Hamilton, D., McKechnie, J., Edgerton, E., & Wilson, C. (2021). Immersive virtual reality as a pedagogical tool in education: a systematic literature review of quantitative learning outcomes and experimental design. Journal of Computers in Education, 8(1), 1–32.
https://doi.org/10.1007/s40692-020-00169-2

Jensen, L., & Konradsen, F. (2017). A review of the use of virtual reality head-mounted displays in education and training. Education and Information Technologies,23(4),1515–1529.
https://doi.org/10.1007/s10639-017-9676-0

Levy, F., Rautureau, G., Komano, O., Millet, B., Jouvent, R., & Leboucher, P. (2016). Fear of falling: efficacy of virtual reality associated with serious games in elderly people. Neuropsychiatric Disease and Treatment, 877.
https://doi.org/10.2147/ndt.s97809

Martirosov, S., Bureš, M., & Zítka, T. (2021). Cyber sickness in low-immersive, semi-immersive, and fully immersive virtual reality. Virtual Reality, 26(1), 15–32.
https://doi.org/10.1007/s10055-021-00507-4

Milgram, P., & Kishino, F. (1994). Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. IEICE Transactions on Information and Systems, E77, 1321-1329.

https://cs.gmu.edu/~zduric/cs499/Readings/r76JBo-Milgram_IEICE_1994.pdf

Parong, J., & Mayer, R. E. (2018). Learning science in immersive virtual reality. Journal of Educational Psychology, 110(6), 785–797.

https://psycnet.apa.org/doiLanding?doi=10.1037%2Fedu0000241

Pellas, N., Dengel, A. & Christopoulos, A. (2020). A scoping review of immersive virtual reality in STEM education. IEEE Transactions on Learning Technologies, 13(4), 748-761.

https://ieeexplore.ieee.org/document/9177354

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.

https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131519303276?via%3Dihub

Schroeder, R. (1996). Possible Worlds: The Social Dynamic of Virtual Reality Technologies. Boulder: Westview Press. (1-s2.0-S1876139918302688-main, P. 6)

https://www.semanticscholar.org/paper/Possible-Worlds%3A-The-Social-Dynamic-of-Virtual-Schroeder/d378c9ae848307da370034c387f79bf72bef11f9

Shute, V., Rahimi, S., & Emihovich, B. (2017). Assessment for learning in Immersive Environments. In Smart computing and intelligence (pp. 71–87).

https://doi.org/10.1007/978-981-10-5490-7_5

Spallazzo, D., & Ceconello, M. (2024, October 30). Designing Immersion in Art and Culture. Insights from Artcat4D Project.

https://series.francoangeli.it/index.php/oa/catalog/book/1246

02

Como integrar a RV nos currículos

A revisão de um curso ou parte dele para integrar uma experiência específica por meio de ferramentas e ambientes de RV requer uma atividade de design dedicada que pode ter um impacto substancial no currículo. **Lembre-se de que a RV não se destina a substituir outras abordagens de aprendizagem ou recursos de ensino, mas sim a ser uma ferramenta complementar que pode aprimorar a aprendizagem e as conexões com outras disciplinas!**

A RV pode ser integrada em diferentes fases do ensino. Por exemplo, a exploração da RV pode ser utilizada durante a fase de pré-visualização de uma abordagem de aprendizagem invertida, enquanto a criação de RV pode ser utilizada em projetos de tarefas cooperativas para aprofundar a aprendizagem dos alunos. Além disso, simulações imersivas de RV podem apoiar a compreensão conceitual durante o ensino direto, visualizando conceitos abstratos (por exemplo, estrutura molecular em química ou projetos de engenharia complexos), cenários de dramatização baseados em RV podem aumentar o envolvimento durante atividades de avaliação formativa e viagens de campo virtuais podem proporcionar oportunidades de aprendizagem experiencial em ambientes que de outra forma seriam inacessíveis, como marcos históricos ou ecossistemas remotos.
Os ambientes de RV podem simular facilmente instalações de produção, como fábricas de produtos químicos, para serem exploradas pelos alunos de maneira segura, eficiente e económica. Exercícios práticos de engenharia mecânica podem ser realizados sem a necessidade de salas ou ferramentas específicas. Os alunos podem usar instrumentos que poderiam ser perigosos ou difíceis de alcançar.

A experiência multissensorial que a RV pode oferecer aos alunos pode exigir a extensão do seu esforço de redesenho para todo o curso, reformulando os seus RAPs para permitir que os alunos alcancem conhecimentos e competências nos níveis mais elevados da taxonomia de Bloom e adicionando novos objetivos ligados ao domínio psicomotor, como a capacidade de manipular objetos, ou afetivo, como uma melhor autorregulação em situações de risco.
Também é essencial considerar o **envolvimento de uma equipa multidisciplinar.**

Esta pode incluir gabinetes institucionais do ensino superior que devem aprovar o lançamento da experimentação de RV e um especialista pedagógico para apoiar os professores na integração da RV nos currículos.

Esta equipa também deve incluir técnicos especialistas em RV que colaborem com o professor no desenvolvimento do ambiente virtual e pessoal técnico para instalar e configurar os dispositivos, garantindo a acessibilidade para alunos com deficiência e o acesso equitativo à tecnologia de RV para todos os alunos. Todos estes elementos, que exigem bastante tempo e esforço, implicam que se deve planear cuidadosamente todo o processo de um design eficiente e uma experiência de aprendizagem virtual viável (está disponível uma matriz de decisão para apoiar a fase inicial de decisão).

Viitaharju (2023) identifica alguns elementos a ter em consideração:

Identificar as **cargas de trabalho de ensino e aprendizagem mais exigentes** dentro de cada objetivo de aprendizagem e encontrar pontos em comum entre elas para permitir um ponto de partida focado para o design.

Visar áreas de aplicação **onde a RV possa ser facilmente testada**, com potencial para expandir os materiais desenvolvidos ao longo do tempo.

Criar a experiência de aprendizagem de forma a e**stimular a criação de conexões com conhecimentos prévios e apoiar a reelaboração** desses conhecimentos em novos conceitos, utilizando uma variedade de formatos de conteúdo para permitir a criação eficiente de recursos e a fácil edição com competências técnicas básicas.

2.1 Visão geral e principais conceitos

A introdução da RV na educação pode ser um desafio para professores que não estão familiarizados com a tecnologia e o seu contexto pedagógico[1], tornando crucial uma orientação clara para uma implementação eficaz. Ao contrário das ferramentas de ensino convencionais, a RV requer uma **compreensão tanto do hardware como do software, bem como da natureza imersiva do meio**. Também é crucial gerir as expectativas em relação a falhas técnicas ou questões de acessibilidade para todos os alunos.
Os educadores devem desenvolver um conhecimento básico das capacidades e limitações da RV para tomar decisões informadas sobre a sua integração. Sem essa compreensão, existe o risco

[1] A relação entre o contexto pedagógico e a tecnologia foi investigada pela estrutura TPACK de 2006, de Punya Mishra e Matthew J. Koehler, que se concentra no conhecimento tecnológico (TK), no conhecimento pedagógico (PK) e no conhecimento de conteúdo (CK), oferecendo uma abordagem produtiva para muitos dos dilemas que os professores enfrentam na implementação da tecnologia educacional (edtech) nas suas salas de aula.

de superestimar o potencial da RV ou subutilizar os seus pontos fortes únicos, levando a uma implementação ineficaz.
Por esse motivo, é essencial estabelecer uma equipa multidisciplinar para trabalhar, que inclua especialistas em RV que possam «traduzir» as suas necessidades em configurações técnicas e propor as soluções possíveis que melhor se adequam ao seu projeto pedagógico, e designers instrucionais que possam ajudar a adaptar as aplicações de RV aos seus objetivos de aprendizagem específicos.

Portanto, terá de agir não apenas como especialista em conteúdo, mas também como designer da experiência de aprendizagem geral: reformular o seu ensino requer definir antecipadamente o que deseja alcançar e como alcançá-lo. O próximo passo para integrar uma experiência em RV no seu curso é definir os **resultados** que deseja que os alunos alcancem, tendo em mente que eles devem ser:

- **Alinhados com o currículo;**
- **Focados nas necessidades dos alunos;**
- **Orientados para manter os alunos motivados e envolvidos.**

Uma vez que os resultados de aprendizagem estejam claramente definidos, será possível conceber tarefas de avaliação e atividades de ensino que envolvam os alunos. O alinhamento construtivo, tal como concebido por Biggs (2003), irá ajudá-lo a fazer isso.
Antes de trabalhar nos resultados para a atividade de RV, pode ser interessante ter em mente os seguintes aspetos:

Especifique os níveis da Taxonomia de Bloom[2] que pretende que os alunos alcancem — desde habilidades básicas (lembrar, compreender) até habilidades de ordem superior (aplicar, analisar, avaliar, criar). A RV mostra-se eficaz na conceção de experiências de aprendizagem orientadas para a prática que visam esses níveis mais elevados, promovendo uma aprendizagem mais profunda e mantendo a carga de trabalho dos professores controlável.

O esforço que pretende dedicar à criação dessa experiência. Quanto mais a RV estiver orientada para oferecer uma experiência imersiva e de «aprender fazendo», mais tempo, custos, etc., serão necessários para o desenvolvimento dos seus elementos de design (por exemplo, interação com objetos, montagem, movimentação, etc.).

A escolha cuidadosa **da estrutura pedagógica que orienta o design** de toda a experiência de RV. Neste sentido, a tecnologia deve estar subordinada ao processo de design de aprendizagem.

[2] A Taxonomia de Bloom é uma estrutura que classifica os objetivos de aprendizagem educacional em seis níveis hierárquios de habilidades cognitivas: **Lembrar**: recordar fatos e conceitos básicos; **Compreender**: Explicar ideias ou conceitos; **Aplicar:** usar informações em novas situação; **Analisar**: dividir informações em partes para explorar padrões e relações; **Avaliar:** justificar decisões ou opiniões; **Criar**: produzir trabalhos novos ou originais.

Pode consultar a tabela seguinte para esclarecer as oportunidades que poderá ter.

NÍVEL DE ESFORÇO DO PROFESSOR	*OBJETIVO PRINCIPAL* *(mas não limitado a)*	*OPORTUNIDADES DE RV*	*FERRAMENTAS* *(exemplo, não se limitando a)*
BAIXO; Utilização de conteúdos e aplicações de RV pré-criados.	**ENVOLVIMENTO;** Para aumentar o interesse e a participação dos alunos.	**BIBLIOTECAS DE CHONTEÚDOS PRÉ-CRIADOS** Acesso a uma ampla variedade de experiências de RV existentes que se alinham com vários assuntos, adequadas para integração com baixo esforço.	**ThingLink VR** Embora não seja totalmente open-source, algumas funcionalidades permitem a fácil incorporação de imagens e vídeos em 360°.
MODERADO; Personalizacão de plataformas ou conteúdos de RV existentes.	**APRIMORAMENTO;** Para aprofundar a compreensão de conceitos complexos.	**FERRAMENTAS DE DESENVOLVIMENTO COLABORATIVO;** Plataformas que permitem aos professores colaborar na criação ou modificação de conteúdos de RV, exigindo um esforço moderado.	**A-Frame (da Mozilla)** Uma estrutura web de código aberto para criar experiências de RV usando marcação semelhante a HTML; fácil de adaptar conteúdos existentes. **Delightex** Não é totalmente de código aberto, mas oferece ferramentas adequadas para a sala de aula para modificar cenas 3D, com alguma integração possível através de APIs.
ALTO; Criação de conteúdo original de RV a partir do zero.	**EXTENSÃO;** Aplicar os conhecimentos em contextos do mundo real ou explorar tópicos além do currículo padrão.	**FERRAMENTAS DE CRIAÇÃO AVANÇADAS;** Software que permite aos professores (em conjunto com programadores) construir ambientes de RV abrangentes adaptados anecessidades educativas específicas, o que requer um grande esforço.	**Unity + XR Interaction Toolkit** Embora o Unity não seja de código aberto, muitas bibliotecas de código aberto (como MRTK ou VRTK) podem ser integradas em projetos de RV. **Blender** Pacote de criação 3D de código aberto utilizada para criar recursos utilizados em ambientes de RV personalizados. **OpenXR** API padrão aberta para desenvolvimento de RV/RA, permitindo a criação de RV multiplataforma com suporte de código aberto.

Para ser eficaz e ajudar os alunos a alcançar os RAPs, a experiência de RV deve oferecer um ambiente onde os utilizadores se sintam totalmente envolvidos e presentes.

Experiências imersivas, que geralmente apresentam, por exemplo, um alto nível de fidelidade de reprodução de objetos (veja a lista completa de características logo abaixo), levam a uma "sensação de presença" (sensação de "estar lá") que pode gerar um impacto positivo na sua motivação. (Ochs, 2022)

De qualquer forma, sistemas de baixa imersão, como a RV de secretária, também são capazes de proporcionar uma experiência de alta presença aos utilizadores (Núñez, 2004), pois «estar presente e envolvido» envolve uma combinação de **fatores tecnológicos, cognitivos e emocionais** que influenciam a motivação, estimulam a reflexão profunda, facilitam a retenção de conhecimento e o desenvolvimento de competências e, finalmente, levam os alunos a alcançar os RAPs do curso.

Dito isto, é possível identificar os elementos-chave que podem ser incorporados no design do ambiente de RV e nas atividades a serem realizadas dentro dele. Considere, como ponto de partida, a definição de uma **estrutura de design instrucional bem pensada,** enquanto os outros elementos podem ser equilibrados de forma diferente com base nos RAPs a serem alcançados e no esforço que você (e a sua equipa) podem dedicar a tal atividade:

Estruturar a experiência por meio de uma **estrutura pedagógica clara** que possa aprimorar a aprendizagem reflexiva e a conexão do conhecimento; (Fowler, 2015)

Interação ativa do aluno, que se refere ao grau de incorporação por meio de avatares, permitindo a comunicação, a expressão emocional e a manipulação de objetos. A interação referese a ações e gestos em objetos (como girar, montar, agarrar e obter feedback em tempo real sobre as ações) ou à exploração no ambiente, bem como à interação com outros utilizadores para concluir uma tarefa, por exemplo, de forma colaborativa;

Envolvimento multissensorial através do visual (gráficos de alta resolução, etc.), auditivo, tátil (dispositivos de feedback tátil que proporcionam sensações físicas) e movimento (acompanhamento contínuo dos movimentos do utilizador);

Fornecer aos utilizadores **feedback imediato** após as suas ações no ambiente virtual e com objetos, para apoiar ajustes contextuais nas decisões tomadas durante a experiência. Níveis de dificuldade escalonados permitem uma progressão num ritmo adequado. Todos esses elementos promovem metacognição, autorregulação e habilidades de resolução de problemas, favorecendo o controle do utilizador sobre a sua experiência;

Envolvimento emocional por meio de narrativas ou cenários envolventes e presença social;

Fidelidade representacional, ou seja, o realismo do ambiente, incluindo visuais, comportamento dos objetos e comunicação. O realismo abrange não só os aspetos visuais da exibição, mas também a consistência do comportamento dos objetos, a autenticidade da comunicação e a disponibilidade de interações, bem como a qualidade geral — tanto no comportamento como na aparência — da representação do utilizador.

Para aprofundar:

Fowler, C. (2015). Virtual reality and learning: Where is the pedagogy? British journal of educational technology, 46(2), 412-422.

DOI: https://doi.org/10.1111/bjet.12135

Este artigo critica a integração da RV na educação, argumentando que, embora a RV ofereça potencial para uma aprendizagem imersiva, a sua adoção muitas vezes carece de um quadro pedagógico claro. Enfatiza a necessidade de uma abordagem estruturada para garantir que a RV melhore os resultados educacionais de forma eficaz.

Núñez, D. (2004, November). How is presence in non-immersive, non-realistic virtual environments possible? In Proceedings of the 3rd international conference on Computer graphics, virtual reality, visualisation and interaction in Africa (pp. 83-86).

DOI: https://doi.org/10.1145/1029949.1029964

Este artigo examina o fenómeno da presença em ambientes virtuais não imersivos e não realistas. Ele sugere que a presença não depende exclusivamente da imersão ou do realismo, mas pode ser influenciada por fatores cognitivos, como atenção e memória de trabalho. O estudo argumenta que, mesmo em ambientes menos imersivos, os utilizadores podem experimentar uma sensação de presença se alocarem recursos cognitivos suficientes para processar o ambiente virtual.

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, Article 103778.

https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778

Os autores realizaram uma revisão sistemática da realidade virtual imersiva (RVI) no ensino superior, destacando o seu potencial para melhorar o envolvimento e os resultados de aprendizagem. O estudo identifica elementos-chave de design e desafios quotidianos, tais como usabilidade e exigências de recursos. Conclui com um apelo a mais investigação sobre a eficácia a longo prazo e a integração pedagógica.

2.2 Conceber a experiência de RV e a integração curricular

Os RAPs expressam **o que se espera que o aluno saiba ou execute após a conclusão de uma oportunidade de aprendizagem,** por exemplo, «Os alunos serão capazes de replicar os procedimentos de segurança para aceder a e utilizar um laboratório químico».

