



INSTITUTO  
UNIVERSITÁRIO  
DE LISBOA

---

Como é que os alunos do 3.º Ciclo de Ensino Básico utilizam a VR e AR em contextos educativos formais e informais, e que implicações isso tem para a sua aprendizagem?

Flávio Leonardo Moniz Ferreira

Mestrado em Transformação Digital no Ensino e Aprendizagem

Orientador:  
Doutor Paulo Jorge Medeiros Novo Neves  
Professor Auxiliar convidado  
ISCTE-IUL

outubro, 2025

Departamento de Ciências Sociais e Empresariais

Como é que os alunos do 3.º Ciclo de Ensino Básico utilizam a VR e AR em contextos educativos formais e informais, e que implicações isso tem para a sua aprendizagem?

Flávio Leonardo Moniz Ferreira

Mestrado em Transformação Digital no Ensino e Aprendizagem

Orientador:  
Doutor Paulo Jorge Medeiros Novo Neves  
Professor Auxiliar convidado  
ISCTE-IUL

outubro, 2025

Este trabalho é dedicado aos alunos da Região Autónoma dos Açores.

## **Agradecimentos**

Aproveito este espaço para expressar o meu sincero agradecimento a todos os professores que me fizeram refletir sobre os caminhos para a Transformação Digital no Ensino e Aprendizagem. De forma particular, agradeço à professora Joana Martinho de Almeida Costa e aos professores Luís Manuel Nobre de Brito Elvas, Mário Marcelino Luís de Melo, Nelson Ribeiro Jorge e Carlos José Corredoura Serrão, pelo conhecimento partilhado. Agradeço, de modo muito especial, ao meu orientador professor Paulo Jorge Medeiros Novo Neves, pelo acompanhamento atento, pelas orientações rigorosas e pela confiança demonstrada ao longo de todo este percurso. Estendo também o meu agradecimento ao ISCTE (Instituto Universitário de Lisboa – Sintra) e à Escola Básica e Secundária da Povoação, por terem possibilitado a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos e o desenvolvimento deste trabalho de projeto.

## Resumo

As tecnologias de Realidade Virtual (VR) e Realidade Aumentada (AR) encontram-se em franca expansão. No contexto educativo, estas tecnologias imersivas demonstram que ainda há um longo caminho a percorrer no apoio aos alunos na compreensão de conceitos complexos e abstratos, capazes de produzir efeitos duradouros na memória. O presente trabalho de projeto pretende contribuir para as boas práticas de utilização da VR e AR em contextos formais e informais de aprendizagem, tendo sido desenvolvido na Escola Básica e Secundária da Povoação, no ano letivo de 2024/2025, na disciplina de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), com alunos do 3.º Ciclo do Ensino Básico (3.º CEB) do ensino regular e do Programa de Formação Profissionalizante, nível B3. Os resultados evidenciam que os 105 alunos envolvidos (50 do sexo feminino e 55 do sexo masculino) desconheciam, inicialmente, o potencial de ambas as tecnologias. As teorias clássicas de aprendizagem, os modelos de desenho instrucional, o alinhamento com o modelo ASSURE, o currículo em processo e a implementação de cenários de aprendizagem demonstraram efeitos positivos na motivação e no desempenho dos alunos. A recolha sistemática de dados decorreu ao longo de quatro semanas, sendo a última dedicada à avaliação final. Recorreu-se à metodologia de investigação-ação, de abordagem mista, combinando técnicas qualitativas (observação direta e análise reflexiva) e quantitativas (inquéritos por questionário). Esta opção metodológica permitiu a triangulação dos dados, demonstrando que o trabalho colaborativo em grupos de dois a três alunos reduziu a carga cognitiva, sendo que 71,83% dos alunos aprenderam de forma eficaz. O conhecimento adquirido sobre os principais conceitos atingiu 88,6% (numa escala de 0 a 100%), o grau de satisfação com as tecnologias de VR e AR foi de 4,51, e a utilização de ferramentas de criação registou 3,01 (numa escala de 0 a 5). As principais conclusões indicam que a aplicação destas tecnologias permite aos alunos aprender de forma segura e significativa, especialmente em contextos com limitações de mobilidade ou ausência de laboratórios, evidenciando o impacto positivo da VR e AR nas aprendizagens quando estas têm verdadeiro significado.

Palavras-Chave: Realidade Virtual; Realidade Aumentada; Aprendizagem



## Abstract

Virtual Reality (VR) and Augmented Reality (AR) technologies are rapidly expanding. In education, these immersive technologies demonstrate that there is still a long way to go in supporting students' understanding of complex and abstract concepts that can produce long-term memory effects. This project aims to contribute to good practices in the use of VR and AR in both formal and informal learning contexts. It was developed at Escola Básica e Secundária da Povoação during the 2024/2025 school year, within the subject of Information and Communication Technologies (ICT), involving students from the 3rd Cycle of Basic Education (3.º CEB) in both regular education and the Vocational Training Programme, level B3. The results show that the 105 participating students (50 female and 55 male) were initially unaware of the potential of these technologies. Classical learning theories, instructional design models, the ASSURE model, the process-based curriculum, and the implementation of learning scenarios all demonstrated positive effects on student motivation and performance. Systematic data collection took place over four weeks, with the final week dedicated to evaluation. The research followed an action-research methodology with a mixed-methods approach, combining qualitative techniques (direct observation and reflective analysis) with quantitative ones (questionnaire surveys). This methodological choice allowed data triangulation, showing that collaborative work in groups of two to three students reduced cognitive load, with 71.83% of students learning effectively. Knowledge acquisition of the main concepts reached 88.6% (on a 0–100% scale), satisfaction with VR and AR technologies scored 4.51, and the use of creative tools reached 3.01 (on a 0–5 scale). The main findings indicate that the use of these technologies enables students to learn safely and meaningfully, particularly in contexts with limited mobility or lack of laboratory facilities, thus demonstrating that VR and AR have a positive impact on learning when it carries true meaning.

Keywords: Virtual Reality; Augmented Reality; Learning

# Índice geral

<b>Agradecimentos</b> .....	iv
<b>Resumo</b> .....	v
<b>Abstract</b> .....	vii
<b>Índice geral</b> .....	viii
<b>Índice de figuras</b> .....	ix
<b>Índice de tabelas</b> .....	x
<b>Glossário de abreviaturas e siglas</b> .....	xi
<b>Nota introdutória</b> .....	3
<b>Capítulo 1 – Introdução</b> .....	4
1.1. Contextualização do trabalho de projeto.....	4
1.1.1. Tema, objetivos e questões de investigação.....	6
1.1.2. Desenho do trabalho de projeto .....	6
1.2. Estrutura do documento .....	8
<b>Capítulo 2 – Revisão da literatura</b> .....	9
2.1. Estado da arte da Realidade Virtual e Aumentada .....	9
2.1.1. Definições e conceitos fundamentais .....	25
2.1.2. Evolução tecnológica.....	27
2.1.3. Tecnologias atuais e emergentes .....	29
2.2. Aplicações da Realidade Virtual e Aumentada na Educação .....	31
2.3. Potencial e desafios pedagógicos da VR e AR .....	37
2.4. Enquadramento teórico da aprendizagem com tecnologias imersivas (VR/AR) .....	38
2.4.1. Jerome Bruner .....	39
2.4.2. David Ausubel.....	41
2.4.3. Albert Bandura .....	42
2.4.4. Lev Vygotsky.....	43
2.4.5. Richard Mayer .....	45
2.4.6. Robert Gagné.....	47
2.4.7. Modelo de desenho de instrução ASSURE .....	49
2.4.8. Currículo em processo.....	51
<b>Capítulo 3 – Metodologia</b> .....	60
3.1 Contextualização da intervenção e caracterização dos participantes.....	60
3.2 Contexto educativo .....	67
3.2.1. EB 2,3/S Maria Isabel do Carmo Medeiros.....	72
3.2.2. EB 1,2,3/JI de Furnas .....	72
3.3. Estratégia metodológica.....	73
<b>Capítulo 4 – Análise dos dados e apresentação dos resultados</b> .....	76
4.1. Resultados da intervenção no contexto formal de sala de aula .....	76
4.2. Observações em contextos informais de aprendizagem .....	82
4.3. Análise reflexiva e avaliação dos impactos .....	83
<b>Capítulo 5 – Discussão</b> .....	85
<b>Capítulo 6 – Conclusões</b> .....	87
6.1. Limitações do trabalho de projeto .....	87
6.2. Perspetivas para investigação futura .....	88
6.3. Contributos do projeto para a prática educativa .....	88
<b>Referências Bibliográficas</b> .....	89
<b>Legislação</b> .....	98
<b>Anexos</b> .....	99

## Índice de figuras

Figura 1.1 – Itinerário entre a EB 2,3/S Maria Isabel do Carmo Medeiros e EB 1,2,3/JI de Furnas.....	5
Figura 1. 2 – EB 2,3/S maria Isabel do Carmo Medeiros .....	5
Figura 1. 3 – EB 1,2,3/JI de Furnas.....	5
Figura 2.1 – Gráfico de Gantt aplicado e adaptado.....	9
Figura 2.2 – Capacitação dos investigadores, alunos e programadores .....	11
Figura 2.3 – Sete áreas de aplicação do seguimento ocular .....	13
Figura 2.4 – Quadro de Referência DigCompEdu (Lucas & Moreira, 2018, p.19) .....	15
Figura 2.5 – Quadro ALLit (4 domínios) .....	16
Figura 2.6 – Rankings do Ensino Básico.....	17
Figura 2.7 – Ranking do Ensino Secundário .....	18
Figura 2.8 – Demografia Açoriana 2018 – 2022 .....	18
Figura 2.9 – Desafios técnicos e acessibilidade da VR/AR não inclusiva.....	20
Figura 2.10 – Desafios técnicos e acessibilidade da VR/AR inclusiva.....	21
Figura 2.11 – Top 10 das Universidades no ranking mundial: julho de 2025 .....	22
Figura 2.12 – Tecnologias que englobam a realidade estendida .....	25
Figura 2.13 – Evolução tecnológica de 1929 a 1956 .....	28
Figura 2.14 – Evolução tecnológica de 1957 a 1969 .....	28
Figura 2.15 – Evolução tecnológica de 1970 a 1995 .....	28
Figura 2.16 – Categoria de ferramentas de Realidade Virtual .....	36
Figura 2.17 – Processos da aprendizagem multimédia.....	45
Figura 2.18 – Teoria da carga cognitiva.....	48
Figura 2.19 – Modelo ASSURE .....	49
Figura 2.20 – Experiências realidade virtual.....	56
Figura 2.21 – Experiências realidade aumentada .....	56
Figura 2.22 – Mapa conceptual.....	59
Figura 3.1 – Calendário escolar 2.º semestre.....	61
Figura 3.2 – Tecnologias imersivas com significado 1.....	62
Figura 3.3 – Tecnologias imersivas com significado 2.....	63
Figura 3.4 – Realidade virtual em ambiente informal.....	63
Figura 3.5 – Ambiente imersivo CoSpaces .....	64
Figura 3.6 – Ambiente imersivo ArtSteps.....	65
Figura 3.7 – Distribuição das turmas por sexo .....	66
Figura 3.8 – Média de idade por turma.....	66
Figura 3.9 – Turma, média de idade, sexo e percentagem .....	66
Figura 3.10 – Relação da proporção feminina vs idade .....	67
Figura 3.11 – Relação da proporção masculina vs idade .....	67
Figura 3.12 – Residentes na Povoação por faixa etária (2024) .....	68
Figura 3.13 – População por sexo e faixa etária (2024) .....	68
Figura 3.14 – Pirâmide etária da Povoação.....	68
Figura 3.15 – Matrículas 2023/2024 .....	69

Figura 3.16 – Evolução das matrículas 22/23 e 23/24 .....	69
Figura 3.17 – Quebra de matrículas em 2024 face a 22/23 .....	69
Figura 3.18 – Trabalhadores por conta de outrem e escolaridade 2023 .....	70
Figura 3.19 – Distribuição percentual da escolaridade 2023 .....	70
Figura 3.20 – Atividades que mais empregam 2023 .....	70
Figura 3.21 – Distribuição dos docentes por área curricular .....	71
Figura 3.22 – Distribuição de equipamentos TIC por categoria .....	71
Figura 4.1 – Conhecimento das principais conceitos .....	76
Figura 4.2 – Conhecimento das principais plataformas .....	77
Figura 4.3 – Mapa de oportunidades de aprendizagem .....	77
Figura 4.4 – Avaliação formativa categoria prática .....	78
Figura 4.5 – Avaliação formativa desempenho por área .....	79
Figura 4.6 – Grau de satisfação com VR e AR .....	80
Figura 4.7 – Grau de satisfação com as ferramentas de criação .....	80
Figura 4.8 – Indicação das disciplinas com os objetos criados em 3D .....	81
Figura 4.9 – Aprendizagem informal dos 17 ODS .....	83
Figura 6.1 – Dispositivos VR registados na EBS da Povoação .....	87

## Índice de tabelas

Tabela 1.1 – Nível macro .....	7
Tabela 1.2 – Nível meso .....	7
Tabela 1.3 – Nível micro .....	7
Tabela 2.1 – Evolução dos conceitos de avaliação .....	23
Tabela 2.2 – Atos legais sobre a avaliação das aprendizagens em Portugal Continental .....	25
Tabela 2.3 – Definições da realidade virtual e aumentada .....	26
Tabela 2.4 – Principais áreas de aplicação da VR/AR na educação .....	33
Tabela 2.5 – Plataformas utilizadas no projeto Erasmus+ REVEALING .....	34
Tabela 2.6 – Ferramentas utilizadas no projeto Erasmus+ REVEALING .....	35
Tabela 2.7 – Exemplo da teoria da aprendizagem por descoberta aplicada .....	40
Tabela 3.1 – Corpo docente por grupo disciplinar .....	70
Tabela 3.2 – Infraestrutura tecnológica .....	71

## Glossário de abreviaturas e siglas

- μLED** – Micro-LED
- 3.º CEB** – Terceiro Ciclo de Ensino Básico
- 3D** – Três Dimensões
- AE** – Aprendizagens Essenciais
- AR** – Realidade Aumentada
- CAVE** – Automatic Virtual Environment [ambiente virtual automático]
- CE** – Comissão Europeia
- DLP** – Digital light processing
- EVS** – Sistema de Visão Aprimorada
- FOV** – Campo de visão
- GRA** – Governo Regional dos Açores
- HMD** – Head-Mounted Display [ecrã/visor montado na cabeça]
- HMS** – Helmet-Mounted Sights [miras montadas em capacetes]
- HUD** – Head-Up Display [ecrã/visor frontal]
- IA** – Inteligência Artificial
- IES** – Instituições de Ensino Superior
- IoT** – Internet das coisas
- IRM** – Imagem de Ressonância Magnética
- LBS** – Laser beam scanning
- LBSE** – Lei de Bases do Sistema Educativo
- LCoS** – Liquid-crystal-on-silicon
- MR** – Realidade Mista
- OA** – Objetos de Aprendizagem
- ODS** – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
- OLED** – Organic light emitting diode
- PASEO** – Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória
- PBL** – Project-Based Learning
- RAA** – Região Autónoma dos Açores
- REVEALING** – Realisation of Virtual Reality Learning Environments for Higher Education
- SVS** – Sistema de Visão Sintética
- TC** – Tomografia Computadorizada
- TCAM** – Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimédia
- TCC** – Teoria da Carga Cognitiva
- TIC** – Tecnologias de Informação e Comunicação
- VR** – Realidade Virtual
- XR** – Realidade Estendida
- ZDP** – Zona de Desenvolvimento Próximo
- ZDR** – Zona de Desenvolvimento Real



## Nota introdutória

A Realidade Virtual (VR) e a Realidade Aumentada (AR) são, na sua essência, duas tecnologias imersivas. Foram criadas com o objetivo de servirem como artefactos auxiliares à complexidade biológica do ser humano. Permitem clarificar conceitos abstratos e interagir com objetos virtuais. Para tal, esta nota introdutória está dividida em três partes.

Primeira parte – Definição e potencial das tecnologias. Na área da educação e especificamente no currículo da disciplina de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) do 3.º Ciclo de Ensino Básico (3.º CEB), a VR e a AR são pouco utilizadas e, quando o são, limitam-se a experiências isoladas. Isto acontece por vários motivos: carência de formação inicial e contínua para quem utiliza a tecnologia; material dispendioso e com software fechado e proprietário; falta de planeamento rigoroso para motivar os alunos a utilizarem ambas as tecnologias e fraca infraestrutura tecnológica no espaço escolar. Sanadas as razões acima identificadas, o potencial da VR e da AR poderá proporcionar novas formas de aprender e até de interagir com o conhecimento, levando a que a aprendizagem significativa (Praia, 2000) e a essência dos objetos tangíveis (Wu, Jog, Mendenhall, & Mazalek, 2011) e intangíveis preparem cidadãos capazes para resolver situações reais, como acontece nas áreas da saúde, arquitetura, cinema, aeronáutica, entre outras.

Segunda parte – Problemas identificados. A não utilização do potencial da VR e da AR, para além de não cumprir o desígnio da transformação digital na Educação, ignora os princípios da aprendizagem baseada na descoberta (Jerome Bruner, 1966 citado por Sprinthall & Sprinthall, 1993), os princípios da multimédia, os processos e procedimentos da carga cognitiva (Mayer, 2019) e à criação de objetos de aprendizagem (OA) imersivos, sem esquecer o recurso ao modelo de desenho de instrução ASSURE (Heinich, Molena, Russell & Smaldino, 1999). O currículo da disciplina de TIC, em consonância com as Aprendizagens Essenciais<sup>1</sup> (AE) e em articulação com o Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória<sup>2</sup> (PASEO), parece-nos muito aquém das expectativas e perspetivas da capacitação, digitalização e transformação digital no ensino e aprendizagem.

Terceira parte – Justificação da relevância do estudo. Na Região Autónoma dos Açores (RAA), a Estratégia da Educação Açores 2030<sup>3</sup> e o Programa Tecnologias da Educação<sup>4</sup> são instrumentos facilitadores que concretizam a transformação digital na Educação, e este estudo pretende contribuir para a operacionalização de ambos.