Independentemente do esforço que você imagina, o primeiro passo é definir os resultados que deseja que os alunos alcancem, pois, esses resultados orientarão o design de tarefas de avaliação e atividades de ensino e aprendizagem significativas e de valor agregado.

2.2.1 Resultados de aprendizagem pretendidos: por que são importantes?

A formulação eficaz dos RAPs funciona como uma orientação na conceção da simulação e na resposta a perguntas específicas, tais como:

- **O que os alunos devem saber ou ser capazes de fazer? Resultados de aprendizagem pretendidos**
- **Como será avaliada a aprendizagem? Tarefas de avaliação**
- **Como os alunos aprenderão? Atividades de ensino e aprendizagem**

Os RAPs decorrem dos objetivos do curso e devem ser consistentes com eles. Idealmente, **os resultados de aprendizagem de um curso formam um roteiro** para o destino final da aprendizagem; em outras palavras, em conjunto, os RAPs devem apresentar uma imagem clara do objetivo das atividades e do curso, bem como do que os alunos serão capazes de fazer no final deles.

Os RAPs podem referir-se não apenas aos conhecimentos e habilidades relacionados aos tópicos do curso (**conhecimentos disciplinares e habilidades específicas da matéria**), mas também a **habilidades e competências transversais**. Ao trabalhar ou estudar com RV, até mesmo os domínios afetivo e psicomotor serão afetados de alguma forma.
A utilização da RV pode promover a autoeficácia e a confiança (em particular no setor sanitário e da saúde), a comunicação e a colaboração entre pares e a gestão do tempo. (Hickman, 2017; Hafner, 2013; Angel-Urdinola, 2021)

Sugerimos consultar o quadro ESCO[3] para competências transversais (classificação das competências, aptidões e profissões europeias) para identificar as principais categorias em que estas competências podem ser organizadas. Este quadro tem em conta não só as competências cognitivas, mas também as habilidades manuais e as competências afetivas (tais como resolver conflitos, mostrar empatia e motivar os outros).

CONHECIMENTO DISCIPLINAR
Tópicos do curso/secção/aula

COMPETÊNCIAS TRANSVERSAIS
Competências transversais a todos os empregos e setores e relacionadas com competências pessoais e sociais (Cedefop[3])

COMPETÊNCIAS BÁSICAS	COMPETÊNCIAS DE REFLEXÃO	COMPETÊNCIAS DE AUTOGESTÃO
▪ Domínio de línguas ▪ Trabalhar com números e medidas ▪ Trabalhar com dispositivos e aplicações digitais	▪ Processar informações, ideias e conceitos ▪ Planeamento e organização ▪ Lidar com problemas ▪ Pensar de forma criativa e inovadora	▪ Trabalhar de forma eficiente ▪ Adotar uma abordagem proativa ▪ Manter uma atitude positiva ▪ Demonstrar disposição para aprender
COMPETÊNCIAS SOCIAIS E DE COMUNICAÇÃO	**COMPETÊNCIAS FÍSICAS E MANUAIS**	**COMPETÊNCIAS PARA A VIDA**
▪ Comunicação ▪ Apoiar os outros ▪ Colaborar em equipas e redes ▪ Liderar os outros ▪ Seguir um código de conduta ético	▪ Manipular e controlar objetos e equipamentos ▪ Responder a circunstâncias físicas	▪ Aplicar competências e habilidades empresariais e financeiras ▪ Aplicar competências e habilidades relacionadas à saúde ▪ Aplicar competências e habilidades culturais ▪ Aplicar competências e habilidades cívicas ▪ Aplicar conhecimentos gerais ▪ Aplicar competências e habilidades ambientais

▲ Tab. 2.2.1: Habilidades e competências a serem consideradas na formulação dos Resultados de Aprendizagem Pretendidos

[3] Estrutura ESCO https://esco.ec.europa.eu/en/classification/skill_main

Ao formular os RAPs para o seu curso redesenhado, a fim de abordar, da melhor forma possível, o desenvolvimento da RV, considere não só o domínio cognitivo, mas também as esferas emocional e psicomotora. **A taxonomia de Bloom** descreve os objetivos educacionais como pertencentes a três domínios:

Afetivo: considera como um aluno lida com as coisas emocionalmente, portanto, inclui comportamentos que indicam atitudes de consciência, responsabilidade, capacidade de ouvir e responder em interações com outras pessoas; e a capacidade de demonstrar essas características atitudinais ou valores que são apropriados para a situação de teste e o campo de estudo (por exemplo, a eficácia de aprendizagem percebida e a satisfação com o ambiente virtual);

Psicomotor: é demonstrado por habilidades físicas ou habilidades motoras finas para realizar tarefas ou executar movimentos (coordenação, manipulação, velocidade, uso de instrumentos ou ferramentas de precisão);

Cognitivo: relacionado com o conhecimento e o desenvolvimento intelectual. Envolve os processos de pensar, compreender, analisar, aplicar, avaliar e criar informação.

Os domínios predefinidos são construções analíticas que muitas vezes são difíceis de distinguir na prática: geralmente, ocorrem interações entre esses domínios, tornando as suas fronteiras difusas. Classifica os diferentes tipos de aprendizagem, em cada domínio, com um grau crescente de complexidade, começando do nível básico ao mais complexo.



Fig. 2.2.1: Domínios da taxonomia de Bloom. Fontes: Bloom et al. (1956); Dave (1970); Anderson et al. (2001).

2.2.2 Como formular os RAPs?

Os RAPs devem ser compreensíveis para os alunos e expressos do ponto de vista deles, usando **«os alunos serão capazes de»:**

Um verbo (ação esperada, ou seja, que tipo de atividade os alunos serão capazes de realizar).

Um objeto (o conteúdo da ação).

Se necessário: o contexto (onde o aluno irá agir, ou seja, onde os alunos irão aplicar a competência adquirida).

Se possível: o critério para alcançar a proficiência ou, em outros termos, como saberá que um aluno atingiu o objetivo.

É crucial ajustar cada RAP usando um verbo significativo que descreva o que os alunos serão capazes de fazer como resultado do processo de aprendizagem: idealmente, um v**erbo de ação que possa ser observado e medido**. Se estiver a formular um RAP, tente perguntar a si mesmo: «Como eu avaliaria isto?». Se o RAP sugerir uma avaliação clara, isso provavelmente significa que o seu RAP é eficaz.
Ao projetar a experiência de RV, é essencial considerar todos os três domínios e escolher com precisão os verbos que descrevem o que espera que os alunos sejam capazes de fazer após a conclusão da oportunidade de aprendizagem.

- **Exemplo menos eficaz**

Os alunos aprenderão sobre as principais características de um biorreator de fermentação nas três configurações diferentes: batch, fed-batch e quimiostato.

- **Exemplo mais eficaz**

Os alunos serão capazes de formular as principais características de um biorreator de fermentação em três configurações diferentes: batch, fed-batch e quimiostato, aplicando balanços de materiais aos diferentes componentes e às células. [COMPREENDER] [APLICAR] [AVALIAR]

Competências transversais

- ***Os alunos serão capazes de identificar*** *e montar os elementos que constituem as três diferentes configurações de um biorreator de fermentação. [MANIPULAÇÃO] [PRECISÃO]*
- ***Os alunos serão capazes de reconhecer*** *as implicações éticas e ambientais dos biorreatores de fermentação e expressar um compromisso com práticas sustentáveis de bioprocessamento. [VALORIZAÇÃO] [INTERNALIZAÇÃO DE VALORES]*

Caixa de inspiração

Arkansas State University, exemplos concretos de aprendizagem organizados por categoria de conhecimento nos três domínios,
https://www.astate.edu/a/assessment/assessment-resource-links/files/Revised-Bloom%20s-Taxonomy-All-Domains.pdf

Exemplos de verbos para os domínios cognitivo, afetivo e psicomotor da Red Deer Polytechnic

Utilização de RV da Universidade de Maryland
https://www.umaryland.edu/fctl/resources/technology/emerging-trends/virtual-reality-vr/#page-1

Para aprofundar:

Maastricht University Institute for Education Innovation (EDLAB). (2016). The UM Handbook for Constructive Alignment

https://edlab.nl/wp-content/uploads/2022/01/CoAl_PDF_final_version.pdf

O manual do Instituto de Inovação Educacional da Universidade de Maastricht oferece orientações práticas sobre o alinhamento dos resultados de aprendizagem pretendidos, métodos de ensino e avaliação no ensino superior.
Ele enfatiza a aprendizagem centrada no aluno para aumentar a eficácia e a coerência educacional.

Häfner, P., Häfner, V., & Ovtcharova, J. (2013). Teaching Methodology for Virtual Reality Practical course in Engineering Education. Procedia Computer Science, 25, 251-260

https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.11.031

Este artigo apresenta uma metodologia de ensino para integrar a realidade virtual na educação em engenharia, com foco no aprimoramento das habilidades práticas por meio da aprendizagem imersiva. A abordagem enfatiza o aumento do envolvimento dos alunos e melhora a compreensão conceitual em assuntos técnicos complexos.

Hamilton, D., McKechnie, J., Edgerton, E., & Wilson, C. (2021). Immersive virtual reality as a pedagogical tool in education: a systematic literature review of quantitative learning outcomes and experimental design. Journal of Computers in Education, 8(1), 1-32.

https://doi.org/10.1007/s40692-020-00169-2

Os autores realizaram uma revisão sistemática examinando a eficácia da Realidade Virtual Imersiva (RVI) como ferramenta pedagógica na educação. Analisando 29 estudos experimentais, eles descobriram que a RVI frequentemente melhora os resultados de aprendizagem, particularmente em assuntos complexos ou procedimentais, embora os resultados variem com base no desenho da intervenção e nos métodos de avaliação.

2.3 Tarefa de avaliação

A avaliação é crucial não só para apoiar a aprendizagem dos alunos, mas também para a medir. Uma avaliação adequada ao objetivo pode testar o que foi aprendido e ensinado ou, por outras palavras, pode determinar se um aluno atingiu os RAPs definidos em termos de conhecimentos disciplinares, psicomotores e emocionais, bem como competências sociais e digitais. Também promove a aprendizagem dos alunos, incentivando a preparação, o envolvimento no processo de avaliação e a reflexão através do feedback. Além disso, ajuda os instrutores a obter informações sobre como os alunos estão a responder aos seus métodos de ensino e a avaliar a eficácia com que os alunos estão a adaptarse à experiência de RV.

O processo é transparente e acessível tanto para os professores como para os alunos — por exemplo, os professores comunicam claramente o objetivo, os requisitos e os padrões esperados de cada tarefa de avaliação. Os alunos recebem feedback focado e construtivo, o que os ajuda a compreender como melhorar o seu desempenho no futuro.

As avaliações de RV diferem das avaliações tradicionais nas seguintes formas principais:

- **Incorporação e interatividade:** a aprendizagem é demonstrada através da prática, não apenas através da teoria ou da escrita.
- **Recolha dinâmica de evidências:** os professores podem analisar dados comportamentais, percursos de decisão e interações espaciais.
- **Cenários ricos em contexto:** os alunos respondem a ambientes complexos e em constante mudança, que exigem pensamento crítico e adaptabilidade.
- **Ciclos de feedback:** a RV permite feedback imediato por meio de respostas de simulação, oferecendo mais oportunidades para avaliação formativa.

Ao contrário dos ambientes de aprendizagem tradicionais, a RV permite que os alunos mergulhem em cenários complexos e interativos que refletem contextos do mundo real, onde podem navegar por ambientes, tomar decisões, manipular objetos e resolver problemas. Portanto, é essencial, por um lado, promover um sistema que fomente o desenvolvimento de conhecimentos especializados enquanto se atua na RV e, por outro lado, uma avaliação autêntica que avalie a aquisição de competências transversais, emocionais e psicomotoras, bem como conhecimentos cognitivos, conclusão de tarefas e artefactos.

Durante a fase de design, é necessário trabalhar em:

- **Direcionar o desempenho:** fornecer feedback em tempo real para permitir que os alunos compreendam imediatamente as consequências de suas ações. Por exemplo, bloquear o progresso do aluno após um erro até que ele seja corrigido (Sankaranarayanan et al., 2018; Fracaro et al., 2021) ou mostrar o efeito explosivo em uma instalação industrial quando parâmetros específicos são definidos incorretamente.

- **Focar o comportamento de aprendizagem autorregulada:** integrar atividades de autorreflexão, como questionários de autoavaliação, relatórios sobre a atividade realizada, discussões, etc., durante ou após uma tarefa de formação para verificar a compreensão e oferecer explicações mais detalhadas ou propor materiais para aprofundar, a fim de promover a capacidade de gerir os próprios pensamentos, emoções e ações enquanto adquirem novas competências ou conhecimentos. (Panadero, 2017; Zimmerman, 2000)

Graças à natureza digital da RV, e quando eficaz, o uso de auscultadores e controladores torna possível rastrear e coletar automaticamente uma ampla gama de dados que podem oferecer aos instrutores (e outras partes interessadas) informações valiosas sobre o desempenho dos alunos. Os dados podem referir-se ao uso, desempenho e dados comportamentais, bem como à análise de emoções e análises preditivas, além de dados biométricos.

Esses dados, juntamente com os resultados das tarefas e as avaliações dos artefactos produzidos durante as atividades de reflexão ou debriefing, contribuirão para uma avaliação valiosa das experiências de RV. Na verdade, é essencial planear **vários tipos de dados de avaliação**, tanto dentro da RV (análises, comportamentos, artefactos) como fora dela (reflexões, discussões, trabalhos escritos) e adaptar **tarefas e rubricas para avaliar tanto o processo como o produto**, combinando frequentemente o desempenho em tempo real com a interpretação pós-RV.
Embora estas informações possam melhorar significativamente a avaliação e personalizar a aprendizagem, também levantam preocupações sobre vigilância, propriedade dos dados e consentimento informado. Os educadores devem garantir que todos os dados coletados sejam usados de forma responsável, armazenados com segurança e compartilhados apenas com as partes interessadas apropriadas. É essencial ser transparente com os alunos e responsáveis sobre quais dados estão a ser coletados, como serão usados e por quanto tempo serão retidos.

A RV também pode ser usada como o local onde a avaliação ocorre. Bogomolova et al. (2021) apresentaram uma experiência em anatomia, na qual o aluno deve responder a um conjunto de perguntas focadas em assuntos difíceis de avaliar no papel (identificar estruturas da parte inferior da perna, determinar suas relações espaciais e funções e indicar funções prejudicadas em um cenário clínico). A sessão de avaliação de 10 minutos ocorreu com interação em tempo real entre o examinado e o avaliador, durante a qual o examinado deve responder a perguntas específicas após manipular o modelo.

2.3.1 Funções de avaliação

A tabela a seguir propõe algumas dicas sobre os dados de origem que podem ser coletados para alcançar resultados de avaliação específicos e atividades que podem ser projetadas para coletá-los, alinhadas às quatro funções principais da avaliação educacional: diagnóstica, formativa, sumativa e promotora da qualidade.