---

<sup>1</sup> <https://www.dge.mec.pt/aprendizagens-essenciais-ensino-basico>

<sup>2</sup> <https://www.dge.mec.pt/perfil-dos-alunos>

<sup>3</sup> <https://edu.azores.gov.pt/seccoes/estrategia-da-educacao-azores-2030>

<sup>4</sup> <https://jo.azores.gov.pt/api/public/ato/92ae98ee-cb1f-4e9d-bb09-f86d25592965/pdfOriginal>

## Capítulo 1 – Introdução

O presente trabalho foi desenvolvido no âmbito da Unidade Curricular Trabalho de Projeto, do curso de Mestrado em Transformação Digital no Ensino e Aprendizagem, no ISCTE. Centra-se na intervenção em duas escolas do concelho da Povoação, ilha de São Miguel – Açores, especificamente na Escola Básica 2,3/Secundária Maria Isabel do Carmo Medeiros e na Escola Básica 1,2,3/Jardim de Infância de Furnas, na disciplina de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC). A Realidade Virtual (VR) e a Realidade Aumentada (AR) na Educação possuem um enorme potencial para envolver os alunos na aprendizagem com significado, mas também possuem limitações, nomeadamente no acesso aos equipamentos, são pouco acessíveis e de circuito fechado. As boas práticas com ambas as tecnologias são escassas e as que existem revelam apenas experiências pontuais. O problema específico desta investigação incide nos efeitos destas tecnologias, dentro e fora da sala de aula, procurando compreender o impacto que têm nos alunos. Não se trata, de todo, de mais uma tecnologia na Educação, pelo contrário, trata-se de uma realidade já existente, mas sobre a qual ainda se sabe pouco relativamente ao impacto que exerce em todo o processo de ensino e aprendizagem. A importância deste trabalho reside no contributo que pretende dar à área das tecnologias imersivas. Ao investigar a VR e AR na Educação, procura-se colmatar a lacuna existente na definição dos conceitos, a inexistência da avaliação das aprendizagens com a VR e AR e contribuir para a reduzida investigação e registos de trabalhos dos docentes de TIC na área da VR e AR. Este trabalho de projeto surge numa conjuntura de crescente interesse em compreender como podemos aplicar ambas as tecnologias na Educação e como é que os docentes da disciplina de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) o fazem. As questões de investigação descritas no ponto 1.1.1. foram concebidas para explorar, tanto quanto possível, a aplicação da VR e da AR, em contextos formais e informais.

Assim, para compreender a complexidade da VR e AR, é fundamental examinar o que já foi feito, o que existe atualmente e quais as tendências futuras.

### 1.1. Contextualização do trabalho de projeto

A Escola Básica 2,3/Secundária Maria Isabel do Carmo Medeiros – também conhecida como Escola Básica e Secundária de Povoação – situa-se no concelho da Povoação, ilha de São Miguel, nos Açores. Tendo em conta as informações disponíveis no Projeto Educativo, a escola e a Fundação Maria Isabel do Carmo Medeiros, foram criadas a 2 e 11 de setembro de 1963, respetivamente, um ano depois do pedido de autorização do Padre João Maurício Amaral Ferreira, ao Ministério da Educação para matricular 50 alunos, no então conhecido Externato Maria Isabel do Carmo Medeiros. Só no ano letivo 1969/1970 é que a Escola Básica e Secundária de Povoação começa a dar os primeiros passos nas atividades letivas, contando, para o efeito, com 180 alunos (Projeto Educativo, 2022, p.8). A Escola Básica e Secundária da Povoação dispõe de duas instalações físicas: uma na vila da Povoação,

denominada EB 2,3/S Maria Isabel do Carmo Medeiros, e a outra na freguesia de Furnas, designada de EB 1,2,3/JI de Furnas, criada no ano 2000, conforme figuras abaixo:

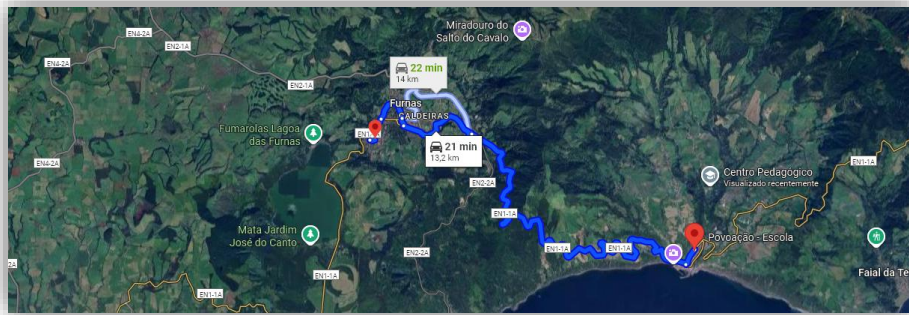


Figura 1.1 – Itinerário entre a EB 2,3/S Maria Isabel do Carmo Medeiros e EB 1,2,3/JI de Furnas



Figura 1. 2 – EB 2,3/S maria Isabel do Carmo Medeiros



Figura 1. 3 – EB 1,2,3/JI de Furnas

O trabalho de projeto foi desenvolvido em ambas as escolas, num total de oito turmas. Seis turmas do terceiro Ciclo de Ensino Básico (3.º CEB) e duas turmas com percursos curriculares diferenciados, em especial do Programa de Formação Profissionalizante<sup>5</sup>, nível 3.

### **1.1.1. Tema, objetivos e questões de investigação**

Entre os vários temas possíveis, este trabalho de projeto centra-se nos efeitos de uma aula com Realidade Virtual e Aumentada. Este tema organiza-se em duas dimensões complementares.

Dimensão exploratória: i) Compreender o papel das tecnologias VR/AR no processo de ensino e aprendizagem. ii) Analisar as tendências e desafios da transformação digital na educação.

Dimensão aplicada: iii) Implementar soluções digitais em contexto escolar. iv) Executar projetos de transformação digital com tecnologias imersivas. v) Criar e adaptar recursos digitais às necessidades dos alunos.

A construção do plano de trabalho envolveu a formulação de várias questões de investigação, suscetíveis de serem exploradas em estudos futuros, nomeadamente:

- a) Como é que os alunos utilizam a Realidade Virtual em contextos e condições diferentes?
- b) Qual o contributo da Realidade Virtual no acesso a laboratórios de prática?
- c) Porque é que as fracas condições de mobilidade fortalecem o uso da Realidade Virtual?
- d) Que experiências de Realidade Virtual se pode indicar em duas escolas de diferentes concelhos?

Perante o exposto, o trabalho de projeto prosseguiu com a questão de partida seguinte:

**Como é que os alunos do 3.º CEB utilizam a VR e AR em contextos educativos formais e informais, e que implicações isso tem para a sua aprendizagem?**

### **1.1.2. Desenho do trabalho de projeto**

O trabalho de projeto foi concebido para promover aprendizagens significativas através da utilização de tecnologias imersivas, nomeadamente Realidade Virtual (VR) e Realidade Aumentada (AR). A intervenção procurou responder a desafios concretos identificados no contexto escolar, como a escassez de recursos laboratoriais, a dificuldade de acesso a visitas de estudo e a necessidade de explorar conteúdos abstratos de forma mais visual e interativa. Para operacionalizar os objetivos definidos, o projeto foi estruturado em três níveis de intervenção:

- Nível macro: focado na capacitação docente, incluindo formação sobre conceitos, teorias e ferramentas ligadas à VR/AR, bem como à cibersegurança e inteligência artificial aplicadas à educação.

---

<sup>5</sup> <https://jo.azores.gov.pt/api/public/ato/bcdebcbf0-62e6-4ec8-abd2-d10ce948c091/pdfOriginal>

- Nível meso: dedicado à organização pedagógica, com seminários de apresentação do projeto, sessões de orientação e acompanhamento da implementação.
- Nível micro: centrado na prática em sala de aula e em contextos informais, com experiências imersivas, recolha de dados e avaliação das aprendizagens.

Tabela 1.1 – Nível macro

Fase	Designação	Descrição
01	Capacitação docente	Conceitos, teorias e modelos aplicados na elaboração dos mais diversificados recursos multimédia para o ensino e educação; Conceitos fundamentais de cibersegurança e aptidão para identificar e mitigar ameaças cibernéticas; Princípios e práticas do ensino e aprendizagem online, desenvolvimento de competências para criar e gerir cursos online eficazes; Conceitos básicos e fundamentos da inteligência artificial e a sua aplicação no campo da educação; Conceitos básicos de VR e AR e identificação das potencialidades e benefícios dessas tecnologias no processo de ensino-aprendizagem.
02	Exploração	Utilização de várias ferramentas e plataformas ligadas à VR e AR; Experimentação de tipos de hardware ligado à VR e AR.
03	Apresentação	Elaboração de várias atividades em ambientes imersivos; Construção de artefactos digitais compatíveis com a VR e AR.

Tabela 1.2 – Nível meso

Etapa	Designação	Descrição
01	Seminários	Visão geral do trabalho de projeto; Revisão da literatura; Análise de dados.
02	Orientação	Escolha do tema/área; Formalização do plano de trabalho; Estrutura do relatório do trabalho de projeto.
03	Acompanhamento	Enquadramento teórico; Metodologia; Estratégia metodológica; Análise reflexiva e avaliação dos impactos; Contributos do projeto para a prática educativa.

Tabela 1.3 – Nível micro

Momento	Designação	Descrição
01	Prática	Experiências VR e AR na sala de aulas.
02		Aplicação da VR e AR em contexto educativo informal.
03	Recolha de dados	Observação direta.
04		Preenchimento de formulários e conclusões.

A abordagem metodológica adotada foi mista, combinando técnicas qualitativas (observação direta, análise reflexiva) e quantitativas (inquéritos por questionário baseados na escala de Likert). Esta opção permitiu uma triangulação de dados que enriqueceu a análise dos efeitos da VR/AR na aprendizagem dos alunos. A intervenção decorreu ao longo de quatro semanas, sendo a última dedicada à avaliação final, com recolha sistemática de dados relativos ao impacto das atividades imersivas. (Glatthorn, 1998; Likert, 1932; Tuckman, 2000).