DIMENSÃO	*RESULTADO*	*MOMENTO*	*DADOS DE ORIGEM*	*ACTIVIDADES (alguns exemplos)*
Diagnóstico	Planeamento do ensino, avaliação dos conhecimentos, equívocos e competências existentes dos alunos	Antes da aprendizagem (antes do curso/unidad/ tópico)	▪ Desempenho académico anterior ou resultados de pré-testes ▪ Seleção inicial de ferramentas ou tentativas de tarefas em RV ▪ Padrões de navegação e hesitações. ▪ Tempo para concluir tarefas básicas	▪ Coloque os alunos numa simulação sem orientação prévia para observar respostas instintivas ▪ Permitir a exploração livre em RV e observar no que os alunos se concentram ou evitam ▪ Proponha questionários online em plenário para avaliar o conhecimento prévio ou a confiança antes da sessão de RV ▪ Peça aos alunos para narrarem as suas decisões durante a primeira tentativa de uma tarefa de RV
Formativa	Refletir sobre até que ponto os resultados de aprendizagem foram alcançados para orientar a aprendizagem	Durante a aprendizagem (experiência de RV + atividades de reflexão)	▪ Registos de simulação em tempo real (erros, utilização de ferramentas, percursos) ▪ Frequência de utilização de dicas ou orientações do sistema ▪ Pontuações de questionários incorporados na RV ▪ Respostas em áudio ou texto na RV ▪ Notas observacionais do professor ▪ Reflexão e autoavaliações dos alunos	▪ Incluir microtarefas com feedback instantâneo e observação da tomada de decisões ▪ Após as atividades de RV, peça aos alunos que preencham grelhas de reflexão ou diários (digitais ou em papel) ▪ Organize discussões em pequenos grupos onde os alunos expliquem o que fizeram na RV e porquê ▪ Interrompa a simulação em pontos-chave para fazer perguntas ▪ Observe os alunos a realizar tarefas em RV e dê feedback em tempo real ou logo a seguir

Sumativa	Avaliar a consecução dos resultados de aprendizagem, classificar	Após a aprendizagem	▪ Resultados finais ou conclusão de tarefas em RV ▪ Artefactos gerados em RV (por exemplo, modelos 3D, resultados digitais) ▪ Precisão e complexidade das decisões do cenário ▪ Gravações de vídeo/áudio da sessão de RV do aluno ▪ Ensaios ou apresentações pós-simulação ▪ Avaliações baseadas em rubricas	▪ Peça aos alunos que completem um desafio do mundo real (por exemplo, projetar um habitat, gerir um negócio) ▪ Peça aos alunos que transformem as reflexões das suas experiências de RV em ensaios formais Use rubricas padronizadas para avaliar o desempenho com base em gravações ou registos ▪ Combine a experiência de RV com um teste tradicional ou uma defesa oral das escolhas feitas na RV
Promoção da qualidade	Melhoria do ensino/ferramenta de RV	Após o curso/aula	▪ Agregar análises de desempenho em RV (por exemplo, taxas de sucesso, tempo médio) ▪ Padrões nas reflexões ou feedback dos alunos ▪ Mapas de calor e dados de utilização de ambientes de RV ▪ Entradas no diário do professor/aluno e registos de debriefing	▪ Utilizar dados de RV para identificar pontos fracos do currículo e informar revisões ▪ Ferramentas de avaliação como: - SUS (Escala de Usabilidade do Sistema); - SSQ (Medir o desconforto/ enjoo induzido pela RV); - VRNQ (Avaliar a qualidade e o conforto geral da RV). ▪ Utilizar análises da plataforma para ver tendências e ajustar o ensino em conformidade ▪ Manter registos do que funcionou bem e do que não funcionou durante a utilização da RV

▲ Tab. 2.3.1: Funções de avaliação em RV com os dados de origem e atividades relativos

2.3.2 Exemplos de tarefas de avaliação

Abaixo, pode explorar alguns **exemplos** práticos **de tarefas de avaliação alinhadas de forma construtiva** que podem ser aplicadas dependendo dos RAPs que o instrutor deseja que os alunos alcancem.
As tarefas descritas podem fazer parte da avaliação formativa ou ser implementadas como elementos da avaliação sumativa que contribuem para a nota do curso.

Exemplo prático de tarefa de avaliação alinhada de forma construtiva

Resultado de aprendizagem pretendido
Os alunos serão capazes de identificar e montar os elementos que compõem as três diferentes configurações de um biorreator de fermentação

Tarefa de avaliação
Grelha de reflexão

Habilidades/competências desenvolvidas: *autorreflexão, pensamento crítico e autorregulação.*
Outras habilidades: *manipulação e controlo de objetos e equipamentos.*

O professor apresenta o conteúdo teórico aos alunos, explicando as três configurações do biorreator durante a aula, e depois os alunos devem realizar uma tarefa na instalação virtual de bioprocessamento. Após a experiência de RV, cada aluno deve preencher uma grelha de reflexão digital (Google Form, questionários de SGA ou ficha de trabalho em PDF), onde deve descrever, resumidamente, os principais componentes utilizados, as características únicas e os exemplos de aplicação de cada configuração. O instrutor pode atribuir pontos após a conclusão bem-sucedida.

No laboratório de RV
No laboratório de RV, os alunos podem encontrar questionários formativos para compreender melhor a utilização e as características de cada componente do biorreator e receber feedback imediato após montá-los incorretamente.

Exemplo prático de tarefa de avaliação alinhada

Resultado de aprendizagem pretendido
Os alunos serão capazes de identificar um composto desconhecido interpretando dados espectrais e o comportamento da reação simulada.

Tarefa de avaliação
Relatório

Competências sociais desenvolvidas: resolução de problemas, trabalho em equipa, análise de dados e comunicação.
Outras habilidades incluem precisão no uso de instrumentos de laboratório.

Em pequenos grupos, os alunos entram num laboratório virtual onde têm a tarefa de identificar um composto desconhecido. Dentro de uma sessão cronometrada, eles examinam dados espectrais e executam simulações de reação para desenvolver uma solução proposta. Depois, cada grupo apresenta um breve relatório descrevendo os passos que seguiram, as suas descobertas e o raciocínio por trás da sua solução. Os instrutores avaliam então tanto o processo como o resultado final usando uma rubrica.

No laboratório de RV
Os recursos de aprendizagem (slides, PDF, páginas da web, etc.) são incorporados na RV para procurar dicas de solução. Também é possível deixar o sistema fornecer feedback rico no caso de uma execução mal-sucedida.

Exemplo prático de tarefa de avaliação alinhada

Resultado de aprendizagem pretendido
Os alunos serão capazes de realizar procedimentos passo a passo com segurança e precisão para manutenção e inspeção de equipamentos em um ambiente de fábrica de produtos químicos.

Tarefa de avaliação
Discussão e teste de escolha múltipla

Discussão e teste de escolha múltipla: *auto-organização, resolução de problemas e gestão do stress.*
Outras habilidades: *pensamento procedural, atenção aos detalhes, consciência de segurança, habilidades psicomotoras*

Os alunos são colocados individualmente num laboratório virtual de química, onde devem realizar o procedimento correto de manutenção e inspeção de equipamentos com base no contexto inicial proposto pelo professor. O sistema de RV rastreia cada ação. Após a conclusão, é gerada uma pontuação de desempenho com base na precisão, adesão ao protocolo e capacidade de reagir a situações imprevisíveis. Com base nos resultados obtidos, o instrutor propõe uma discussão plenária para destacar as etapas desafiadoras e comparar as diferentes decisões tomadas. Depois disso, é proposto um teste de escolha múltipla para refletir sobre erros ou tarefas/procedimentos críticos que precisam de esclarecimento. O professor também pode rever a gravação da sessão e usar uma lista de verificação para a avaliação.

No laboratório de RV
Forneça perguntas de autoavaliação de escolha múltipla integradas em RV para cada tópico, tarefa desafianteo u crucial que o aluno deve executar.

2.3.3 Rubrica

Uma rubrica é uma ferramenta que articula as **expectativas para tarefas e trabalhos de desempenho**, listando critérios e, para cada critério, descrevendo os níveis de qualidade. A rubrica é uma ferramenta muito flexível que pode ser desenvolvida para avaliar tanto o conhecimento disciplinar como as competências sociais e digitais.

Uma rubrica é formada pelas seguintes partes essenciais:

- **A lista dos critérios** a serem usados para avaliar o desempenho, idealmente ligados aos RAPs a serem avaliados.
- **Uma escala (e pontuação)** que descreve o nível de domínio (por exemplo, excede as expectativas, atende às expectativas, não atende às expectativas ou básico, proficiente, avançado).
- **A descrição dos vários níveis de qualidade do desempenho** (descritores de desempenho) dos componentes/dimensões em cada nível de domínio. Este elemento deve ser o mais detalhado possível para facilitar a autoavaliação e a avaliação pelos pares por parte dos alunos. Veja um exemplo aplicado e concreto abaixo. Encontre um exemplo editável de aqui (ver Starter Kit).

Exemplo prático de tarefa de avaliação alinhada

Resultado de aprendizagem pretendido
Os alunos serão capazes de analisar e relatar as conclusões de uma sessão de laboratório simulada, aplicando a estrutura e a terminologia científicas.

Tarefa de avaliação
Relatório de laboratório virtual
Após um laboratório de biologia em RV sobre cinética enzimática, os alunos escrevem um relatório de laboratório estruturado que inclui o objetivo, a metodologia, os dados, a análise e as conclusões. Os relatórios são enviados através do SGA e avaliados com uma rubrica que se concentra na clareza, precisão científica e pensamento crítico.

Exemplo de rubrica analítica:
Articula diferentes dimensões do desempenho em RV nos três domínios diferentes (cognitivo, afetivo, psicomotor) e no resultado (o relatório) e fornece classificações para cada dimensão: veja um exemplo de rubrica analítica no apêndice do seguinte artigo - Hamid, R., et al. (2012). Avaliação do domínio psicomotor em trabalhos de laboratório de tecnologia de materiais. Procedia - Ciências Sociais e Comportamentais, 56, 718–723

https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.708

Caixa de inspiração

Universidade de Utica, Rubrica de avaliação do caderno de laboratório

https://www.utica.edu/academic/Assessment/new/NB_Rubric.pdf

A Universidade Alabama A&M partilha uma lista de exemplos de rubricas para avaliar diferentes tipos de resultados de aprendizagem STEM - Rubricas FAS

https://www.aamu.edu/academics/colleges/agricultural-life-natural-sciences/departments/food-animal-sciences/_documents/rubrics-fas2018.pdf

Equipa de Avaliação da Faculdade de Negócios e Tecnologia, rubrica para avaliar o desempenho dos alunos em equipas

https://wit.edu/sites/default/files/2020-10/Teamwork-Assessment-Rubric.pdf

2.3.4 Para resumir

NIVEL DE BLOOM	TIPOS DE TAREFAS DE RV ADEQUADAS	EXEMPLO DE TAREFA	MÉTODOS DE AVALIAÇÃO SUGERIDOS
LEMBRAR	Explorações em 360°, visitas guiadas	Visita virtual a museus ou fábricas	Questionário de escolha múltipla (durante ou após a RV), SUS (Escala de Usabilidade do Sistema)
COMPREENDER	Visualizações de conceitos, tutoriais de RV	Observar processos químicos em RV	Preguntas incorporadas, SUS + VRNQ (Questionário de Neurociência em RV)
APLICAR	Simulações interativas, tarefas de ramificação baseadas em decisões	Definir parâmetros de processo numa simulação de laboratório	Registo de desempenho da tarefa, rastreamento de erros, feedback em RV
ANALISAR	Diagnósticos baseados em cenários, análise de dados em RV	Interprete vias de reação ou anomalias	Redação reflexiva, análise de mapas de calor, discussão colaborativa
AVALIAR	Dramatização com pensamento crítico, simulações com resultados ramificados	Avaliar implicações éticas das escolhas laboratoriais	Avaliação pelos pares, rubrica, registos comportamentais, debriefings abertos
CRIAR	Prototipagem em RV, tarefas de codesign, narrativas	Projetar uma configuração de reator virtual ou apresentar conclusões	Modelos 3D, resultados baseados em projetos, defesa oral na sessão pós-RV

▲ Tab. 2.3.4: Tarefas de RV e métodos de avaliação para cada nível de conhecimento de Bloom

2.4 Atividades de ensino e aprendizagem (AEAs)

Depois de definir os resultados que deseja que os alunos alcancem e como serão avaliados, o alinhamento construtivo pode ajudá-lo a projetar as AEAs. Elas são cruciais para permitir **que os alunos desenvolvam a sua capacidade de atender aos critérios de avaliação** e, assim, alcançem os RAPs.

Como podemos ajudar os alunos a atingir os objetivos estabelecidos no início do curso? Agora é hora de conceber e planear as atividades que os participantes devem realizar tanto durante a experiência de RV como aquelas que ocorrem antes e depois da experiência.

É importante considerar os seguintes elementos ao conceber a integração das atividades de RV:

Prévia ao e-training: como muitos utilizadores podem não estar habituados à RV, recomenda-se planear várias sessões de formação passo a passo guiadas por RV ou mesmo exploração livre antes dos alunos realizarem as tarefas reais para atingir os RAPs formulados. Também é essencial organizar uma sessão de briefing prévia, na qual as instruções, expectativas e atividades são partilhadas com os alunos (consulte uma lista de verificação para o ajudar a conceber esta fase). Os alunos podem até ser convidados, antes do treino, a explorar o ambiente e familiarizar-se com o headset e os controladores. Esta é a fase ideal para identificar quaisquer problemas com a perceção 3D, visão estereoscópica ou sensibilidade à cinetose em alguns alunos.

Debriefing: deve ser uma sessão sistemática em que os alunos, orientados por um facilitador, identificam e expressam as suas reações à simulação, proporcionando uma oportunidade para reflexão e aprendizagem profunda (Fanning, 2007). O debriefing pode envolver feedback do software de simulação, auto-debriefing e/ou debriefing facilitado por meio de ferramentas como SUS, SSQ e VRNQ (ver Tabela 2.3.1).

Pós-reflexão: melhore a retenção de conhecimento e o valor da RV no trabalho de habilidades cognitivas de alto nível por meio de atividades subsequentes que promovam uma compreensão conceitual mais profunda e metacognição, como discussões com colegas ou um instrutor, perguntas abertas, debates, redação reflexiva, etc.

Duração das sessões de RV: para fins educativos, a duração sugerida para as sessões de RV é **entre 20 e 70 minutos,** dependendo do tipo de atividade, o que também influencia a duração ideal. O nível mais alto refere-se à suposição de que o software de RV atende a padrões de alta qualidade (conforme avaliado por ferramentas como o Questionário de Neurociência

de Realidade Virtual, VRNQ) e que os utilizadores estão adequadamente familiarizados com o sistema por meio de tutoriais introdutórios. Sessões mais longas podem aumentar o risco de sintomas induzidos pela RV (VRISE). Ainda assim, estes podem ser mitigados com recursos de design imersivo, como gráficos aprimorados, qualidade de som melhorada e instruções úteis no jogo.

Trabalho em equipa: é uma abordagem valiosa no planeamento de atividades em RV, principalmente porque promove o desenvolvimento de competências de colaboração e trabalho em equipa nos alunos. Em segundo lugar, facilita a organização das instalações de RV, uma vez que o número de dispositivos (PCs, auscultadores, etc.) disponíveis para experiências de RV é geralmente menor do que o número de alunos. Nesta abordagem, enquanto uma pessoa explora o ambiente de RV, outras recebem tarefas diferentes (por exemplo, estudar material adicional para apoiar o aluno na RV, dar instruções a um colega, etc.) ou assumem várias funções dentro de uma atividade mais complexa em que a RV representa apenas uma etapa.

2.4.1 Que estrutura (re)projetar para acomodar a RV?

Os métodos de ensino mais eficazes para projetar uma experiência de RV estão principalmente ligados aos princípios da teoria construtivista (Cao et al., 2023), que enfatizam o **papel ativo dos alunos** na construção do seu próprio conhecimento e compreensão. Em particular:

- **Os alunos desenvolvem ativamente o seu conhecimento existente** para compreender novas informações.
- **As interações sociais** com colegas, professores e o ambiente desempenham um papel crucial no processo de aprendizagem.
- **A aprendizagem é mais eficaz quando aplicada a contextos reais ou relevantes.**
- **Os alunos envolvem-se** ativamente com o seu ambiente **para construir conhecimento com a orientação do professor.**

As narrativas, objetos e atividades de RV podem então ser estruturados através de diferentes métodos. Aprofundamos alguns deles, oferecendo exemplos concretos de como configurá-los.
Os exemplos podem ser facilmente adaptados a diferentes disciplinas:

Ciclo de Kolb

Presume que a aprendizagem é um processo que cria conhecimento através da transformação da experiência. Novas experiências impulsionam em grande parte o desenvolvimento de novos conceitos, e a aprendizagem envolve a aquisição de conceitos abstratos que podem então ser aplicados de forma flexível em várias situações.



▲ Fig. 2.4.1.1: Ciclo de Kolb

Aprendizagem baseada em problemas (ABP)

A aprendizagem baseada em problemas é um método de ensino em que problemas relevantes, sem uma resposta bem definida, são introduzidos no início do ciclo de ensino e **os alunos aprendem sobre o assunto através da experiência de resolver um problema em aberto.**



▲ Fig. 2.4.1.2: Aprendizagem baseada em problemas

Aprendizagem baseada na investigação

A aprendizagem baseada na investigação promove a aprendizagem dos alunos através de uma **investigação** cada vez mais **independente de questões, problemas e assuntos complexos.**

Em vez de ensinar os resultados das investigações de outros, que os alunos aprendem passivamente, o instrutor coloca uma ou mais questões significativas e ajuda os alunos a aprender através de uma investigação ativa do tema.



▲ Fig. 2.4.1.3: Aprendizagem baseada na investigação

Exemplo prático de uma atividade alinhada de forma construtiva

Ciclo de Kolb, individual

Resultado de aprendizagem pretendido

Os alunos serão capazes de identificar e montar os elementos que compõem as três diferentes configurações de um biorreator de fermentação.

Tarefa de avaliação

Grelha de reflexão.

Atividades de ensino e aprendizagem
15 minutos de introdução à atividade + 30/60 minutos (dependendo do número de dispositivos disponíveis) de formação em RV + 30 minutos de atividade em RV + 30 minutos de reflexão + 30 minutos de conceitualização + RV.

Competências/habilidades desenvolvidas: *autorreflexão, pensamento crítico e autorregulação.*
Outras competências: *manipulação e controlo de objetos e equipamentos*

Experiência concreta: durante a aula, o professor oferece uma explicação teórica aos alunos sobre o funcionamento de um biorreator, as suas três configurações possíveis, etc. Por fim, apresenta a atividade de RV, a tarefa e as modalidades a serem adotadas. Quando no laboratório de RV, o professor convida os alunos a familiarizarem-se com o ambiente e os dispositivos antes de iniciar a atividade. Em seguida, os alunos entram numa instalação virtual de bioprocessamento, onde interagem com uma interface digital que simula um laboratório de fermentação. Cada um deles tem a tarefa de obter um produto pré-determinado que pode ser obtido com base numa configuração diferente do biorreator.