## **1.2. Estrutura do documento**

O primeiro capítulo visa contextualizar o trabalho de projeto, identificar o tema, objetivos, questões de investigação, desenho e estrutura do documento. No capítulo seguinte apresenta-se a revisão da literatura, com o foco do estado da arte da Realidade Virtual e Aumentada, definições e conceitos fundamentais, evolução tecnológica, identificação das tecnologias atuais e emergentes, as aplicações utilizadas da VR e AR na Educação, o potencial e desafios pedagógicos associados ao uso da VR e AR e por fim o enquadramento teórico da aprendizagem com tecnologias imersivas.

O terceiro capítulo prende-se com a metodologia do trabalho, especificamente o contexto da intervenção e a caracterização dos participantes, contexto educativo e estratégia metodológica. O capítulo posterior à metodologia corresponde à análise dos dados e apresentação dos resultados, nomeadamente os resultados da intervenção no contexto formal de sala de aula, observações em contextos informais de aprendizagem, análise reflexiva e avaliação dos impactos.

O penúltimo capítulo foi pensado para responder às questões ligadas aos resultados alcançados, estudos existentes e implicações pedagógicas práticas, enquanto que o sexto capítulo visa apresentar as conclusões do trabalho de projeto, especialmente no que concerne às limitações, perspetivas para investigação futura e contributos para a prática educativa. O trabalho de projeto termina com respeito às referências bibliográficas, que auxiliaram no aprofundamento e sustentação o que tinha sido estudado na Pós-Graduação em Transformação Digital no Ensino e Aprendizagem.

## Capítulo 2 – Revisão da literatura

### 2.1. Estado da arte da Realidade Virtual e Aumentada

Numa revisão da literatura sobre VR e AR, é altamente significativo verificar que estamos perante tecnologias em expansão (Rodrigues & Porto, 2013), no entanto, os estudos demonstram que há um longo caminho a percorrer para que possamos utilizar estas tecnologias na educação de uma forma integrada e que ajude os alunos a compreenderem conceitos complexos e abstratos. Em primeiro lugar, este caminho passa pelo rigor e uniformização do uso correto dos termos, uma vez que existem inúmeros artigos científicos que misturam conceitos e confundem não só investigadores, alunos e docentes, como também a sociedade. É, depois, urgente investir na formação inicial e contínua dos docentes (Martins & Guimarães, 2012; Vidotto et al., 2022), encontrar alternativas mais económicas, como aquela que foi apresentada na sede da UNESCO a 13 de fevereiro de 2018<sup>6</sup>. Recorrendo à construção de um gráfico (Gantt, 1910) adaptado à linguagem de programação Python<sup>7</sup>, em vez do tradicional Microsoft Project ou Excel, apresentamos os autores que mais têm contribuído na área da VR e AR, especificamente: Mark Bolas<sup>i</sup>, Oliver Bimber<sup>ii</sup>, Albert Rizzo<sup>iii</sup>, Olaf Blanke<sup>iv</sup>, Daniel Thalmann<sup>v</sup>, Mark Billinghurst<sup>vi</sup> e Giuseppe Riva<sup>vii</sup>.

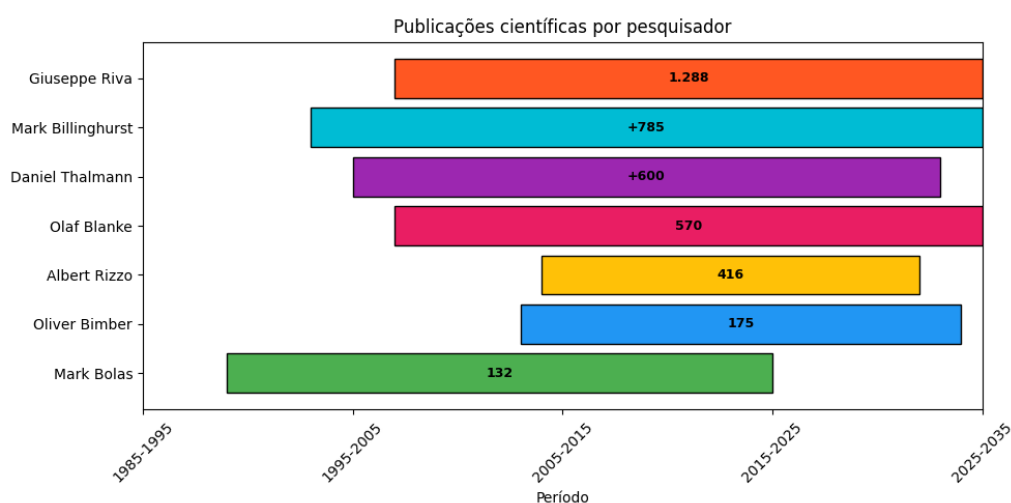


Figura 2.1 – Gráfico de Gantt aplicado e adaptado

Para além destes autores mais consistentes e ativos na área, há outros com publicações também rigorosas e que convergem no seguinte: A tecnologia VR e AR está em expansão, transforma o modo como interagimos com o computador (Dias de Sousa & Alturas, 2019; Vidotto et al., 2022) e o mundo real. A investigação com esta tecnologia está restrita a experiências de laboratório e responde às necessidades da aviação, automóvel, construção civil, entre outras (Amado, 2007; Zaru & Alamgeer, 2018). Esta revisão de literatura, de carácter mais holístico, teve como objetivo identificar o que já foi

<sup>6</sup> <https://www.unesco.org/pt/articles/realidade-virtual-nas-escolas>

<sup>7</sup> Disponível em: <https://github.com/monizflavio/iscte>

feito, o que falta fazer e o que a comunidade científica partilha em comum. Vejamos, agora, e porque a literatura é abrangente e extensa, os temas trabalhados neste trabalho de projeto, a saber: i) AR e aprendizagem de conceitos abstratos, ii) VR e motivação, iii) necessidades reais, iv) desafios técnicos e acessibilidade, v) avaliação das aprendizagens.

#### **i) AR e aprendizagem de conceitos abstratos**

Segundo Azuma, R. T. (1997), a AR necessita de objetos virtuais 3D, de modo a que estes se integrem num ambiente em tempo real. As informações transmitidas pelos objetos virtuais 3D permitem ao utilizador realizar tarefas que não são possíveis com os seus sentidos. Com efeito e segundo o autor, destacam-se seis classes ou categorias de aplicação da tecnologia, a primeira na área médica, permitindo aos médicos o treino de cirurgias, a recolha de dados 3D como a Imagem de Ressonância Magnética (IRM), Tomografia Computadorizada (TC), a segunda na fabricação e reparação, isto é, a montagem, manutenção ou reparação de máquinas complexas, como acontece com o programa de reinvestimento em tecnologia da Boeing<sup>8</sup> ou motores de automóveis, a terceira é na anotação e visualização, ou seja, anotar informações públicas ou privadas, como por exemplo uma base de dados pública ou uma parte de um modelo de automóvel, a quarta no planeamento do percurso de um robô, especialmente quando este está longe, a quinta é no entretenimento<sup>9</sup>, tendo como objetivo a redução de custos de produção e a última é na aviação militar, onde Head-Up Displays (HUDs) – ecrã frontal – Helmet-Mounted Sights (HMS) – miras montadas em capacetes – e Head-Mounted Display (HMD) – ecrã montado na cabeça – servem de complemento à visão do piloto no mundo real. A título de exemplo, temos o conhecido Compact HUD<sup>10</sup>, que combina o Sistema de Visão Aprimorada (EVS) e Sistema de Visão Sintética (SVS).

Num artigo publicado por Ding et al. (2023), sobre os dispositivos compactos, os autores reforçam o que temos vindo a defender, isto é, apesar da consideração no investimento que já foi feito na fabricação dos dispositivos de VR e AR, os autores são críticos no que respeita ao uso dos dispositivos compactos e o desempenho do sistema de visão do ser humano. Fazem um alerta para os principais concorrentes dos dispositivos compactos, especialmente para a Realidade Aumentada, a saber: os liquid-crystal-on-silicon (LCoS), a digital light processing (DLP), os organic light emitting diode (OLED), os micro-LED ( $\mu$ LED) e os laser beam scanning (LBS). Neste artigo, os autores identificam as tecnologias LCoS e DLD como ecrãs de demonstração de luz, exatamente o que nos diz Yin et al. (2022), mas contribuindo com um pequeno detalhe, o campo de visão (FOV), enquanto que as tecnologias OLED e  $\mu$ LED como ecrãs autoemissivos. Encontramos outra perspetiva sobre estes dispositivos e quem nos

---

<sup>8</sup> <https://www.boeing.com>

<sup>9</sup> <https://theparkplayground.com/pt-pt>

<sup>10</sup> <https://www.collinsaerospace.com/what-we-do/industries/business-aviation/flight-deck/head-up-display>

diz é Dudley, J. J., Yin, L., Garaj, V. & Kristensson, P. O. (2023), isto é, com o avanço tecnológico contínuo, prevê-se a redução de custos de fabricação e conseqüentemente ficará acessível para todos, mas até isto acontecer, importa sensibilizar a comunidade científica para as questões da acessibilidade imersiva ou imersão inclusiva. Isto é possível, desde que sejam adotadas estratégias de categorização nas capacidades centrais, ou seja, a percepção (inclui visão, audição e toque), cognição, comunicação e movimento (mobilidade no espaço, uso dos braços e mãos e movimento da cabeça e pescoço). Estas são as maiores lacunas encontradas e que se espera que o tal avanço tecnológico contínuo possa responder, caso contrário e nas palavras de Chalkiadakis, A. et al. (2024), continuaremos a enfrentar o elevado custo de aquisição dos equipamentos e a necessidade de capacitar alunos e docentes. Thangavel, S. (2025) vai mais longe que o autor citado anteriormente. Vai mais longe porque defende não só a limitação da aquisição destas tecnologias devido ao custo elevado, como também as restrições técnicas, éticas e a necessidade de uma estratégia entre docentes e decisores de políticas educativas, de modo a desenvolverem estruturas pedagógicas e a construção de programas de formação docente.