Observação reflexiva: Após a experiência de RV, cada aluno é convidado a preencher uma grelha de reflexão digital (Google Form, questionário do SGA ou ficha de trabalho em PDF) onde, para cada configuração, deve descrever sucintamente os principais componentes utilizados, as características únicas e os exemplos de aplicação. O professor reflete com os alunos sobre a experiência realizada (repercorrendo as atividades, fazendo perguntas, etc.).

Conceitualização abstrata: O professor abstrai o processo da experiência prática que acabou de ser realizada e cria a conexão com os conceitos teóricos. A fase de conceitualização também pode ser realizada de forma colaborativa, estimulando os alunos a conectar os pontos-chave da experiência emergente com conceitos teóricos, possivelmente através de um documento ou mapa partilhado.

Experimentação ativa: Os alunos voltam ao ambiente para refazer a experiência, levando em consideração as discussões que ocorreram.

No laboratório de RV
Vergara (2019) recomendou que, em laboratórios experimentais de RV, fosse adotado um protocolo passo a passo como método para melhorar a retenção de conhecimento a longo prazo.

Quando no laboratório de RV, os alunos podem encontrar questionários formativos para compreender melhor o uso e as características de cada componente do biorreator e receber feedback imediato após montá-los incorretamente.

Dica fácil: o professor pode propor um questionário para se concentrar nos principais elementos de cada configuração e nas etapas de montagem antes da experiência de RV.

Exemplo prático de uma atividade alinhada de forma construtiva
Aprendizagem baseada em problemas, em pares

Resultado de aprendizagem pretendido
Os alunos serão capazes de **realizar** com segurança e precisão procedimentos passo a passo para manutenção e inspeção de equipamentos em um ambiente de fábrica de produtos químicos.

Tarefa de avaliação
Discussão e teste de escolha múltipla

Atividade de ensino e aprendizagem
15 minutos para apresentar as regras de RV e a atividade + 60 minutos de formação em RV + 30 minutos x 2 de atividade em RV + 30/45 minutos de discussão + 15 minutos de questionário

Competências/competências sociais: *auto-organização, resolução de problemas, gestão do stress.* ***Outras competências:*** *pensamento processual, atenção aos detalhes, consciência de segurança e habilidades psicomotoras*

O professor apresenta um problema inicial que ocorreu em um ambiente de fábrica de química, que os alunos, em pares, devem resolver. Os alunos recebem todas as instruções e referências necessárias para realizar a atividade, bem como tempo dedicado para se familiarizarem com a RV antes de começar. Ambos os alunos, trabalhando em pares, têm de atuar na RV enquanto o seu colega orienta a atividade através do computador, utilizando o material fornecido pelo instrutor. Enquanto estão na RV, devem identificar o problema, resolvê-lo e concluir o procedimento de manutenção e inspeção. Após a conclusão, é gerada uma pontuação de desempenho com base na precisão, adesão ao protocolo e capacidade de reagir a situações imprevisíveis

Com base nos resultados obtidos, o instrutor propõe uma discussão plenária para destacar as etapas desafiadoras e comparar as diferentes decisões tomadas. Depois disso, é proposto um teste de escolha múltipla para refletir sobre erros ou tarefas/procedimentos críticos que precisam de esclarecimento. O professor também pode rever a gravação da sessão e usar uma lista de verificação para classificação.

No laboratório de RV
A falha dos procedimentos de emergência pode ser representada por consequências «reais», como explosões e colapsos, para permitir que os alunos experimentem sem riscos.

Dica fácil: a RV pode ser implementada como uma sala de aula invertida, permitindo que os alunos estudem e revejam os procedimentos em casa antes da aula e, em seguida, usem o tempo da aula para exercícios virtuais.

Exemplo prático de uma atividade alinhada de forma construtiva
Aprendizagem baseada em problemas, gamificada

Resultado de aprendizagem pretendido
Os alunos serão capazes de identificar um composto desconhecido interpretando dados espectrais e o comportamento da reação simulada.

Tarefa de avaliação
Relatório em grupo através de rubrica

Atividade de ensino e aprendizagem
20 minutos para a introdução do cenário + 15 minutos para apresentar as regras da RV e a atividade + 60 minutos de formação em RV e organização da equipa + 30 minutos x 3 atividades em RV + 30 minutos de debriefing + elaboração do relatório em casa + 60 minutos de apresentação da solução e debriefing final.

Competências/habilidades sociais desenvolvidas: *Resolução de problemas, trabalho em equipa, análise de dados e comunicação.*
Outras competências desenvolvidas *incluem precisão na utilização de instrumentos de laboratório.*

O professor apresenta um cenário de problema do mundo real, no qual os alunos devem identificar um composto desconhecido com base em dados espectrais e comportamento de reação simulado. Os alunos recebem conteúdo teórico que podem aprofundar durante a RV. Na aula seguinte, os alunos são divididos em equipas e informados sobre as regras da competição. Cada equipa ocupará uma estação de RV e trabalhará com um limite de tempo para resolver o mesmo problema, usando instrumentos digitais e ferramentas de análise incorporadas no laboratório virtual. Para apoiar a sua investigação, os alunos têm acesso a um conjunto de recursos de aprendizagem. As equipas gerem o seu próprio fluxo de trabalho, dividindo as tarefas: alguns membros operam instrumentos no laboratório de RV, enquanto outros reveem o conteúdo teórico e compilam as descobertas.

À medida que a sessão avança, os alunos recolhem e interpretam dados espectrais, simulam reações químicas e tentam identificar o composto. Quando o tempo acaba, o professor facilita uma reunião, recolhendo feedback sobre a experiência virtual. Cada equipa trabalha num relatório de grupo, através do qual cada grupo apresenta a sua solução. O relatório será finalizado em casa. Na aula seguinte, as equipas apresentam as suas soluções, o professor explica a resposta correta e anuncia a equipa vencedora.

No laboratório de RV
Os recursos de aprendizagem (slides, PDF, páginas da web, etc.) estão incorporados na RV para procurar dicas de solução. Também é possível permitir que o sistema forneça feedback rico no caso de uma execução mal-sucedida.

Dica fácil: incentive os alunos a manter um diário da sessão de RV ou a gravar observações importantes por meio de gravações de voz durante a experiência para facilitar a redação do relatório.

Aqui estão algumas dicas adicionais sobre a integração de atividades de RV:

ATIVIDADE	*ASSUNTO*	*ATIVIDADE ALINHADA DE FORMA CONSTRUTIVA*
CICLO DE KOLB, EM EQUIPAS	GESTÃO DE EMERGÊNCIAS CLÍNICAS	**Atividade:** Na simulação, os alunos trabalham em equipas, formulam um diagnóstico, iniciam o tratamento e interagem com membros virtuais da equipa para resolver o problema. Após a atividade, os membros da equipa refletem sobre as suas decisões a partir da perspetiva das funções que lhes foram atribuídas. O professor facilita essa discussão, destacando a dinâmica do grupo e o processo de tomada de decisão. Em seguida, o professor ajuda os alunos a extrair princípios gerais da experiência e a relacioná-los com o conteúdo teórico do curso. Os alunos voltam a entrar num novo cenário virtual, aplicando os seus conhecimentos e testando a sua compreensão num ambiente semelhante baseado em equipas. **Tarefa de avaliação:** A avaliação é baseada no desempenho no cenário de RV, com foco em ações críticas, trabalho em equipa e competências técnicas e não técnicas. Cada caso recebe uma pontuação com base na sua relevância clínica dentro de uma rubrica personalizada, que inclui uma pontuação total e uma análise detalhada por categoria de competência. **Dica:** todas as fases foram realizadas online através de um sistema de videoconferência. **Saiba mais em:** https://asmepublications.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/tct.13727
APRENDIZAGEM BASEADA EM CENÁRIOS	COMPETÊNCIAS TRANSVERSAIS + BIOLOGIA	**Atividade:** Os alunos jogam Cellverse, um jogo colaborativo de biologia celular em RV. Os participantes assumem papéis distintos (Navegador ou Explorador) e trabalham em pares para resolver quebra-cabeças espaciais, comunicando-se de forma eficaz, aproveitando os seus papéis e conhecimentos prévios para melhorar a colaboração e a resolução de problemas. **Saiba mais em:** https://upload01.uocslive.com/ISTE/ISTE2019/PROGRAM_SESSION_MODEL/HANDOUTS/112190528/CellverseISTEhandoutdocx.pdf https://www.researchgate.net/publication/336240793_Designing_for_Group_Flow_in_Collaborative_Cross-Platform_Learning_Experiences

APRENDIZAGEM BASEADA NA INVESTIGAÇÃO	FÍSICA OU OUTRAS DISCIPLINAS	**Atividade:** O professor formula perguntas que os alunos podem responder após explorar a RV ou o vídeo 360°. O professor apresenta o cenário ou contexto e pede aos alunos que leiam/assistam a outros recursos (artigos, vídeos, livros, etc.) antes de convidar os alunos, com diferentes funções em cada equipa, a começar a refletir e discutir as perguntas iniciais. Em seguida, os alunos iniciam a «viagem virtual» e recolhem informações para elaborar uma resposta. Cada equipa partilha as suas respostas com a turma (oralmente ou através de um documento partilhado). O professor recolhe as respostas e abre um momento de discussão, tentando orientar os alunos para uma síntese comum. O professor conclui a atividade partilhando a(s) resposta(s) correta(s): a partir delas, pode lançar uma breve reflexão, útil para propor novos conteúdos ou novas perguntas, tendo em vista as aulas seguintes. **Tarefa de avaliação (proposta):** Cada equipa escreve um comentário sobre cada apresentação de resposta usando a técnica Rosa e Espinho, especificando o que gosta (Rosa) e o que deve ser melhorado (Espinho). **Descubra mais em:** https://www.nytimes.com/2020/10/29/learning/lesson-plans/virtual-reality-curriculum-guide-experience-immersion-and-excursion-in-the-classroom.html#link-66027f44
APRENDIZAGEM BASEADA EM JOGOS	QUÍMICA	**Atividade:** O curso está estruturado para imergir os alunos no papel de um investigador químico moderno, particularmente um cientista forense, usando uma abordagem de aprendizagem reflexiva e experiencial centrada no jogo de RV Dead Herring. Começa com os alunos a partilharem as suas perceções iniciais sobre a investigação química moderna, seguido do estabelecimento de expectativas para o seu papel e mentalidade como investigadores. Em seguida, experimentam individualmente o jogo de RV, refletindo sobre a sua abordagem metodológica, aprendizagem de química e experiência imersiva. Após o jogo, os alunos analisam as suas experiências em relação às suas opiniões iniciais, promovendo uma compreensão mais profunda. Na segunda fase, cada aluno cria materiais didáticos inovadores para aulas de química na escola, incorporando conceitos químicos contemporâneos ou ferramentas digitais como a RV. **Tarefa de avaliação:** revisão por pares através de discussões em grupo **Saiba mais em:** https://pubs.sciepub.com/wjce/9/1/1/

▲ Tab. 2.4.1: Dicas práticas sobre como integrar a RV na didática

2.4.2 Programa e plano de aula

É essencial tornar evidente para os alunos, a integração da RV, em todas as suas possibilidades, evidente para os alunos no programa do seu curso (modelo editável disponível aqui). Os pontos essenciais nos quais você pode querer concentrar-se estão listados abaixo.

Informações sobre o curso: descreva claramente o papel da RV no curso, incluindo o seu objetivo (por exemplo, melhorar a aprendizagem por meio de simulações imersivas, potencializar competências transversais, preparar para um laboratório real, etc.) e o seu alinhamento com os objetivos de aprendizagem.

Resultados de aprendizagem pretendidos: detalhe o que pretende que os alunos alcancem, não só em termos de conhecimentos e competências relativas ao conhecimento disciplinar, mas também nos domínios psicomotor e afetivo, bem como em termos de competências transversais relevantes.

Materiais e recursos do curso: especifique o hardware (por exemplo, visor montado em capacete (HMD) e controlador, Oculus Rift, HTC Vive), software (Unity 3D, ViRSE API) e recursos suplementares, como tutoriais ou livros didáticos para desenvolvimento de RV.

Sessões laboratoriais: descreva em detalhe as atividades laboratoriais. Inclua horários para workshops práticos e estudo independente. Lembre-se de planear atividades que ofereçam flexibilidade de tempo na realização de tarefas em RV, pois os utilizadores podem ficar tão imersos na experiência que podem se distrair. (Cao et al., 2023)

Pré-treino em RV: a atividade de pré-treino deve ser agendada antes da experiência em RV para familiarizar os participantes com o hardware e o ambiente virtual, a fim de otimizar o tempo durante o laboratório «real», pois isso aumenta a transferência de conhecimento e a autoeficácia. (Meyer et al., 2019)

Pré-briefing: deve ser organizado muito próximo da atividade de RV para partilhar instruções, expectativas e atividades.

Sessões de debriefing: devem ser agendadas no final das atividades de RV para incentivar a reflexão sobre o conhecimento adquirido (Parong & Mayer, 2018), sobre como a experiência funciona, considerando os objetivos de aprendizagem e o seu próprio processo de aprendizagem (metacognição).

Inclusão: deixar claro que todos os alunos podem aceder à experiência de RV por meio de alternativas (por exemplo, versões para computador) e cronogramas flexíveis. Incentivar um ambiente aberto onde os alunos possam expressar preocupações ou optar por atividades equivalentes sem penalizações.

Logística: forneça informações sobre o acesso aos laboratórios de RV, disponibilidade de equipamentos, suporte para resolução de problemas e prazos para a conclusão das tarefas. Promova ativamente a disponibilidade de recursos de RV aos alunos como uma ferramenta de estudo complementar.

Questões de privacidade: informe aos alunos que as aplicações de RV podem coletar dados pessoais, comportamentais ou biométricos durante o uso e convide-os a usar as ferramentas de RV com responsabilidade e estar cientes das configurações de privacidade e políticas de dados.

Caixa de inspiração

Gannon, K. (12 de setembro de 2018). How to Create a Syllabus Advice Guide. The chronicle of Higher Education

https://www.chronicle.com/interactives/advice-syllabus

Modelo de pré-briefing da eCampusOntario, na área da saúde
https://ecampusontario.pressbooks.pub/app/uploads/sites/1641/2022/02/Table-3.1-Prebriefing-Template-1.pdf

Alguns exemplos de modelos de debriefing e a estrutura ou processo que empregam são fornecidos no Kit de Ferramentas do Educador de Simulação Virtual da eCampusOntario

https://ecampusontario.pressbooks.pub/app/uploads/sites/1641/2022/02/Table-5.1-Debriefing-Model-Examples-Based-on-Pivec-2011-Dreifuerst-2012-Gardner-2013-Lusk-2013-1.pdf

2.4.3 Algumas ferramentas e recursos

Levar ferramentas de RA e RV para a sala de aula não precisa ser caro. Os recursos disponíveis, que vão desde visores de baixo custo, como o Google Cardboard, até equipamentos económicos que podem ser conectados a smartphones, podem ser adquiridos sem gastar muito.

É possível encontrar online softwares e recursos digitais que podem ser integrados ou reutilizados em cursos. Na tabela abaixo, você encontrará uma lista de ferramentas e recursos gratuitos (no momento) que podem ser explorados.

NOME DA FERRAMENTA	*TIPOLOGIA*
LabSim https://nova.disfarm.unimi.it/labsim/index_it.htm	LABSIM É UM SIMULADOR PARA LABORATÓRIOS DE QUÍMICA ANALÍTICA INORGÂNICA.
Labxchange https://www.labxchange.org/library	FERRAMENTA DIGITAL QUE OFERECE RECURSOS CIENTÍFICOS (SIMULAÇÕES, AVALIAÇÕES, VÍDEOS, ETC.) PARA SEREM USADOS NA CRIAÇÃO DE AULAS. DESENVOLVIDA PELA UNIVERSIDADE DE HARVARD.
MERLOT https://www.merlot.org/merlot/index.htm	FORNECE SIMULAÇÕES E LABORATÓRIOS VIRTUAIS EM QUALQUER ÁREA DE ESTUDO.
MoleculARweb https://molecularweb.epfl.ch/	MOLECULARWEB É UMA PLATAFORMA GRATUITA BASEADA NA WEB QUE USA REALIDADE AUMENTADA (RA) PARA AJUDAR OS ALUNOS A VISUALIZAR E INTERAGIR COM ESTRUTURAS MOLECULARES 3D E CONCEITOS DE QUÍMICA.
Nearpod https://nearpod.com/	UMA FERRAMENTA QUE PERMITE AOS PROFESSORES DESENVOLVER PLANOS DE AULA COM TECNOLOGIA RV E RA.
Simulações interativas PhET https://phet.colorado.edu/	O PHET OFERECE UMA COLEÇÃO DE SIMULAÇÕES INTERATIVAS GRATUITAS QUE PERMITEM AOS ALUNOS EXPLORAR CONCEITOS CIENTÍFICOS POR MEIO DE EXPERIÊNCIAS PRÁTICAS.

TimeLooper https://www.timelooper.com/	APLICAÇÃO PARA VISITAR LOCAIS ATRAVÉS DE UMA LENTE HISTÓRICA.
Unreal Engine https://www.unrealengine.com/en-US	É UMA PLATAFORMA DE CRIAÇÃO 3D EM TEMPO REAL DESENVOLVIDA PELA EPIC GAMES, USADA PRINCIPALMENTE PARA CRIAR VIDEOJOGOS, SIMULAÇÕES E EXPERIÊNCIAS INTERATIVAS. É PARCIALMENTE GRATUITA
RV e simulações da Faculdade de Staten Island https://library.csi.cuny.edu/oer/virtuallabs-simulations	UMA COLEÇÃO DE LABORATÓRIOS E SIMULAÇÕES QUE OS PROFESSORES PODEM USAR NO CONTEXTO DO ENSINO À DISTÂNCIA, PELA FACULDADE DE STATEN ISLAND.
RV e simulações da Escola de Minas do Colorado https://libguides.mines.edu/oer/simulationslabs	COLEÇÃO DE LABORATÓRIOS E SIMULAÇÕES DA ESCOLA DE MINAS DO COLORADO.
RV 360: The New York Times https://www.youtube.com/playlist?list=PL4CGYNsoW2iCGZa3_Pes8LP_jQ_GPTW8w	OS VÍDEOS 360 PROPORCIONAM EXPERIÊNCIAS IMERSIVAS EREAIS QUE AUMENTAM A EMPATIA, O PENSAMENTO CRÍTICO E O ENVOLVIMENTO.
360Cities https://www.360cities.net/	APLICAÇÃO PARA VISITAR LOCAIS EM TODO O MUNDO

▲ Tab. 2.4.2: Ferramentas e recursos online gratuitos para RV

2.5 Desafios

A adoção da RV por professores e alunos é retardada por desafios como:

DESAFIOS DOS PROFESSORES	*DESAFIOS DOS ALUNOS*
FALTA DE COMPETÊNCIAS TÉCNICAS E CONFIANÇA PARA OPERAR EQUIPAMENTOS E SOFTWARE DE RV	AS LACUNAS NA LITERACIA DIGITAL ESTÃO A AFETAR A CAPACIDADE DE INTERAGIR CRITICAMENTE COM O CONTEÚDO DE RV
CUSTOS ELEVADOS DE HARDWARE, SOFTWARE E MANUTENÇÃO DE RV	ACESSO DESIGUAL A DISPOSITIVOS DE RV, INTERNET DE ALTA VELOCIDADE E AMBIENTES FAVORÁVEIS (EXCLUSÃO DIGITAL)
DIFICULDADE EM INTEGRAR A RV PEDAGOGICAMENTE AO CURRÍCULO E AOS OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM	PROBLEMAS DE SAÚDE, COMO ENJOOS, FADIGA OCULAR E DESCONFORTO DURANTE A UTILIZAÇÃO DA RV
DISPONIBILIDADE LIMITADA DE CONTEÚDOS EDUCATIVOS DE RV DE ALTA QUALIDADE E ALINHADOS COM O CURRÍCULO	POTENCIAL PARA DISTRAÇÃO E SOBRECARGA COGNITIVA EM AMBIENTES DE RV IMERSIVOS
SUPORTE DE TI INSUFICIENTE E DIFICULDADES TÉCNICAS NA CONFIGURAÇÃO E RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS	EXPOSIÇÃO TARDIA OU INCONSISTENTE À APRENDIZAGEM COM RV DEVIDO À LENTA ADOÇÃO
LIMITAÇÕES DE TEMPO PARA APRENDER, PREPARAR E IMPLEMENTAR AULAS DE RV	BARREIRAS DE ACESSIBILIDADE PARA ALUNOS COM DEFICIÊNCIA DEVIDO À FALTA DE RECURSOS DE RV ADAPTATIVOS
PREOCUPAÇÕES COM A EFICÁCIA DA RV E LIDERANÇA INSTITUCIONAL CONVINCENTE	CUSTOS DE ASSINATURA E TAXAS RECORRENTES LIMITAM O ACESSO CONTÍNUO AO CONTEÚDO DE RV (SE NÃO SE LIMITAR À EXPERIÊNCIA DO CURSO)
NECESSIDADE DE DESENVOLVIMENTO PROFISSIONAL CONTÍNUO E APOIO DOS COLEGAS	ESTÍMULOS SENSORIAIS EXCESSIVOS QUE CAUSAM DESCONFORTO OU DESMOTIVAÇÃO
GERENCIAR O COMPORTAMENTO EM SALA DE AULA E GARANTIR A COMUNICAÇÃO FORMAL EM AMBIENTES DE RV	
GARANTIA DE UMA EXPERIÊNCIA DE APRENDIZAGEM EQUITATIVA PARA TODOS OS ALUNOS	

▲ Tab. 2.5.1: Desafios na integração da RV na didática

Garantir que tanto os instrutores como os alunos estejam preparados para utilizar a RV em ambientes educativos de forma eficaz requer uma abordagem estruturada que inclua formação, comunicação clara e apoio contínuo. As estratégias a seguir baseiam-se nas melhores práticas e em exemplos reais da integração da RV educativa.

Oferecer programas de formação estruturados que abranjam, por um lado, as principais etapas do processo de design (conceitos principais de RV, alinhamento com os objetivos de aprendizagem, prática hands-on com conteúdo de RV, desenvolvimento de programas e planos de aula) e, por outro lado, competências técnicas e pedagógicas para se tornar mais confiante com a aplicação da RV na didática.

Comunicação eficaz e diretrizes claras do professor para os alunos, para que estes tenham consciência dos objetivos da integração da RV, das expectativas, do apoio oferecido e do feedback, juntamente com protocolos e instruções relacionados com a utilização da RV, segurança, etiqueta digital e privacidade. Isto envolve o planeamento de uma sessão informativa inicial para criar confiança e uma sessão informativa final para aumentar a consciência das áreas que podem ser melhoradas na experiência concebida pelo professor, tornando-a mais eficaz e valiosa para os alunos.

Apoio contínuo estruturado através de: pessoal especializado em TI e RV capaz de garantir assistência durante a utilização da RV e assegurar a manutenção adequada das ferramentas e dispositivos; apoio entre pares e comunidades de práticas para os instrutores colaborarem, partilharem as melhores práticas e orientarem-se mutuamente dentro de um sistema de gestão de aprendizagem (SGA) dedicado para centralizar o conteúdo de RV, acompanhar o progresso e fornecer análises tanto para instrutores como para alunos.

Abordagens de aprendizagem combinada: integrar a RV com métodos de ensino tradicionais para maximizar o envolvimento e os resultados de aprendizagem, em vez de depender exclusivamente da RV.

2.6 Conceber experiências de aprendizagem em RV inclusivas

Ao começar a projetar as suas atividades de aprendizagem baseadas em RV, é importante considerar uma variedade de necessidades dos alunos, incluindo aquelas relacionadas a diferenças físicas, cognitivas, sensoriais e situacionais.

Comece por reconhecer que alguns alunos podem sentir sensibilidade ao movimento ou sobrecarga sensorial em ambientes virtuais. Para mitigar estes desafios, é útil:

Limitar a duração das sessões de RV a períodos mais curtos (como 10 a 15 minutos) e incorporar pausas.

Priorizar o conforto do utilizador na mecânica de navegação: recursos como teletransporte ou viradas rápidas são frequentemente preferidos em vez de movimentos contínuos.

Evitar movimentos rápidos, efeitos de cintilação e estímulos visuais excessivos.

Oferecer aos alunos a possibilidade de personalizar as configurações de movimento de acordo com o seu nível de conforto, quando possível.

A acessibilidade para alunos com deficiência também deve ser abordada desde o início. Para aqueles com deficiência visual, considere oferecer formatos alternativos, como simulações compatíveis com leitores de tela, recursos táteis ou orientações descritivas em áudio. Os alunos com deficiências motoras devem poder participar plenamente a partir de uma posição sentada, com opções de entrada que incluam controlos remapeáveis ou suporte para teclado/rato. E, para alunos com epilepsia fotossensível, é crucial evitar elementos visuais intermitentes e comunicar claramente com antecedência quaisquer potenciais gatilhos. **Ofereça sempre uma versão não RV da experiência, quando necessário.**

Modelos de interação flexíveis podem fazer uma grande diferença. Projete a sua experiência para acomodar alunos que podem participar sentados ou em pé, dependendo das suas necessidades individuais. Incorpore vários métodos de entrada, como comandos de voz, seleção por olhar ou controladores simplificados, para acomodar uma variedade de habilidades motoras.

As tarefas devem ser estruturadas de forma que os alunos possam progredir no seu próprio ritmo, com oportunidades de apoio e ajuste, conforme necessário.

Em muitos casos, nem todos os alunos terão o mesmo nível de acesso ao hardware de RV, especialmente em ambientes híbridos ou fora do campus. Para promover a equidade, considere oferecer alternativas baseadas na web ou compatíveis com computadores e selecione ferramentas multiplataforma que permitam vários modos de participação. Se a disponibilidade de hardware for limitada, planeie programas de empréstimo de dispositivos ou acesso estruturado por meio de laboratórios e centros de aprendizagem.

Do ponto de vista do design instrucional, verifique se os resultados de aprendizagem pretendidos (RAPs) formulados são alcançáveis tanto através da RV como de vias alternativas, incluindo a sua avaliação. Torne evidente no programa a possibilidade de utilizar alternativas de RV.

2.7 Guia de início rápido

ETAPAS	NA RV	ESTIMATIVA DE TEMPO	EQUIPA
Decisão: Porquê usar RV	Alta interatividade, imersão, aprendizagem espacial ou simulação em tempo real		Especialista no assunto
Resultados de aprendizagem pretendidos (RAPs)	A serem formulados para conhecimentos disciplinares e competências específicas da matéria, bem como para competências e aptidões transversais	0,5 dia	Especialista na matéria Designer instrucional
Estratégia de avaliação	Questionários de RV incorporados, decisões de ramificação de cenários e rubricas baseadas em RAPs	2 dias	Especialista no assunto Designer instrucional
Atividades de ensino e aprendizagem	**Pré-RV:** Orientação + objetivos **Na RV:** Simulação, exploração, tarefas **Pós-RV:** Reflexão, discussão, tarefa	1-2 dias para o design	Especialista no assunto Designer instrucional
Plano de avaliação	Avalie o sucesso usando: ▪ Eficácia da aprendizagem (testes, observação) ▪ Envolvimento e usabilidade (formulários de feedback, mapas de calor) ▪ Desempenho técnico (taxa de falhas)	1 dia	Especialista no assunto Designer instrucional
Implementação de RV	Crie a experiência através de software dedicado (por exemplo, Unity/Unreal)	Dependendo do nível de realidade e interatividade (normalmente é necessário um processo de revisão iterativo entre o programador de RV, o especialista no assunto e o designer instrucional)	Técnico de RV Designer instrucional Especialista no assunto
Execução da RV	Preparar a sala, o plano de aula e o material a ser utilizado, apoiar e conduzir a avaliação e a apreciação	1 dia no total Pré-RV 60 min Na RV 30 min Pós-RV 30 min	Desenvolvedor de RV Especialista no assunto Designer instrucional

2.8 Apoio à investigação

Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (Eds.) (2001). A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives. Longman.

Angel-Urdinola, D. F., Castillo-Castro, C., & Hoyos, A. (2021). Meta-analysis assessing the effects of virtual reality trainingonstudentlearningandskillsdevelopment. Washington,DC:WorldBank.

https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/204701616091079027

Beck, D., Morgado, L., & O'Shea, P. (2023). Educational Practices and Strategies with Immersive Learning Environments: Mapping of Reviews for using the Metaverse. IEEE Transactions on Learning Technologies.

https://doi.org/10.1109/TLT.2023.3243946

Bell, J. T., & Fogler, H. S. (1997). Ten steps to developing virtual reality applications for engineering education. Paper presented at the Proceedings of the American Society for Engineering Education Annual Conference.

Biggs, J. (2003). Aligning teaching for constructing learning. Higher Education Academy, 1(4), 1-4.

Bloom, B. S. (1956). Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. New York: D.MacKay

Bogomolova, K., Hierck, B. P., Looijen, A. E., Pilon, J. N., Putter, H., Wainman, B., Hovius, S. E R, Van der Hage & van der Hage, J. A. (2021). Stereoscopic three-dimensional visualisation technology in anatomy learning: A meta-analysis. Medical education, 55(3), 317-327.

https://doi.org/10.1111/medu.14352

Cao, Y., Ng, G.-W., & Ye, S.-S. (2023). Design and Evaluation for Immersive Virtual Reality Learning Environment: A Systematic Literature Review. Sustainability, 15(3), 1964

https://doi.org/10.3390/su15031964

Cedefop (2017). Defining, writing and applying learning outcomes: a European handbook. Luxembourg: Publications Office

http://dx.doi.org/10.2801/566770

Chen, C. J. (2009). Theoretical bases for using virtual reality in education. Themes in science and technology education, 2, 71-90.

Retrievable at: https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1131320.pdf

Coan, H. A., Goehle, G., & Youker, R. T. (2020). Teaching Biochemistry and Molecular Biology with Virtual Reality — Lesson Creation and Student Response. J. Teach. Learn. Special Issue Digit. Learn. High. Educat. 14 (1), 71– 92.

https://doi.org/10.22329/jtl.v14i1.6234

Fanning, R. M., & Gaba, D. M. (2007). The role of debriefing in simulation-based learning. Simulation in healthcare, 2(2), 115-125.

https://doi.org/10.1097/SIH.0b013e3180315539

Fowler, C. (2015). Virtual reality and learning: Where is the pedagogy?. British journal of educational technology, 46(2), 412-422.

Fracaro, S. G., Chan, P., Gallagher, T., Tehreem, Y., Toyoda, R., Bernaerts, K., Glassey, J., Pfeiffer, T., Slof, B., Wachsmuth, S. & Wilk, M. (2021). Towards design guidelines for virtual reality training for the chemical industry. Education for Chemical Engineers, 36, 12-23

https://doi.org/10.1016/j.ece.2021.01.014

Goodwin, M. S., Wiltshire, T., & Fiore, S. M. (2015). Applying Research in the Cognitive Sciences to the Design and Delivery of Instruction in Virtual Reality Learning Environments. In (pp. 280-291). Springer International Publishing.

https://doi.org/10.1007/978-3-319-21067-4_29

Häfner, P., Häfner, V., & Ovtcharova, J. (2013). Teaching methodology for virtual reality practical course in engineering education. Procedia Computer Science, 25, 251-260.

Hamilton, D., McKechnie, J., Edgerton, E., & Wilson, C. (2021). Immersive virtual reality as a pedagogical tool in education: a systematic literature review of quantitative learning outcomes and experimental design. Journal of Computers in Education, 8(1), 1-32.

https://doi.org/10.1007/s40692-020-00169-2

Harrow, A.J. (1972). A taxonomy of the psychomotor domain. New York: David McKay Co.

Hickman, L., & Akdere, M. (2017, November). Exploring virtual reality for developing softskills in STEM education. In 2017 7th World Engineering Education Forum (WEEF) (pp. 461-465). IEEE.

Holopainen, J., Lahtevanoja, A. J., Mattila, O., Sodervik, I., Poyry, E., & Parvinen, P. (2020). Exploring the learning outcomes with various technologies: Proposing design principles for virtual reality learning environments. Proceedings of the 53rd Annual Hawaii International Conference on System Sciences

Lee, E. A.L., Wong, K. W., & Fung, C. C. (2010). How does desktop virtual reality enhance learning outcomes? A structural equation modeling approach. Computers & Education, 55(4), 1424–1442.

https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.06.006

Makransky, G., & Petersen, G. B. (2021). The cognitive affective model of immersive learning (CAMIL). Educational Psychology Review, 33(3), 937-958.

https://doi.org/10.1007/s10648-020-09586-2

Meyer, O. A., Omdahl, M. K., & Makransky, G. (2015). Virtual reality and learning: Where is the pedagogy? British journal of educational technology, 46(2), 412-422.

Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. Teachers College Record, 108(6), 1017-1054. https://doi.org/10.1111/j.1467 9620.2006.00684.x (Original work published 2006)

Nunez, D. (2004, November). How is presence in non-immersive, non-realistic virtual environments possible? In Proceedings of the 3rd international conference on Computer graphics, virtual reality, visualisation and interaction in Africa (pp. 83-86).

Ochs, C., & Sonderegger, A. (2022). The interplay between presence and learning. Frontiers in Virtual Reality, 3, 742509.

Panadero, E., Jonsson, A., & Botella, J. (2017). Effects of self-assessment on self-regulated learning and self- efficacy: Four meta-analyses. Educational research review, 22, 74-98.