Para além dos desafios da acessibilidade, Villegas, O. V. V. & Sánchez, V. G. C. (2024) apresentam um livro extraordinário sobre os fundamentos e as aplicações da AR. Nas palavras dos autores, a AR permite simular cenários perigosos ou dispendiosos no mundo real. Defendem, também, a capacitação dos investigadores, alunos e até dos próprios programadores da tecnologia. Neste contexto, salientam o seguinte:

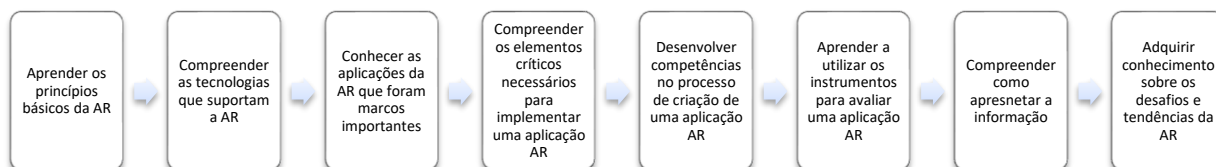


Figura 2.2 – Capacitação dos investigadores, alunos e programadores

A par da necessária capacitação, Zhang et al. (2022), vai mais longe quando nos diz que a maioria dos estudos sobre esta tecnologia está focada na sinergia entre a realidade virtual e física, mas os académicos esquecem-se do crescimento e desenvolvimento rápido da AR e VR em várias áreas (entretenimento, comunidades virtuais, saúde, desenho industrial, formação, entre outros) e o conceito de gémeo digital, constituindo uma extensão prática de ambas as tecnologias. Este conceito, apesar de ser mais utilizado nos sistemas da Internet das Coisas (IoT), foi defendida pela NASA<sup>11</sup> em 2020, referindo-se à simulação multifísica, multiescala e probabilística das coisas complexas no mundo real e no ambiente virtual. Na atualidade é possível visualizar a aplicação do termo em publicações

<sup>11</sup> <https://www.nasa.gov>

diversas, por exemplo, a Comissão Europeia (CE) publicou em julho um convite à apresentação de propostas da IA para o bem público<sup>12</sup> e na área da reconstrução diz-nos o seguinte:

“As autoridades municipais podem melhorar os esforços de reconstrução utilizando a IA. Este domínio prioritário desenvolverá um gémeo digital local baseado na IA para avaliar os danos, simular cenários de reconstrução, estimar os custos e acompanhar os progressos e os desvios (...)”

Na RAA, começa-se já a ouvir falar do conceito de gémeo digital. Recentemente foi apresentado uma comunicação na Conferência Internacional de Experimentação<sup>13</sup> (Expat 25) denominada “*Digital Twin Technologies for Smart and Sustainable Factories*”. Com base nesta comunicação ligada à viabilidade de fábricas inteligentes e sustentáveis, fundamenta ao que temos vindo a defender sobre a importância da capacitação e preparar os nossos alunos para outras formas de aprender e também outros métodos de trabalho, independentemente da área e atividade escolhida.

## ii) VR e motivação

Da panóplia de experiências capazes de impulsionar e interligar a VR e a motivação, destacamos as principais tipologias descritas na literatura, a saber: seguimento e movimento da cabeça, olhos e mãos, personalização, gamificação, capacitação docente, integração da IA.

Segundo Adhanom, I., MacNeilage, P. & Folmer, E. (2023), o princípio central da VR é o movimento da cabeça, olhos e mãos. O artigo foca-se nos sensores de seguimento ocular, acessíveis no visor montado na cabeça (HMD), que neste momento já conta com a terceira geração de visores, sendo expetável a aceleração da renderização e a redução da latência de ponta a ponta, de modo a que seja possível obter uma experiência VR mais confortável e imersiva. Como consequência da melhoria da renderização e da latência, os indivíduos com dificuldades motoras graves, por exemplo, poderiam melhorar o seu estilo de vida. Ao cruzar este desafio da melhoria da qualidade de vida das pessoas com as sete áreas indicadas pelo autor (Quadro n.º 3), adotamos uma posição crítica relativamente às questões do campo de visão (FOV), que continua a ser um desafio a resolver com maior brevidade possível. Este alerta, cuja resolução é possível, permitirá reduzir os episódios de enjoo decorrentes do uso excessivo da VR.

---

<sup>12</sup> <https://digital-strategy.ec.europa.eu/pt/funding/ai-public-good-submit-your-tender-new-societal-impact-projects>

<sup>13</sup> <https://expat.org.pt/expat25/programme>

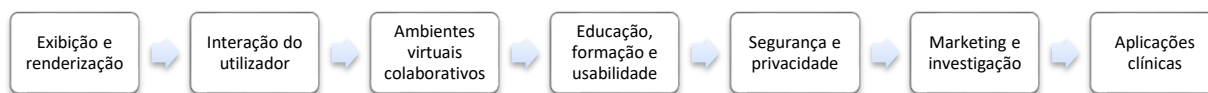


Figura 2.3 – Sete áreas de aplicação do seguimento ocular

Tendo em conta o problema acima descrito, há evidências que estamos num bom caminho. Quem o diz é Cruz-Neira, C., Sandin, D. & DeFanti, T. (1993), apresentando-nos o sistema de ambiente virtual automático (CAVE). Segundo os autores, este sistema permite reduzir os efeitos associados ao seguimento ocular e latência. Com efeito, a CAVE – também denominada por teatro virtual – pode ser uma solução de larga escala, ficando a faltar a adaptação para personalizar e responder aos estímulos e ações de cada indivíduo.

Considerando o principal princípio da VR (movimento da cabeça, olhos e mãos) e os contributos dos autores acima descritos, encontramos em Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J. & Wohlgenannt, I. (2020) um trabalho que não só responde ao principal princípio, mas também ao desafio da personalização. Enquanto os autores anteriores focavam as suas investigações no seguimento ocular, estes vão além, isto porque, trabalharam os ambientes (real e virtual), criaram um avatar (dando a conhecer o conceito de *allocentric observation*) do indivíduo, ou seja, personalizaram, incorporaram o uso das mãos e trabalharam o corpo. Tudo isto num ambiente seguro, sob a égide do projeto de pesquisa ViTras.

Numa revisão sistemática (pesquisa em 112 artigos) sobre a VR e gamificação na educação como fator de motivação na aprendizagem, realizada por Λαμπρόπουλος, Γ [Lambropoulos, G]. & Kinshuk, K. (2024), levantam questões que os autores anteriores não tinham abordado e que, para nós, fazem parte do princípio fundamental da VR: a pedagogia. Nas palavras dos autores, temos o seguinte:

“Como resultado, observa-se melhora nos resultados de aprendizagem, desempenho académico, motivação, envolvimento e aquisição de conhecimento, além de mudanças positivas em atitude, comportamento, mentalidade e desenvolvimento cognitivo, físico e socioemocional. Para projetar e desenvolver ambientes de aprendizagem mais eficazes que integrem gamificação e RV, é necessário seguir estratégias, princípios e métodos apropriados, considerar a alfabetização digital e capacidade docente de incorporar essas tecnologias, bem como levar em conta as características, interesses, conhecimentos e preferências individuais dos alunos.” (p. 78)

No *continuum* do rápido desenvolvimento de ambas as tecnologias, capazes de transformar diversas áreas, Trindade et al. (2023), categorizaram na sua revisão da literatura – dos 4278 artigos disponíveis selecionaram 171 – os serviços de consultadoria e engenharia, transporte rodoviário, ferroviário, aéreo e marítimo, maquinaria industrial, aeroespacial e defesa, cuidados de saúde,

produtos e instalações desportivas e lazer, serviços educativos e outras aplicações. Estas são as principais áreas e com a maturidade do hardware recorrem, como princípio motivacional, à Realidade Virtual.

Tendo em conta os contributos de Glover & Linowes (2019, p. 17), há vários tipos de experiência em Realidade Virtual:

**1. Diorama** – Simplesmente construímos uma cena em 3D e observamos na perspetiva de uma terceira pessoa. Os nossos olhos são a câmara e que oferece uma visão estereográfica.

**2. Experiência na primeira pessoa** – Estamos imersos na cena como um avatar em movimento. Podemos utilizar periféricos de entrada e explorar a cena de modo virtual.

**3. Ambiente virtual interativo** – Idêntica à experiência descrita anteriormente, mas com a particularidade de que estamos na cena, podendo interagir com os objetos.

**4. Criação de conteúdos 3D** – Há várias ferramentas e plataformas onde podemos criar conteúdos 3D, como por exemplo o Google Tilt Brush, Oculus Medium, Google Blocks, Unity, EditorXR, entre outros. O objetivo destas ferramentas e plataformas é criar projetos diretamente na cena da Realidade Virtual.

**5. Caminhar sobre carris** – Esta experiência visa, por exemplo, que o utilizador esteja sentado e a ser transportado pelo ambiente (andar na montanha russa). Outro exemplo, mas menos emotiva, é uma simples visita imobiliária ou uma experiência lenta, fácil e meditativa.