Parong, J., & Mayer, R. E. (2018). Learning science in immersive virtual reality. Journal of Educational Psychology, 110(6), 785.

Pellas, N., Mystakidis, S., & Kazanidis, I. (2021). Immersive Virtual Reality in K-12 and Higher Education: A systematic review of the last decade scientific literature. Virtual Reality, 25(3), 835-861.

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, Article 103778.
https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778

Sankaranarayanan, G., Wooley, L., Hogg, D., Dorozhkin, D., Olasky, J., Chauhan, S., Fleshman, J.W., De, S., Scott, D. & Jones, D. B. (2018). Immersive virtual reality-based training improves response in a simulated operating room fire scenario. Surgical endoscopy, 32, 3439-3449.

https://doi.org/10.1007/s00464-018-6063-x

Vergara, D., Extremera, J., Rubio, M. P., & Dávila, L. P. (2019). Meaningful Learning Through Virtual Reality Learning Environments: A Case Study in Materials Engineering. Applied Sciences, 9(21), 4625.

https://doi.org/10.3390/app9214625

Verkuyl Karyn Taplay; Lynda Atack; Mélanie Boulet; Nicole Dubois; Sandra Goldsworthy; Theresa Merwin; Timothy Willett; & Treva Job, 2022 Virtual Simulation: An Educator's Toolkit

Viitaharju, P., Nieminen, M., Linnera, J., Yliniemi, K., & Karttunen, A. J. (2023). Student experiences from virtual reality-based chemistry laboratory exercises. Education for Chemical Engineers, 44, 191-199.

Wiggins, G. (2012). Seven Keys to Effective Feedback. Educational Leadership, 70(1), 10–16.

Zimmerman, B. J. (2000). Self-efficacy: An essential motive to learn. Contemporary educational psychology, 25(1), 82-91.

03

Experiência de aprendizagem em RV, a experiência do Politecnico di Milano

Este capítulo apresenta insights obtidos pelo **METID - Learning Innovation do Politecnico di Milano**, no desenvolvimento e gestão de dois laboratórios de RV projetados para aulas aprimoradas por tecnologia. O objetivo de partilhar esta experiência é oferecer recomendações e diretrizes baseadas na prática para tomadores de decisão e profissionais da educação em vários ambientes de aprendizagem, apoiando a adoção da RV ao considerar fatores contextuais específicos. O capítulo descreve métodos de ensino, modalidades de implementação, observações importantes e ferramentas desenvolvidas empiricamente para facilitar essa transição.

3.1 Construindo laboratórios de RV

Em 2020, a Universidade Politecnico di Milano dedicou duas salas de aula para a experimentação educativa com RV. Isto começou com o projeto-piloto EYEducation, desenvolvido em colaboração com a AVEVA/Schneider Electric, que integrou experiências imersivas de Digital Twin no programa de mestrado em Engenharia Industrial. O projeto utilizou dois pacotes de software: o Dynsim, um simulador dinâmico de processos químicos, e o Eyesim, que oferece visualizações 3D de instalações industriais. (Galeazzi et al., 2024)

Após o sucesso do projeto, a universidade expandiu de uma única estação de trabalho de RV para um laboratório completo com capacidade para vários alunos. Isso exigiu a identificação de espaços e funções adequados para gerenciar o projeto. Duas salas em dois campi diferentes da Universidade POLIMI foram identificadas e um orçamento para a construção dos laboratórios foi definido. Foi considerado um total de 15 estações de trabalho em cada sala, e cada estação de trabalho foi associada a uma área adjacente, definida por linhas de fita adesiva no chão, úteis para definir os «limites» da experiência de RV. Esta área de cerca de 2 m x 2 m evita que os alunos se magoem e ajuda a distribuir os utilizadores de forma mais precisa no espaço da sala ***(Fig. 3.1)***.

3.1.1. Funções envolvidas



▲ Fig: 3.1: Layout do laboratório de RV, com estações de trabalho e limites no chão

É necessário identificar algumas funções-chave para a gestão das aulas de RV, desde a reserva do espaço até à conceção da atividade de aprendizagem global, incluindo considerações técnicas e a preparação da sala.

3.1.2. Considerações sobre os dispositivos

Força-tarefa METID
A força-tarefa METID é responsável por gerir os Laboratórios de RV, colaborando diretamente com o corpo docente no projeto metodológico das aulas baseadas em RV e supervisionando a ministração das aulas, conforme necessário. O potencial e as limitações da tecnologia de RV são investigados pela METID tanto por meio de pesquisas académicas quanto de experiências práticas durante as aulas de RV.

Suporte técnico
A equipa de suporte técnico é responsável por preparar a sala de aula para a realização das aulas de RV e fornecer assistência no local para cada estação de trabalho individual no laboratório. Eles garantem o funcionamento adequado dos componentes de hardware e software.

Serviços de TIC
Um representante dos serviços de TIC (Tecnologias da Informação e Comunicação) da universidade é consultado sempre que há necessidade de instalar novo software, atualizar aplicações existentes, implementar procedimentos específicos para novos sistemas digitais ou modificar ou melhorar a conectividade à Internet da sala de aula.

Do ponto de vista do hardware, a estação de trabalho precisava oferecer desempenho médio a alto, com ênfase especial no processamento gráfico, pois esse componente é crucial para renderizar ambientes 3D complexos.

Além de uma combinação bem equilibrada de CPU, RAM e capacidade de armazenamento, a placa gráfica precisava ser otimizada para aplicações de jogos — já que estas normalmente exigem alto poder computacional — e totalmente compatível com o headset de realidade virtual selecionado.

Aqui estão as especificações:

Processador: Intel Core i7 10ª geração (8 núcleos, 16M de cache, clock base de 2,9 GHz até 4,8 GHz) DDR4-2933

RAM: 32 GB DDR4

Armazenamento primário (SSD): unidade de estado sólido NVMe de 512 GB

Armazenamento secundário (HDD): 2TB, 7,200 RPM, 6 Gb/s

Sistema operativo: Windows™ 10 Pro (64-bit)

Placa de rede: Controlador Gigabit Ethernet 10/100/1000 com porta RJ45, compatível com o protocolo PXE e o modo Wake-On-LAN

Placa gráfica: Nvidia GeForce RTX 3070, 8 GB, 3 DisplayPorts, HDMI (certificada para experiência Oculus RV)

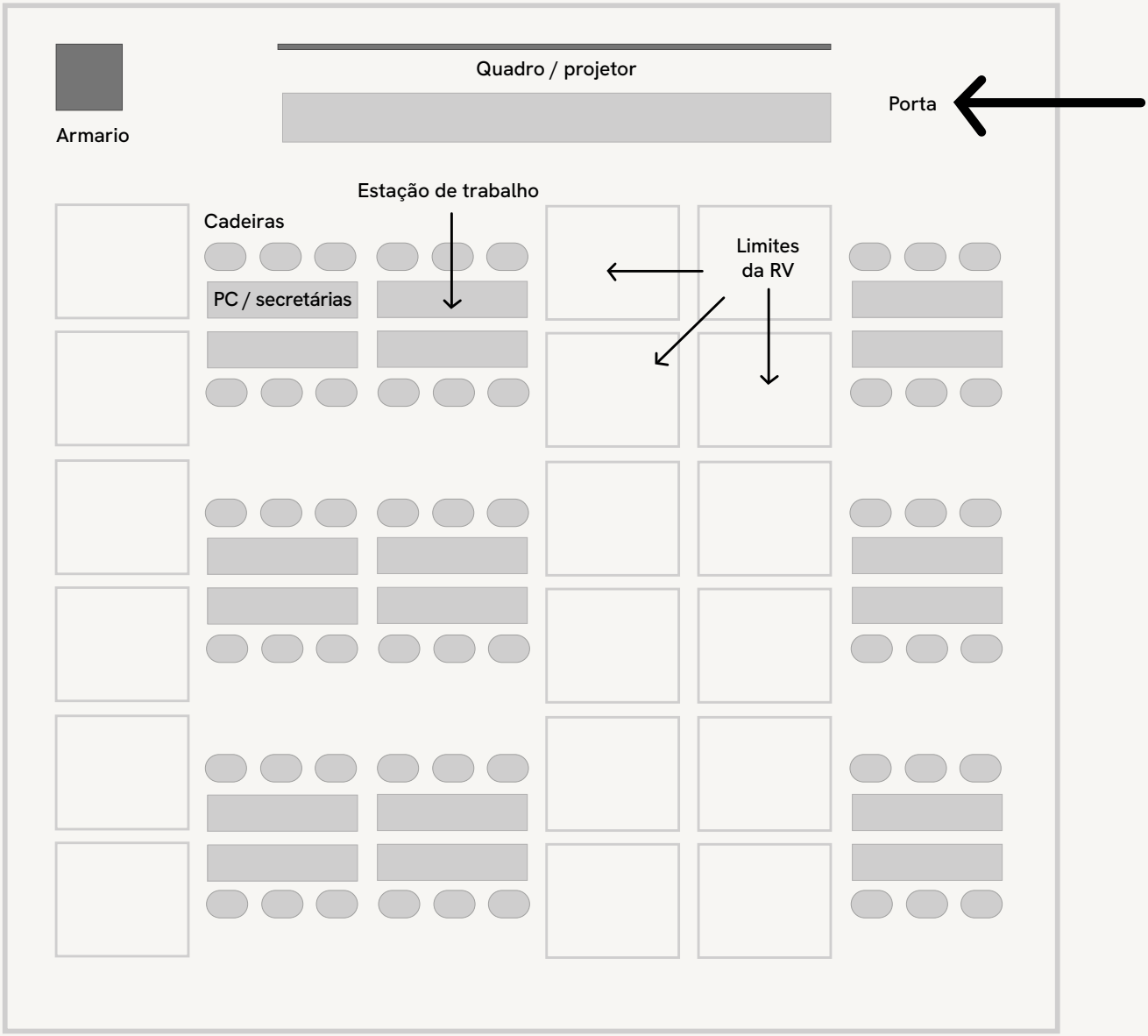
Monitor: ecrã Full HD (1080p) de 27 polegadas, 1920 x 1080 @ 60Hz, painel IPS, relação de contraste 1000:1, tempo de resposta: 8ms (normal), 5ms (rápido), ligações HDMI e DisplayPort

O headset Meta Quest 2 (naquele momento chamado Oculus Quest 2) foi escolhido devido à sua ampla disponibilidade e preço acessível; posteriormente, a partir de observações empíricas, ele ainda se confirmou como uma boa escolha devido à sua flexibilidade funcional ao usar diferentes aplicações de RV, mesmo que a Meta ainda não tenha desenvolvido uma modalidade educacional. Vale a pena notar que as indicações e informações aqui fornecidas continuam válidas mesmo após a escolha do Politecnico, para outras gamas mais recentes de HMDs, como o Quest Pro ou o Quest 3.

Este dispositivo liga-se ao computador através de uma porta USB e uma DisplayPort usando um cabo de cinco metros, o Quest Link, que é útil para espelhar aplicações executadas no PC numa perspetiva imersiva através do headset. A ligação através de um cabo é preferível ao Wi-Fi devido à sua estabilidade e fluidez na entrega de conteúdo de um PC para um headset e vice-versa. Por outro lado, a utilização da ligação Air Link através de Wi-Fi permitirá que alunos e educadores tenham uma experiência aprimorada de movimento livre. Isso pode reduzir potenciais danos físicos e à infraestrutura. A escolha entre os dois sistemas de ligação depende da tipologia da aplicação, do dispositivo e do espaço envolvido. Por fim, a navegação e o envolvimento com o conteúdo de RV são facilitados através dos dois controladores portáteis ***(Fig. 3.1.2).***



▲ Fig. 3.1.2: Estação de trabalho, composta pelo computador de secretária, os auscultadores e os controladores.



▲ Esquema da disposição do Laboratório de RV da Universidade POLIMI.

Risco e Mapa de Contingência

RISCOS TÉCNICOS Atualizações dos auscultadores, conflitos de Wi-Fi, emparelhamento dos controladores, gestão da bateria	MITIGAÇÃO Imagem congelada da cena no projetor; Recurso alternativo do visualizador da Web; Baterias sobressalentes; Janela de atualização antes da aula
RISCOS PARA A SAÚDE/SEGURANÇA VRISE, colisões em salas pequenas	MITIGAÇÃO Prefira a opção do modo sentado, marque claramente marcações na área de jogo, sessões com tempo limitado, garanta um protocolo de «paragem» seguro
RISCOS LEGAIS/DE PRIVACIDADE Fontes de dados (registos HMD, voz/chat),base legal, retenção	MITIGAÇÃO Modelo de DPIA, linguagem de consentimento, recolha mínima de dados, cronograma de retenção
RISCOS ORGANIZACIONAIS Carga de trabalho da equipa, conflitos de reservas	MITIGAÇÃO Intervenção de facilitadores, aplicação de reservas e painel de controlo do inventário de equipamentos

3.2 Aulas aprimoradas com RV na POLIMI

Desde o lançamento dos Laboratórios de RV em 2021, as salas dedicadas — L.0.4 no campus Bovisa La Masa e 2.2.5 no campus Leonardo — têm sido regularmente reservadas e utilizadas por professores de vários departamentos. ***(Fig. 3.2a - 3.2b)***
Ao longo do tempo, foi ministrada uma gama diversificada de cursos, com alguns instrutores oferecendo vários cursos dentro da mesma área disciplinar. A maioria dos departamentos participantes está dentro das áreas de STEM e engenharia.

Desde o primeiro semestre (setembro-janeiro) do ano letivo de 2022/23 até o primeiro semestre (setembro-janeiro) do ano letivo de 2024/2025, um total de 2059 alunos participaram de 152 aulas. Diferentes departamentos estiveram envolvidos, incluindo Automação, Química, Energia e Engenharia Mecânica, Departamento de Eletrónica, Informação e Bioengenharia, Engenharia Civil e Ambiental, Departamento de Ciência Aeroespacial, Design, Arquitetura, Engenharia de Construção e Ambiente Construído.

Em particular, os membros do corpo docente do Departamento de Química têm sido muito ativos na utilização destes espaços, realizando inúmeros exercícios práticos. As suas sessões envolvem

aplicações que simulam a presença em fábricas ou laboratórios virtuais (Simsci para Fábricas Químicas ou uma aplicação concebida internamente para o Teste de um Laboratório Virtual de Radioquímica), onde os alunos acedem a ambientes imersivos através de auscultadores e participam em atividades práticas.



Fig. 3.2a: Laboratório de RV 2.2.5 no campus Leonardo.



Fig. 3.2b: Laboratório de RV L.0.4 no campus Bovisa La Masa.

3.3 Ferramentas de monitorização e avaliação

Durante a realização das aulas de RV deste ano, várias ferramentas foram desenvolvidas pela equipa da força-tarefa METID para monitorizar o desenvolvimento do projeto e garantir a boa qualidade da metodologia educacional.
Ao ministrar este tipo de aulas, é essencial recolher feedback dos alunos e notas das fases de progresso e preparação. Estes dados podem ajudar a instituição e os formadores/educadores a melhorar a qualidade das aulas de RV ministradas. São também fundamentais para o desenvolvimento de outras ferramentas de monitorização, especificamente concebidas para cada situação educativa, conforme necessário (tais como relatórios adicionais, tabelas, gráficos, etc.). O que achamos interessante é a possibilidade de verificar os relatórios e as ferramentas de monitorização produzidos para ter uma visão geral do progresso do semestre ou ano, no que diz respeito às aulas de RV.

3.3.1 Recolha de dados através de formulários presenciais

Nesta secção, são apresentados detalhes sobre os formulários presenciais da POLIMI para ajudar outras instituições a criar as suas próprias tabelas a serem preenchidas por educadores ou formadores. **O objetivo do formulário é registar notas sobre os aspetos qualitativos e quantitativos de aulas específicas, incluindo o número de alunos envolvidos e a abordagem às atividades educativas**.
Aqui está uma visão geral do que pode ver na ***figura 3.3.1.***

Na primeira secção, são recolhidas as seguintes informações: o título do curso, o(s) nome(s) do(s) instrutor(es) envolvido(s) na sessão e o(s) departamento(s) ao(s) qual(is) pertencem tanto o corpo docente como o curso. Os objetivos de aprendizagem da sessão também são registados. São documentados os horários de início e término da sessão, a data de entrega e quaisquer datas de sessões subsequentes (ou frequência de uso). O nome do membro da equipa METID responsável pelo registo das informações é anotado.

São recolhidos dados sobre o número de professores presentes durante a sessão, o número de tutores, quaisquer participantes externos, a presença de pessoal técnico e qualquer pessoal de apoio adicional da METID. A frequência dos alunos é registada, juntamente com a sua disposição nos lugares — se estão sentados em grupos ou individualmente.

Uma secção subsequente reúne informações sobre a aplicação utilizada durante a sessão: o seu nome, o tipo de equipamento necessário para o seu funcionamento e uma breve descrição do software e das suas funções. A língua de instrução também é anotada. O documento continua com descrições das várias etapas da realização da sessão, incluindo atividades preparatórias antes da entrada na sala de aula, a fase preliminar, a sessão principal e as atividades pósessão. Também detalha o processo de configuração da sala de aula, incluindo quem foi responsável e como a preparação foi realizada.

A secção final inclui notas especiais, o número de participantes afetados pela doença da RV (se houver) e espaços dedicados para inserir links para o Google Fotos, o questionário de feedback e, eventualmente, o relatório final.

HORÁRIO	
	PROTOTIPAGEM VIRTUAL
INSTRUTOR	NOMES DOS PROFESSORES
DEPARTAMENTO	ENGENHARIA MECÂNICA (MESTRADO)
DATA DA AULA	20/10/25
HORÁRIO DA AULA	9:15 - 15:15
AUTOR DO RELATÓRIO	NOME DO AUTOR
NÚMERO DE DOCENTES	O PROFESSOR PARTICIPOU NA PARTE MAIS EXPERIENCIAL DA AULA
NÚMERO DE PARTICIPANTES EXTERNOS	1
TÉCNICOS	NOMES DOS TÉCNICOS
METODOLOGIA DE APOIO	NOME DO COLEGA
N.º DE ALUNOS	29+1 REMOTO

N.º DA ESTAÇÃO DE TRABALHO UTILIZADA	15 (TODAS)
DIVISÃO DOS ESTUDANTES	DUPLAS OU INDIVIDUAIS (13 DUPLAS, 1 TRIO, 2 INDIVIDUAIS)
SOFTWARE UTILIZADO	UNITY Y UNREAL ENGINE
EQUIPAMENTO NECESSÁRIO	COMPUTADOR PORTÁTIL PESSOAL DO ALUNO, OCULUS E CONTROLADORES, CABO DE LIGAÇÃO OCULUS, GOOGLE CARDBOARD (APENAS O PROFESSOR TINHA DISPONÍVEL), SMARTPHONE PESSOAL DO ALUNO, PEN USB
DESCRIÇÃO DO SOFTWARE	NO UNITY, É CRIADA UMA CENA 3D A PARTIR DE UM MODELO E COM LUZES, CÂMARAS E OBJETOS ADICIONADOS. USANDO O UNREAL ENGINE, O PROJETO É TRANSFORMADO EM UM APLICATIVO QUE PODE SER EXECUTADO ATRAVÉS DE UM SMARTPHONE OU ATRAVÉS DE HMDS
IDIOMA	INGLÊS
RESULTADO DO LABORATÓRIO	OS ALUNOS DEVEM CONCLUIR UMA SÉRIE DE AMBIENTES DESENVOLVIDOS NO UNITY OU NO UNREAL E REALIZAR ALGUNS TESTES USANDO OS SEUS COLEGAS COMO SUJEITOS DA EXPERIÊNCIA

▲ Fig. 3.3.1: Exemplo da primeira parte do formulário presencial (Google Sheet)

3.3.2 Questionários pós-aula

No final da aula baseada em RV, os educadores aplicam um questionário online aos alunos. O objetivo é recolher feedback geral sobre o uso da tecnologia de RV, bem como dados relacionados com a aula em si e as perceções dos alunos sobre o método de ensino inovador. Normalmente, o questionário é preparado usando o Microsoft Forms pela equipa METID e, posteriormente, fornecido aos instrutores do curso num formato personalizável. ***(Fig. 3.3.2)***

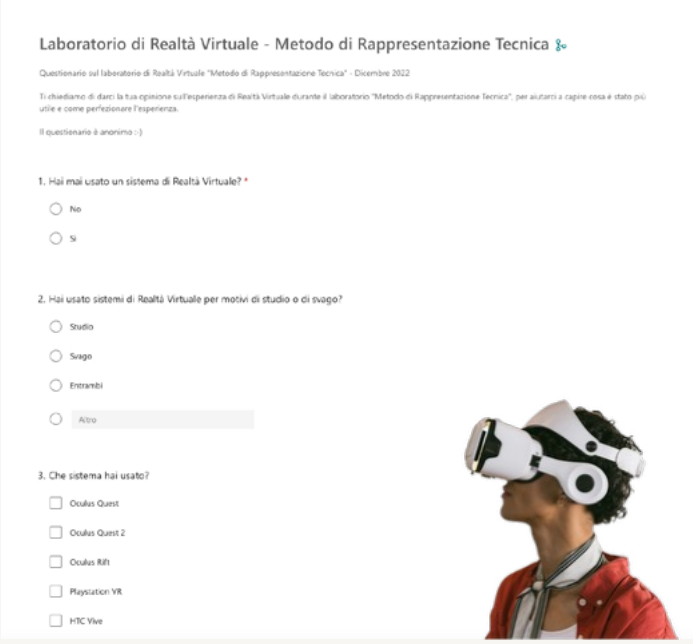
A seção inicial inclui perguntas gerais sobre a experiência prévia dos alunos com tecnologias de RV. Essas perguntas são opcionais e têm como objetivo avaliar a difusão e a familiaridade dos dispositivos de RV entre a população estudantil.

Em seguida, o questionário aborda as experiências dos alunos durante a aula específica de RV, com foco em quaisquer dificuldades encontradas. Estas perguntas são baseadas na experiência prévia e nas observações da equipa METID, recolhidas ao longo do tempo a partir de várias implementações de aulas de RV.

As secções subsequentes pedem aos alunos que classifiquem, numa escala de 1 a 5, o seu nível de apreciação por vários novos elementos introduzidos na dinâmica da aula, tais como abordagem instrucional, tecnologia e conteúdo. Os itens específicos avaliados variam dependendo da natureza da aula e da modalidade de RV utilizada. Outro item pergunta se a atividade foi realizada individualmente ou em grupo. Se o trabalho em grupo ocorreu, segue-se uma pergunta matricial, solicitando aos alunos que indiquem, numa escala de 1 («de todo») a 5 («muito»), a utilidade percebida da colaboração com os colegas durante a atividade.

O questionário continua com uma pergunta aberta sobre os aspetos da sessão que os alunos mais apreciaram. Outra pergunta aberta solicita sugestões que o respondente gostaria de oferecer ao instrutor para melhorar a sessão.

A última pergunta é se o aluno gostaria de ver sistemas de ensino semelhantes baseados em RV aplicados a outros cursos. Se a resposta for negativa, o aluno é solicitado a especificar o motivo. As perguntas e secções descritas acima foram concebidas para abordar de forma abrangente as várias dimensões da experiência dos alunos em aulas baseadas em RV. O questionário foi concebido para ser adaptável por instrutores ou tutores, permitindolhes alinhá-lo com o contexto específico e os objetivos pedagógicos de cada aula de RV, garantindo assim a recolha do feedback mais relevante.



◀ Fig. 3.3.2: Captura de ecrã da primeira parte do questionário (Microsoft Forms)

https://forms.office.com/Pages/DesignPageV2.aspx?subpage=design&token=efcd7753489c45269e937158a1c1b2bc&id=K3EXCvNtXUKAjjCd8ope6zcfDdiDZHJArUaH6fMUZOhUNjlFSlUySVQ0REtMVU5OUFUyUUZQTFZBSy4u

3.3.3 Relatório final

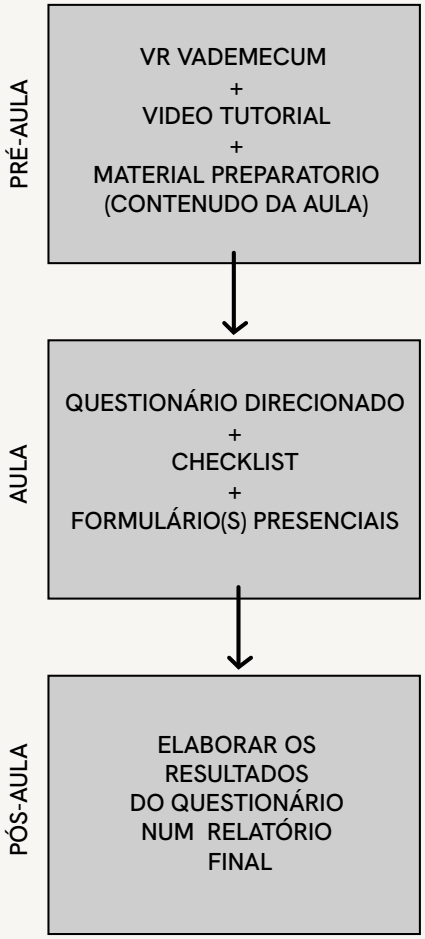
Depois de recolhidas, as respostas ao questionário são analisadas e compiladas num documento elaborado pela equipa do METID, denominado «Relatório da Aula de RV».

Este relatório inclui o título do curso, os nomes dos instrutores envolvidos e uma descrição geral do curso.
Os dados obtidos a partir dos questionários são então apresentados na forma de representações gráficas, acompanhadas de anotações e observações tanto do instrutor quanto da equipe do METID. O objetivo principal do relatório é catalogar e apresentar os dados coletados de maneira visualmente coerente e com formato profissional. O relatório final é então compartilhado com os instrutores que participaram da ministração do curso. ***(Fig. 3.3.3)***



▲ Fig. 3.3.3: Captura de ecrã de uma parte da ferramenta Relatório (Google Doc)

O próximo capítulo irá centrarse nas diretrizes para formadores, educadores e alunos, extrapoladas a partir da experiência empírica adquirida pela força-tarefa do METID durante o desenvolvimento dos Laboratórios de RV.



◀ Fig. 3.3.4: Fluxo de trabalho ideal para usar e monitorizar materiais de apoio.

3.4 Apoio à Investigação

Baldoni, V., Brambilla, F., Bruschi, F., Casiraghi, D., Denni, M., Marenghi, P., Longa, L., Pampanin, M., Pandocchi, S., Sancassani, S., & Santolini, B. (2024).
Due anni di laboratori VR. Politecnico di Milano – METID Learning Innovation.

https://www.metid.polimi.it/pubblicazioni/

Galeazzi, A., Marenghi, P., Duò, L., Galardo, M., Rota, R., Sancassani, S., & Manenti, F. (2024).
Virtual Reality and Digital Twins for Enhanced Learning in Chemical Engineering. Computer Aided Chemical Engineering, 53 (pp. 3535–3540).

https://doi.org/10.1016/b978-0-443-28824-1.50590-1

04

Materiais de formação para aulas de RV

Este capítulo relata as diretrizes extrapoladas da experiência empírica da **METID - Learning Innovation do Politecnico di Milano,** desde o início do desenvolvimento dos Laboratórios de RV.

Para esclarecer as funções, a METID trabalha no âmbito universitário como coordenadora da produção e gestão de metodologias e ferramentas inovadoras de aprendizagem e ensino. Com base nas observações das atividades dos Laboratórios de RV, várias diretrizes foram estabelecidas tanto para educadores quanto para alunos. Diferentes abordagens, objetivos educacionais e metodologias de aprendizagem foram observados e reunidos em sugestões passo a passo.

4.1 Diretrizes para Educadores e Formadores

A implementação da RV no ensino superior requer um planeamento cuidadoso e competência pedagógica. As diretrizes a seguir, derivadas da experiência empírica desenvolvida pelo METID, fornecem uma abordagem estruturada e abrangente para projetar e conduzir aulas baseadas em RV, com o objetivo de promover o envolvimento dos alunos e a aprendizagem eficaz.

Vale a pena sublinhar o papel de designer instrucional da METID dentro da Universidade POLIMI, para apoiar os educadores e orientar outros colegas na estruturação das atividades: quando se refere aos Laboratórios de RV já discutidos nos capítulos anteriores, como sublinhado, o METID funciona como um facilitador entre instrutores, alunos e técnicos, fornecendo orientação instrucional e metodológica

e apoio geral.
As diretrizes fornecidas aos instrutores são divididas em oito etapas sequenciais lógicas:

1. Identificar conteúdo adequado para RV

Os instrutores devem começar por compreender as possibilidades da tecnologia de RV e avaliar o programa do seu curso para identificar tópicos que beneficiariam da aprendizagem imersiva.

É essencial coordenar com a estrutura dentro de cada universidade responsável pelos aspetos técnicos e metodológicos. Isto ajudará a otimizar o tempo e o esforço no alinhamento do layout da aula, da sua estrutura, incluindo o software e hardware necessários, e dos objetivos educacionais dos instrutores.

2. Selecionar ou desenvolver uma aplicação/plataforma de RV

Em seguida, os educadores devem identificar as plataformas de RV existentes alinhadas com os RAPs que desejam que os alunos alcancem. Aqui, discutimos plataformas virtuais online — possivelmente já adequadas como ofertas padrão fornecidas por agências terceirizadas — ou aplicações que podem ser executadas no computador ou no próprio headset. Normalmente, é preferível deixar a aplicação ou plataforma a funcionar no computador, devido ao alto poder gráfico dos componentes internos. No headset, esta composição exigirá que o headset seja conectado ao computador através do cabo Link ou Air Link, permitindo que o headset sirva como um espelho do que os alunos também podem ver no monitor.
Por outro lado, apesar de serem mais limitadas em termos gráficos, as aplicações de RV que funcionam diretamente nos auscultadores podem proporcionar experiências imersivas excecionais através de outros elementos (lúdico, qualidade do conteúdo, interação, etc.). Além disso, há também a vantagem de tornar estas aplicações mais práticas de usar na sala de aula, devido à liberdade de movimento dos alunos.

Existem várias tipologias diferentes de aplicações, que vão desde fitness até STEM. Dependendo dos objetivos educacionais da aula, deve-se escolher a mais adequada, considerando também a licença e o preço. Se não existir uma aplicação adequada, os instrutores podem consultar desenvolvedores internos ou externos para criar uma otimizada para o headset específico em uso.

3. Testar a aplicação

Antes da implementação, a aplicação de RV deve ser exaustivamente testada quanto à usabilidade e fiabilidade técnica. Os instrutores e eventuais tutores devem estar cientes do fluxo do utilizador na aplicação para partilhar com os alunos e facilitar a aula. Em seguida, os educadores também devem estar cientes dos pontos fracos dentro da aplicação e das soluções relacionadas para os eventuais problemas.

4. Estruturar a aula

A aula deve encontrar um equilíbrio entre os elementos teóricos e práticos, integrando a RV de forma significativa. Os alunos devem ser informados com antecedência sobre o formato da sessão, os protocolos de utilização da RV e as características específicas da aplicação. Observámos níveis mais elevados de segurança na realização de tarefas do ponto de vista dos alunos quando estes estavam cientes das ações realizada no conteúdo de RV com antecedência.

5. Organização do laboratório de RV

Os instrutores devem coordenar com os responsáveis metodológicos e técnicos da universidade para garantir a disponibilidade do equipamento, planear a rotação dos alunos em pequenos grupos, conforme necessário, e fornecer suporte no local para resolver qualquer desconforto técnico ou físico. Nos dias ou mesmo semanas antes da aula, vale a pena discutir com esses responsáveis o conteúdo da aula e a ideia do layout geral. A coordenação entre essas várias funções deve garantir um bom ponto de partida para a aula.

6. Preparar os alunos

Normalmente, é uma boa prática partilhar com os alunos material preparatório pré-aula, concebido para gerir a estrutura do Laboratório de RV. Na universidade POLIMI, o METID desenvolveu um documento PDF (VR Vademecum) e um tutorial em vídeo – ver os próximos parágrafos – que podem ser partilhados com os alunos semanas antes da aula. Além disso, como já foi dito, os alunos devem ser informados sobre a aplicação específica utilizada e os comportamentos esperados no ambiente de RV.

Os instrutores devem abordar questões relacionadas com o fenómeno da cinetose, que pode impedir alguns alunos de participar nas experiências. Esses alunos podem sentir-se excluídos e, idealmente, um aplicativo alternativo que não seja de RV deve estar disponível para eles usarem. A cinetose pode ocorrer em diferentes níveis, impedindo os alunos de ter uma experiência positiva com a aula. O que é necessário é avisar os alunos sobre essa possibilidade e pedir que informem os seus supervisores (educadores, tutores, etc.) se sentirem qualquer desconforto. Para evitar que se sintam envergonhados, é essencial reconhecer que é normal sentir enjoo. Normalmente, as regras de ouro para prevenir o fenómeno são manter as janelas abertas durante a sessão de RV para melhorar a circulação do ar e reservar um espaço com cadeiras e água para os alunos que possam precisar.

7. Condução da aula

Antes da sessão, certifique-se de que a sala está preparada com o apoio de técnicos, que o equipamento está funcional e que a equipa de apoio está presente. Dependendo do fluxo de reservas da universidade, pode ser necessário solicitar apoio alguns dias antes da aula.

Antes da aula, os educadores e tutores devem inspecionar a sala de aula, ajustando o layout para criar um espaço livre de obstáculos e perigos, garantindo a experiência de RV mais tranquila possível. Estabeleça canais de comunicação claros (por exemplo, sinais manuais, dicas verbais) para que os alunos indiquem que precisam de ajuda. Priorize o bem-hestar do aluno. Se um aluno remover o headset devido ao desconforto, avalie a sua condição e ofereça apoio.