**6. Media a 360 graus** – Imaginando imagens panorâmicas obtidas com uma câmara GoPro e com asteroides, projetados no interior de uma esfera, o utilizador está posicionado no centro da esfera e pode olhar ao seu redor. O objetivo é proporcionar uma sensação eficaz de presença.

**7. RV Social** – Pretende-se que seja uma experiência social quando, por exemplo, vários utilizadores encontram-se no mesmo espaço e podem ver e falar com avatares.

De acordo com Zandi, S. & Luhab, G. (2024), caminhamos para a convergência de ambas as tecnologias com a inteligência artificial (IA) e a computação na nuvem. No nosso entender, a realidade aumentada, virtual, mista – como realidade estendida – a maturação do hardware e o rápido crescimento da IA, desafiam o desenvolvimento da literacia das sociedades. É por isso que alertamos para a capacitação do corpo docente, as competências dos alunos e a formação a toda a comunidade educativa. A propósito da capacitação do pessoal docente, relevamos dois importantes contributos. Um da UNESCO e o outro da Comissão Europeia.

Tendo em conta o relatório da UNESCO (2009) sobre os padrões de competência em TIC para docentes, podemos classificar as competências em três níveis, a saber:

- i. Alfabetização em tecnologia - Metas das políticas educativas, expectativas dos professores, mudanças no currículo e prática pedagógica, impacto social e tecnologias envolventes;

- ii. Aprofundamento do conhecimento - Para além das metas, expectativas, mudanças e práticas descritas acima, acrescenta-se os problemas específicos, estrutura da sala de aulas, recursos tecnológicos e desenvolvimento pessoal;
- iii. Criação do conhecimento - Capacidades do século XXI, isto é, a capacidade de os professores transformarem a escola e comunidades, recorrendo às TIC.

A Resolução do Conselho de Ministros n.º 20/2020<sup>14</sup> aprova o Plano de Ação para a Transição Digital e segue os princípios descritos em Lucas, M., & Moreira, A. (2018), isto é, o Quadro de Referência DigCompEdu.



Figura 2.4 – Quadro de Referência DigCompEdu (Lucas & Moreira, 2018, p.19)

A questão que se coloca aqui perante este quadro e que poderá servir de perguntas iniciais para uma possível investigação é a seguinte: O que está a ser feito nos Açores acerca dos padrões de competências em TIC? Em Portugal continental existe não só a capacitação docente como também laboratórios de educação digital (LED 1, 2 e 3). Que alinhamento está a ser feito nos Açores e quais os impactos? Foi realizada alguma avaliação interna e externa?

No que diz respeito ao contributo da Comissão Europeia, esta lançou<sup>15</sup> em fevereiro deste ano o Regulamento Inteligência Artificial e em abril o Plano de Ação para o Continente da IA. Podem e devem servir de base para a elaboração de projetos locais e desenvolvimento de competências, especialmente as digitais. A nível escolar, a Comissão Europeia, juntamente com a OCDE e com apoio da Code.org, elaborou, em maio, um rascunho para a capacitação dos alunos para a era da IA. Este

<sup>14</sup> <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/resolucao-conselho-ministros/30-2020-132133788>

<sup>15</sup> <https://digital-strategy.ec.europa.eu/pt/policies/ai-talent-skills-and-literacy>

documento, que estrutura a alfabetização em IA, apresenta-nos um Quadro AILit<sup>16</sup>, onde está definido a literacia em IA em quatro domínios:



Figura 2.5 – Quadro AILit (4 domínios)

Perante o exposto, entendemos que o grau de motivação do aluno para utilizar ambas as tecnologias, dependem da escolha do dispositivo, dos motivos pedagógicos e da integração, ou não, da gamificação e Inteligência Artificial. Para nós, o factor principal deverá de ser agregador e planificado com equipas multidisciplinares. Depois, de pouco vale existir excelência na tecnologia dos visores, da existência da gamificação, do tipo de experiência em realidade virtual, dos níveis de competências, quadros de referência, regulamentos para a IA e planos de ação para o Continente da IA, se existir pouca divulgação do que realmente se faz nas nossas escolas com a Realidade Virtual.

Tudo o que foi descrito acima é importante, sendo necessário criar estratégias para motivar os alunos, seja pela construção de narrativas ou histórias que possam integrar os ambientes imersivos e aqui reside o potencial da gamificação na educação, ao invés do aluno consumir conteúdos digitais ou simplesmente experimentar os óculos de Realidade Virtual.

### iii) Necessidades reais

Em modo de reflexão sobre a revisão da literatura da realidade aumentada e virtual e o contexto regional, alertamos para o possível aumento do fosso entre quem domina e quem não domina ambas as tecnologias, por um lado, e a capacitação da integração da IA nestas tecnologias, por outro. Isto porque, a realidade está na melhoria das aprendizagens essenciais dos alunos do ensino básico e secundário e numa análise profunda sobre a demografia<sup>17</sup> na RAA. Consideramos que são dois fatores

<sup>16</sup> <https://ailiteracyframework.org>

<sup>17</sup> Os Açores estão a perder cerca de 1000 alunos por ano

complexos e que merecem muito mais do que planos, programas, projetos e rankings. Para sustentar o que foi escrito, vejamos abaixo três gráficos (disponíveis em <https://github.com/monizflavio/iscte>) que servem, unicamente, como base de reflexão. A par destes gráficos, recorremos aos ensinamentos de Rousseau, J.-J. (2022 [1762]), Faure, E. (1972), Dale, R. (1981) e Delors, J. (1996). De forma crítica, os rankings vão ao encontro da estigmatização das escolas em contextos sociais desfavorecidos, contribuindo para os severos ciclos de exclusão e desigualdades. O que outrora pertencia à educação, nos dias de hoje pertence aos media<sup>18</sup>, através de estudos contratados com vários tipos de instituições e entidades. O mais interessante é que nenhum dos autores acima mencionados – ou outros de grande relevo na área da Educação – escreveu algo sobre o conceito de ranking, que no passado se chamava classificação, defendem, e bem, uma educação plena ou integral.

Assim, o argumento maior é que estamos perante um conceito utópico e as sociedades modernas querem transpor para a área da educação. É fundamental preservar a escola pública de qualidade, porque os alunos são mais do que classificações, técnicas, estudos e conhecimentos abstratos e porque as famílias, docentes, formadores e sociedade em geral, são mais do que números.

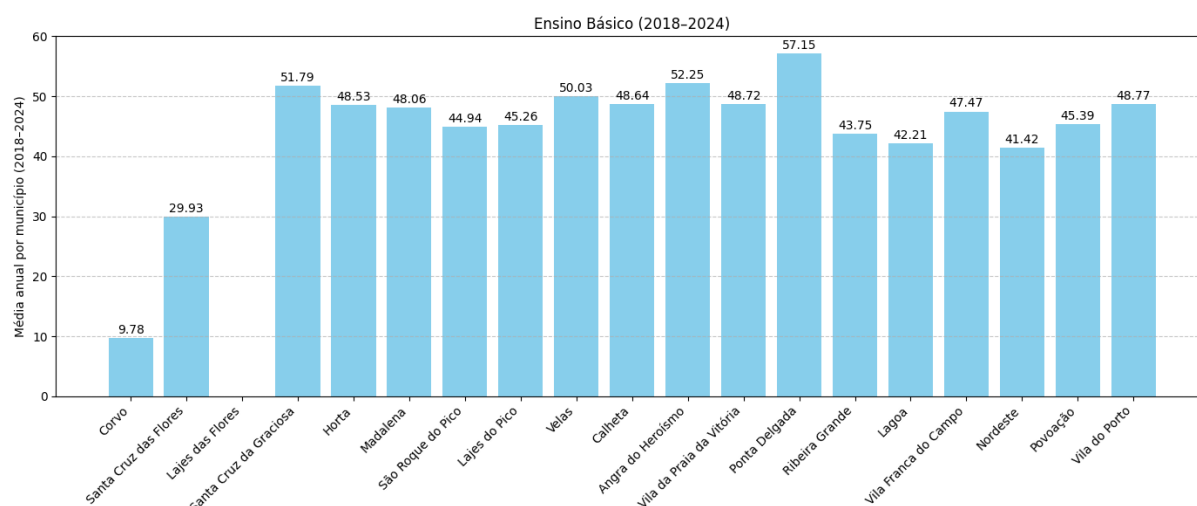


Figura 2.6 – Rankings do Ensino Básico

Neste gráfico sobre os rankings das escolas do Ensino Básico nos Açores, entre 2018 e 2024, não foram contabilizados o ano de 2020 e 2021, por motivos e efeitos da pandemia COVID-19. Os dados foram recolhidos do jornal Expresso<sup>19</sup> e aplicado a média aritmética simples com base na média anual de cada município (exceto Lajes das Flores por motivos de existência da única Unidade Orgânica na ilha e abrange Santa Cruz e Lajes). Os valores que constam em cada barra baseiam-se numa escala de 0 a 100 pontos.

<sup>18</sup> Caso o leitor queira aprofundar o tema, aconselha-se a leitura de Rieffel, R. (2003). Sociologia dos Media (J. Fidalgo & M. Pinto, coords.). Porto: Porto Editora.

<sup>19</sup> <https://expresso.pt/ranking-das-escolas>

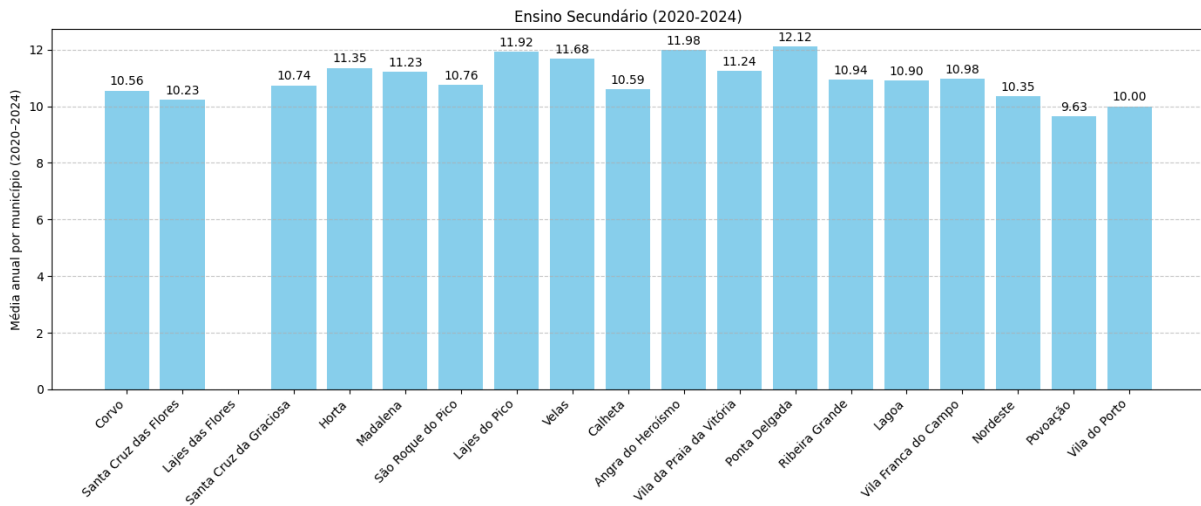


Figura 2.7 – Ranking do Ensino Secundário

Quanto ao gráfico dedicado aos rankings das escolas do Ensino Secundário nos Açores, foram recolhidos do jornal Público<sup>20</sup> e aplicado a mesma metodologia de cálculo e escala, com a particularidade de preservar o espaço temporal de 5 anos.

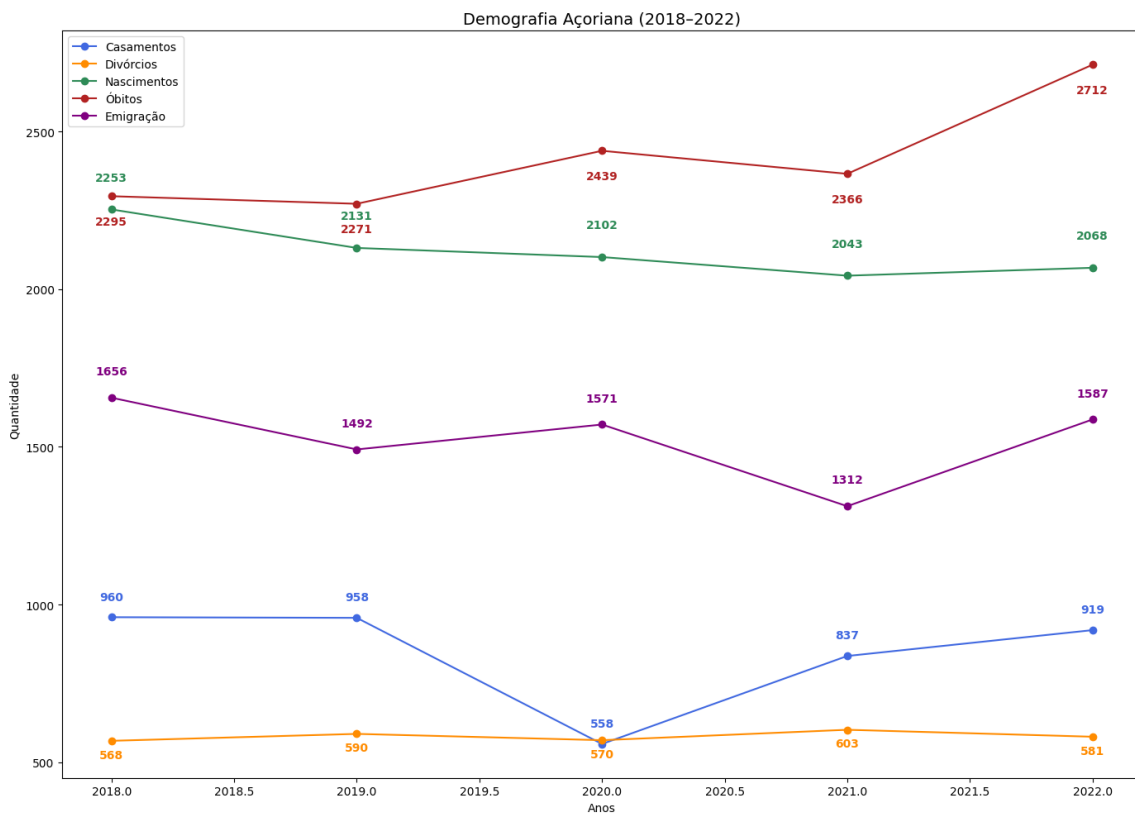


Figura 2.8 – Demografia Açoriana 2018 – 2022

No que diz respeito ao gráfico sobre a demografia Açoriana, foi tido em conta o mesmo espaço temporal – uma vez que não existem dados de 2023 e 2024 – recorrendo aos critérios dos

<sup>20</sup> <https://www.publico.pt/ranking-escolas/lugar-sua-escola>

nascimentos, óbitos, casamentos, divórcios e emigração. O critério da imigração foi excluído por inexistência de dados e o da emigração foi analisado, apenas, emigrantes com estatuto legal de residente. Os dados foram recolhidos do portal do Serviço Regional de Estatística dos Açores<sup>21</sup>.

#### **iv) Desafios técnicos e acessibilidade**

Há inúmeros desafios técnicos quanto ao uso e à aplicação da VR/AR, alguns já referidos, como por exemplo, o custo do hardware e o custo do conteúdo. Outros desafios não foram referidos, mas que serão um levantamento das tecnologias mais atuais e emergentes, para que sejam feitas boas escolhas e decisões. Os desafios técnicos não mencionados, dizem respeito ao conforto, ergonomia, qualidade visual e renderização mais realista. No que diz respeito à acessibilidade, é um ponto que merece a nossa especial atenção, isto porque, os sistemas hápticos são escassos, baseiam-se, essencialmente, em luvas, dispositivos de mãos e com vibração, no fundo são limitados e baseiam-se no rastreamento de mãos e interface de voz.

A limitação do hardware é muito defendida e criticada por Medium. (2025). A crítica do autor vai no sentido dos capacetes e os óculos VR/AR, pois estes possuem muitas restrições, especialmente na qualidade da visão, processamento gráfico, campo de visão e duração da bateria. Outro desafio técnico, e nas palavras de Doisz. (2025) é o desenvolvimento de conteúdos compatíveis com vários sistemas de ensino e aprendizagem, isto porque, para além do desenvolvimento de competências digitais, falta saber personalizar e garantir a interoperabilidade.

Quanto à acessibilidade, já aqui foi discutido o elevado custo dos dispositivos e isto leva-nos à conceptualização da acessibilidade económica. As questões das desigualdades de acesso merecem um estudo aprofundado, especialmente quando há experiências de ensino e aprendizagem. Outro tópico que merece a nossa atenção são as questões ligadas à acessibilidade de pessoas com necessidades especiais. Aqui a educação inclusiva necessita de ser mais ativa e menos burocrática. Manter a excelência na sinalização, mas também continuar o trabalho de modo a que os objetivos sejam atingidos.

Um dos principais desafios encontrados no terreno foi a falta de disponibilidade dos objetos de modo inclusivo, isto é, os kits para serem utilizados devem ser registados e o acesso aos recursos é muito fechado e pouco inclusivo. Perante este cenário, foi criado um manual<sup>22</sup> onde foi retirado muito “ruído”. Resolvido as questões expositivas dos códigos QR e a necessidade da ligação permanente à internet, os objetos de aprendizagem compatíveis com a VR e AR, foram divididos por temas, podendo ser utilizados com todo o seu potencial pedagógico e em qualquer disciplina.

---

<sup>21</sup> [https://srea.azores.gov.pt/Conteudos/Relatorios/lista\\_relatorios.aspx?idc=392&idsc=6453&lang\\_id=1](https://srea.azores.gov.pt/Conteudos/Relatorios/lista_relatorios.aspx?idc=392&idsc=6453&lang_id=1)

<sup>22</sup> Poderá ser fornecido mediante pedido ao autor



Figura 2.9 – Desafios técnicos e acessibilidade da VR/AR não inclusiva

Neste cenário, os alunos tinham que escolher o tema, colocar os óculos na cabeça, apontar para o objeto e aguardar pelo carregamento do tema, para depois explorar. O maior constrangimento foi a lentidão no carregamento dos temas, os alunos tinham que esperar uns pelos outros, pois havia grupos de trabalho que queriam explorar outros temas. Há aqui muita dependência tecnológica, isto é, computador principal ligado a um videoprojector, ligação à internet estável, ligação dos óculos à rede permanente.