Durante a aula, comunique claramente os objetivos, ofereça apoio técnico e emocional e providencie uma proporção adequada de tutores por alunos. É uma medida inteligente perguntar aos alunos que já utilizaram um sistema semelhante e, talvez, emparelhá-los para equilibrar as capacidades da sala de aula.
Os educadores e tutores devem atuar como supervisores de todo o grupo de alunos, prestando atenção às suas respostas físicas e emocionais.

8. Recolha de feedback

Após a sessão, recolha o feedback dos alunos para avaliar a experiência de aprendizagem, identificar áreas a melhorar e informar futuras iniciativas de RV. Manter uma lista de participantes pode facilitar a comunicação e os inquéritos de acompanhamento.



Fig. 4.1.1: Aulas ministradas dentro dos laboratórios de RV (2.2.5 e L.0.4).

Comparando diferentes configurações de experiência de RV

	DIRETAMENTE NO HMD	*LIGADO AO PC*
PARTICIPAÇÃO	Depende da aplicação ou plataforma utilizada: se esta permitir uma experiência colaborativa entre vários utilizadores, os HMD serão utilizados individualmente como um dispositivo, mas a experiência será partilhada ou ativada em colaboração entre vários alunos.	Espelhar o cenário de RV no ambiente de trabalho do PC permite que outros alunos participem (com diferentes graus de participação), ajudando e informando os seus colegas. Algumas aplicações e plataformas de RV podem ser controladas por um PC, com os headsets funcionando apenas como um olho no ambiente 3D.
RASTREAMENTO FÍSICO	Ao usar os headsets, o rastreamento dos olhos dos alunos (e do que eles veem durante o fluxo da experiência) não é permitido. Espelhar a experiência no monitor do PC é uma regra de ouro. Além da visão, o movimento do corpo pode ser observado e monitorizado.	A experiência proporcionada pelo PC oferece a possibilidade de monitorizar facilmente o movimento dos olhos e o que os alunos estão a ver no ambiente. O movimento corporal é difícil de monitorizar.
INTEGRAÇÃO DE SGA	Tanto os HMDs como as modalidades ligadas ao PC podem permitir a integração de software e programas de SGA, dependendo das licenças e dos programas complementares.	Tanto os HMDs como as modalidades ligadas ao PC podem permitir a integração de software e programas de SGA, dependendo das licenças e dos programas complementares.
ORGANIZAÇÃO	Ao utilizar HMDs, é bom ter um especialista na equipa que organize e gerencie a atividade - nas fases pré, durante e pós. Os HMDs podem apresentar problemas relacionados ao hardware e software, e esses problemas nem sempre podem ser previstos.	Proporcionar a experiência de RV através do PC pode apresentar menos problemas relacionados com a utilização do dispositivo: são mais utilizados entre técnicos e pode ser mais fácil encontrar um papel de apoio nas fases pré, durante e pós do que com os HMDs. Os auscultadores são utilizados apenas como um espelho.

INFRAESTRUTURAS, DISPOSITIVOS, FERRAMENTAS	Dependendo do sistema de conectividade escolhido, os HMDs podem exigir um cabo de ligação para se conectarem ao PC. Precisam de baterias para os controladores e pode ser útil ter uma ferramenta de limpeza no final da aula. São necessárias bases de carregamento ou cabos de alimentação para carregar os HMDs. Estes dispositivos devem ser utilizados numa zona segura, que delimita uma área específica para o HMD chamada «limites» (estes podem ser criados com fita adesiva no chão ou outros métodos). Normalmente, devem ser suportados por uma estação de trabalho composta por um PC com um monitor, um rato e um teclado.	A infraestrutura, em ambas as situações, é a mesma: as estações de trabalho de PC estão associadas a uma área específica na qual os HMD serão usados (limites). Também serão necessários um monitor, teclado, rato, etc.
CARACTERÍSTICAS DA ACESSIBILIDADE	Ao utilizar os HMDs, os alunos, dependendo da experiência programada, podem ter mais liberdade de movimento e interação, sempre considerando uma área segura para atuar. Essa liberdade permite que a experiência seja organizada em diferentes espaços e salas. Os HMDs também podem ser utilizados de forma estática.	A ligação ao PC não permite ao aluno ter diferentes graus de movimento. A utilização de funcionalidades de software e hardware do PC permite executar aplicações e programas mais pesados a uma velocidade mais elevada. Normalmente, também permite que mais alunos participem devido ao espelho direto no monitor.

4.2 Orientações para os alunos

O percurso educativo envolvendo RV requer uma abordagem consciente e proativa por parte dos alunos, tanto em termos de métodos inovadores de envolvimento em sala de aula como em evitar o risco de reduzir a experiência a mero entretenimento, perdendo assim de vista os RAPs.
De facto, os alunos devem estar preparados para o que irão enfrentar na aula, tanto do ponto de vista tecnológico como metodológico. Pode ser que nem todos tenham experimentado uma instalação ou aplicação de RV, o que pode resultar em confusão e dificuldade em superar os aspetos emocionais e lúdicos, em favor de uma abordagem mental racional e orientada para a aprendizagem.

VR Vademecum

Por essa razão, a METID desenvolveu ao longo do ano um documento em PDF intitulado "VR Vademecum" (Manual de Realidade Virtual), com o objetivo de oferecer uma compreensão clara das ferramentas disponíveis e aumentar a familiaridade dos alunos com o funcionamento dos laboratórios de RV. ***(Fig. 4.2a)***
Ao fazê-lo, procura promover uma experiência de aprendizagem mais gratificante e produtiva.
O seguinte documento deve ser partilhado com os alunos pelos educadores antes da aula; os professores devem pedir aos alunos que o leiam para se prepararem melhor para a experiência de aprendizagem.

Principais conteúdos do documento:

- **O que são os laboratórios de RV em que estão a entrar.**
- **Quais são as ferramentas que irão utilizar.**
- **Como colocar e, de modo geral, utilizar os óculos e os controladores.**



◀ Fig. 4.1.2: Capa do VR Vademecum para os alunos

- **Algumas palavras sobre o fenómeno da doença da RV e como lidar com ele.**

Tutorial em vídeo

Além disso, os principais passos práticos necessários antes de entrar nos laboratórios (tais como as regras dos laboratórios, descrições dos espaços e ferramentas) são apresentados num vídeo para facilitar uma introdução suave ao ambiente de aprendizagem de RV.
O vídeo também deve ser partilhado com os alunos antes da aula ou projetado na sala de aula antes do início da aula.

No vídeo:

- **Uma primeira introdução aos Laboratórios e o pedido para seguir as instruções dos educadores e formadores para a realização da aula.**



- **A composição da estação de trabalho, desde os computadores de secretária até aos**

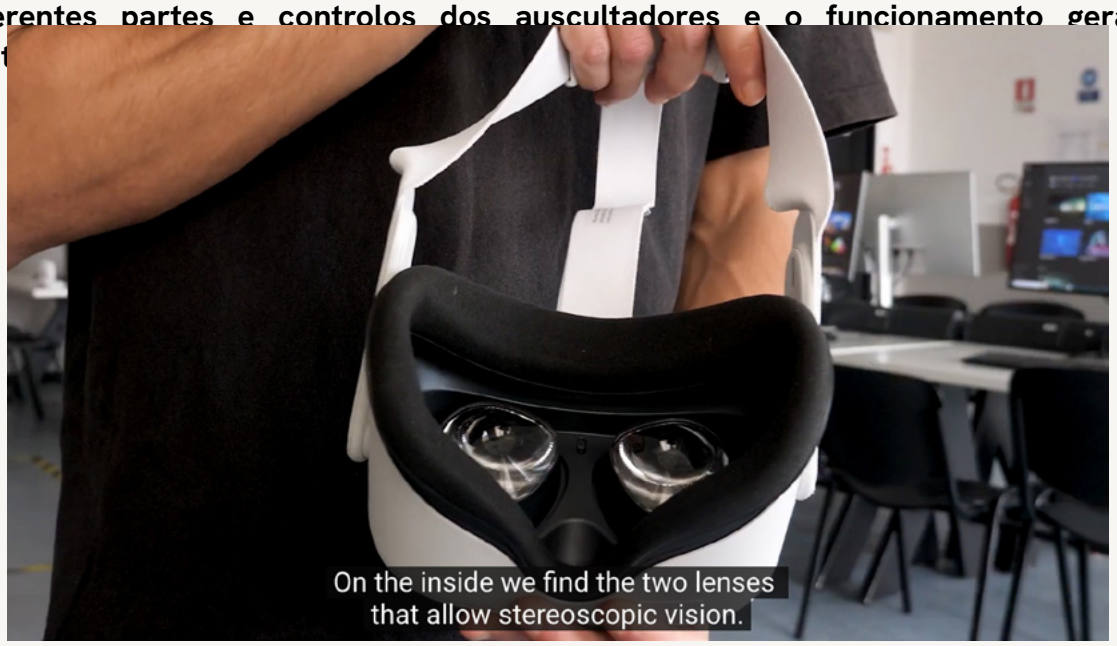


auscultadores e outras ferramentas envolvidas.

- A área de trabalho dedicada, correspondente aos limites dos auscultadores, onde o conteúdo de RV será exibido com segurança. Como se pode ver na captura de ecrã, nos labo



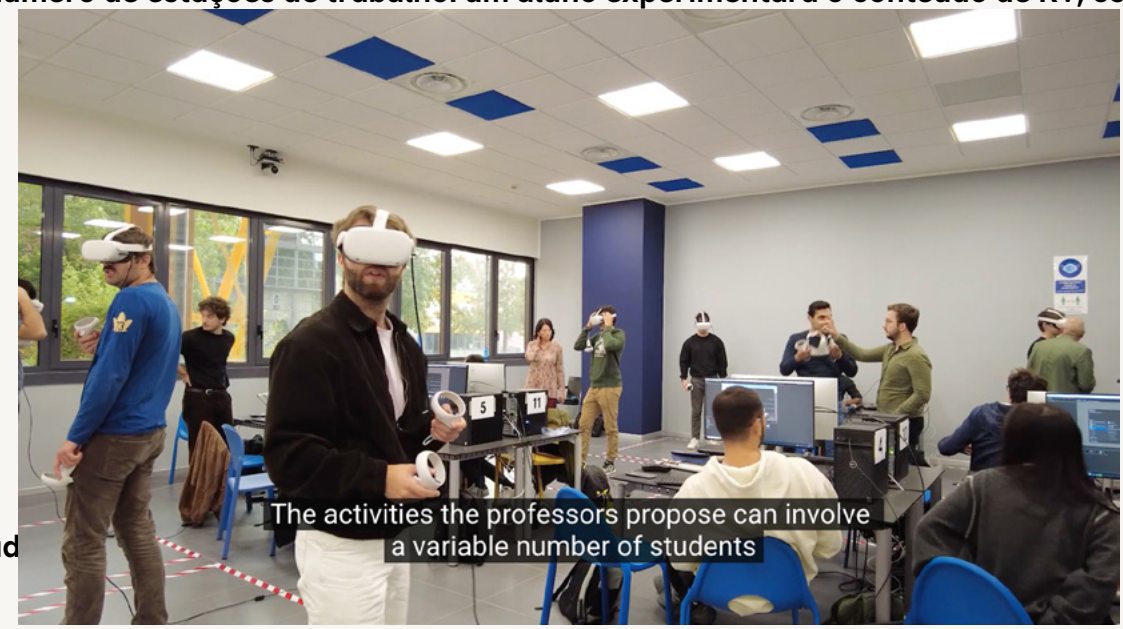
- Diferentes partes e controlos dos auscultadores e o funcionamento geral dos cont





- **Como usar os auscultadores com segurança.**

- **A necessidade de um ambiente colaborativo quando a aula envolve mais alunos do que o número de estações de trabalho: um aluno experimentará o conteúdo de RV, os outros ajud**



- **Algumas palavras sobre a doença da RV e como lidar com ela, caso ocorra.**



4.3 Materiais partilhados

Para garantir um fluxo de gestão tranquilo entre as partes envolvidas nas diferentes funções da organização das aulas de RV, sugerimos considerar a partilha de alguns dos materiais explicados anteriormente.

Os materiais partilhados entre todas as partes interessadas — incluindo, quando necessário, membros diretamente envolvidos do corpo docente — permitem uma compreensão clara do estado atual das salas de aula designadas para o ensino baseado em RV. Esta troca de informações abrange não só o estado operacional e a manutenção dos dispositivos utilizados, mas também as várias aplicações e serviços utilizados em aulas anteriores.
Além disso, inclui uma análise dos métodos pedagógicos adotados pelos instrutores durante as sessões de RV.
Por exemplo, na POLIMI, normalmente partilhamos formulários presenciais através da plataforma Slite,

que a força-tarefa METID usa com frequência. Páginas específicas são criadas dentro da plataforma de acordo com o tipo de material a ser partilhado, e o acesso é concedido às partes interessadas relevantes (técnicos, educadores, serviços informáticos).
Entre os materiais partilhados estão também os relatórios individuais das aulas, extrapolados do formulário presencial – essencialmente um Google Doc – que fornecem um relato detalhado de cada sessão de RV.

Além disso, são partilhadas fichas de manutenção técnica relativas aos dispositivos de RV. É compilado um documento com atualizações ou modificações relacionadas com os dispositivos, juntamente com uma descrição das atividades de manutenção que foram realizadas. Idealmente, essa manutenção deve ocorrer mensalmente, dado o potencial de problemas técnicos devido ao desgaste ou baterias esgotadas, bem como às atualizações frequentes de auscultadores e aplicações.

A lista de verificação recomendada para as atividades de manutenção inclui as seguintes etapas:

Verificação da presença de todos os equipamentos em cada estação.

Funcionalidade e eventual presença da aplicação na estação do PC.

Verificação da precisão das configurações de limite do headset.

Garantia de que a conta de utilizador correta está conectada.

Verificação da ligação à Internet do headset.

Testar pelo menos uma aplicação, anotando quaisquer problemas — se for necessária uma aplicação específica durante o período de manutenção para fins instrutivos ou experimentais, esta deve ser descarregada.

Testar o áudio e o feedback tátil.

Verificar o ambiente virtual.

Atualizar o software para a versão mais recente, concluir todas as atualizações necessárias (incluindo a verificação através do navegador) e reiniciar o sistema para garantir a funcionalidade total.

Verificar o estado de carga dos auscultadores e das baterias do controlador e tomar medidas quando necessário.

Além das Folhas de Manutenção e dos Relatórios de Aulas de RV, é mantida uma página no Site que lista as informações de contacto — diretas ou indiretas, dependendo da disponibilidade — das várias partes interessadas envolvidas, caso seja necessário entrar em contacto com indivíduos específicos,



Kit inicial

bem como as senhas necessárias.

Aqui pode encontrar o link para uma lista de modelos reutilizáveis:

Matriz de decisão "Devemos usar RV aqui?"

FAC SIMILE_Formulário de presença: o modelo do formulário de presença do Google Sheet usado na POLIMI para monitorizar o número de alunos, tutores, educadores, software usado, modalidades, desenvolvimento da aula e assim por diante.

FAC SIMILE_Visão geral da aula de RV: este ficheiro do Google Sheet é útil para recolher todos os dados das diferentes aulas ministradas nos laboratórios de RV e colocá-los num único ficheiro para ter uma visão geral dos laboratórios ao longo do tempo.

Vademecum para aluno: o ficheiro PDF do Vademecum mencionado anteriormente, desenvolvido para os alunos, para lhes dar informações e conhecimentos prévios sobre a tecnologia e os laboratórios: isto pode ser inspirador para o desenvolvimento de um Vademecum específico para o caso particular das universidades

Sketch: útil na fase de design de RV, para interagir com um especialista em RV, para definir a posição espacial, sequência, movimento e interação ao visualizar objetos em RV e narrar as ações dos utilizadores.

Modelo de programa do curso de RV: um exemplo de programa do curso no qual uma atividade de RV está integrada.

Lista de verificação para implementação de aulas de RV: para recordar todas as etapas do processo de design e implementação.

Lista de verificação pré-briefing e debriefing da aula de RV: para recordar todas as atividades e ações importantes a implementar para conduzir uma sessão de RV eficaz.

Modelo de rubrica: para avaliar os três domínios do conhecimento.

Questionário sobre enjoo do simulador (SSQ): para avaliar a experiência de RV em termos de bem-estar.

Escala de Usabilidade do Sistema (SUS): para avaliar a usabilidade da RV.

Questionário de Neurociência de Realidade Virtual (VRNQ): para avaliar quatro áreas-chave diferentes da experiência de RV.

Grelha de reflexão: ficha de traba[illegible]o aluno para refletir a[illegible]ente sobre a experiência.



Brochura V.5 – Janeiro 2026

Licença

© 2025 VRChem Consortium. Este trabalho está licenciado sob uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição 4.0 (CC BY 4.0).
To view a copy of this license, visit https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/.

Atribuição: "Consórcio VRChem (2025), Um guia prático para RV, CC BY 4.0."

CC BY 4.0 DEED
Attribution 4.0 International