## Células

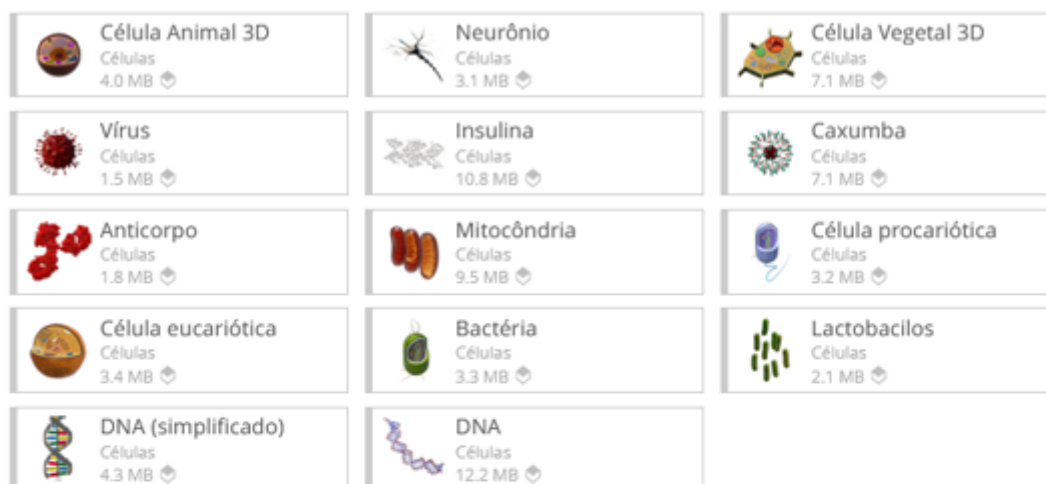


Figura 2.10 – Desafios técnicos e acessibilidade da VR/AR inclusiva

Neste cenário, o aluno pode escolher o tema no papel – podendo escolher vários temas – ligar os óculos com ligação à internet e apontar para o código QR. A partir daqui o aluno pode ficar offline, conseguindo trabalhar com todos os conteúdos pertencentes ao tema.

#### v) Avaliação das aprendizagens

Há uma lacuna encontrada na revisão da literatura sobre o uso de ambas as tecnologias na área da educação, isto é, a falta de registos e de reflexão sobre a avaliação das aprendizagens. Os estudos são raros e a publicação dos resultados são ainda mais raras. Porquê? Numa pesquisa com os termos

“Virtual Reality” and “Virtual” and “Reality” and “Augmented Reality” and “Augmented” no top 10 das universidades a nível mundial, descobrimos trabalhos e pesquisas avançadíssimas nas tecnologias, mas falta o mais importante. A avaliação. A avaliação do uso das tecnologias com os alunos. O foco é mais no desenvolvimento da própria tecnologia e os aspetos técnicos. Até aqui tudo bem – até porque foi feito um levantamento dos dispositivos mais bem posicionados no mercado do consumo e estão descritos no ponto 2.1.3. – e para termos uma ideia do que já foi desenvolvido, as preocupações ligadas às náuseas e fadiga ocular devido ao uso excessivo, estão praticamente sanadas, mas falta aplicar na sala de aula, no ambiente exterior à sala para aprender informalmente, regressar à sala de aula e trabalhar o que o aluno descobriu com a ajuda da VR/AR. Ambas as tecnologias possuem potencial para além da indústria dos videojogos, arquitetura, saúde, aviação, militar, design, marketing, entre outras tantas áreas registadas neste trabalho.

World Rank	Institution	Location	National Rank	Education Rank	Employability Rank	Faculty Rank	Research Rank	Score
1 Top 0.1%	Harvard University	USA	1	1	1	1	1	100
2 Top 0.1%	Massachusetts Institute of Technology	USA	2	4	12	2	11	96.8
3 Top 0.1%	Stanford University	USA	3	10	4	3	4	95.2
4 Top 0.1%	University of Cambridge	United Kingdom	1	2	26	4	14	94.1
5 Top 0.1%	University of Oxford	United Kingdom	2	7	28	9	6	93.3
6 Top 0.1%	Princeton University	USA	4	5	15	8	87	92.7
7 Top 0.1%	University of Pennsylvania	USA	5	16	7	29	12	92.1
8 Top 0.1%	Columbia University	USA	6	12	14	10	15	91.6
9 Top 0.1%	Yale University	USA	7	6	31	14	24	91.2
10 Top 0.1%	University of Chicago	USA	8	8	16	22	50	90.8

Figura 2.11 – Top 10 das Universidades no ranking mundial: julho de 2025

Como forma de reflexão para colmatar a lacuna da avaliação das aprendizagens com a AR/VR, aproveitamos a oportunidade para contribuir com o seguinte: Enquadramento histórico; Evolução dos conceitos de avaliação; Avaliação em Portugal; Modalidades de avaliação; Funções da avaliação; Modalidades específicas; Classificação; Intervenientes; Avaliação do futuro. Toda esta reflexão é sustentada nos ensinamentos de Bloom, B. S. et al. (1971), Cardinet, J. (1985), Guba, E. & Lincoln, Y. S. (1981), Perenoud, P. (1984), Scriven, M. (1967), Stufflebeam, D. L. (1985) e Tyler, R. W. (1949) e nos diversos atos legais sobre a avaliação em Portugal Continental.

### ✓ **Enquadramento histórico**

É a partir do século XIX que a avaliação surge como um instrumento de seleção, permitindo a organização escolar e que por sua vez tinha como função reguladora e de classificação. No século XX a avaliação passa a ter uma base psicológica – naturalmente que nos dias hoje levanta muitas questões éticas e até morais – com recurso a testes psicométricos de modo a diagnosticar o grau ou nível de inteligência e as aptidões. A partir da II Guerra Mundial entra a dimensão sociológica e a avaliação ganha relevo na área, isto porque, tinha como foco as desigualdades sociais e percursos escolares. No século XX a avaliação segue a perspetiva económica e aqui entra o fator da qualificação dos alunos e, naturalmente, o apoio no desenvolvimento económico. No século XXI a avaliação é influenciada pelas teorias da aprendizagem, com foco na competência, mas que, até ao momento, as práticas tradicionais baseadas na reprodução de informação, persistem.

### ✓ **Evolução dos conceitos de avaliação**

Tabela 2.1 – Evolução dos conceitos de avaliação

<b>Autores</b>	<b>Ano</b>	<b>Conceito-chave</b>
Tyler	1949	Avaliação como comparação entre objetivos e desempenho
Scriven	1967	Distinção entre avaliação formativa e sumativa
Bloom Hastings Madaus	1971	Tipos de avaliação: diagnóstica, formativa e certificativa
Perrenoud	1978 1982	A avaliação reproduz desigualdades sociais
Guba e Lincoln	1981	Avaliação = descrição + julgamento
Stufflebeam	1985	Modelo CIPP (Contexto, Input, Processo, Produto)
Natriello	1987	Modelo com 8 fases (certificação, seleção, orientação, etc.)
Cardinet	1985 1993	Avaliação para verificação de objetivos
Ketele	1993	

### ✓ **Avaliação em Portugal**

Foi através da Lei de Bases do Sistema Educativo (LBSE), em 1986, que foi introduzido a avaliação com princípios como a igualdade, sucesso, positividade e participação. De todos os instrumentos legais construídos e publicados, destacamos o Despacho Normativo n.º 98-A/92, de 20 de junho, como instrumento de reforço à função da avaliação formativa, interna, o papel dos alunos e encarregados de educação e a avaliação externa e sumativa. A partir da referida data e entre muitas designações que não constam no ciclo teórico da área da educação, a avaliação passa a ser subjetiva, envolvendo juízos de valor e não se resumem à medição.

### ✓ **Modalidades de avaliação**

Para clarificar alguns termos utilizados na modalidade de avaliação e porque alguns instrumentos de avaliação apresentam graves problemas na sua implementação, sejam instrumentos físicos ou digitais, importa clarificar que os objetos – no sentido mais amplo – são os alunos, docentes, programas, escolas, entre outros. Que existem domínios de aprendizagem, especificamente o cognitivo, afetivo e psicomotor – com mais ou menos evolução dos termos – e que o seu formato pode ser inicial, pontual, contínua, intercalar e final. Dentro das modalidades, podemos ter os níveis de explicitação, como a implícita, explícita e espontânea e que os critérios podem ser numa lógica normativa (comparação de grupo), criterial (comparação com objetivos) e individual (evolução pessoal).

### ✓ **Funções da avaliação**

Natriello, G. (1987), Emery et al. (1989) e Pacheco, J. A. (1994), foram os autores que mais contribuíram na definição das funções da avaliação. O primeiro contribuiu com a motivação, orientação, seleção e certificação, o segundo com as questões ligadas ao apoio ao aluno e docentes e o terceiro engrenou a dimensão pessoal, didática, curricular e educativa como funções básicas da avaliação.

### ✓ **Modalidades específicas**

Na literatura sobre as modalidades específicas da avaliação, os autores são unânimes de que a avaliação diagnóstica visa verificar os pré-requisitos e capacidades iniciais dos alunos, que a avaliação especializada é realizada por equipas multidisciplinares, a avaliação formativa pretende regular o processo de ensino e aprendizagem e não serve para classificar, a avaliação sumativa pretende fazer um juízo globalizante e pode ser usada para certificação e por último, a avaliação aferida é aquela que é externa, com provas padronizadas.

### ✓ **Classificação**

A classificação tem sido um campo de batalha, por vezes nem sempre saudável. Tem sido a função mais visível da avaliação – representados nos gráficos de barras 1 e 2 – apresentando-se como sendo simples, rápida, mas com capacidade de gerar competição, conflitos e motivação extrínseca. Por último, a atribuição por mérito relativo, nem sempre é justo.

### ✓ **Intervenientes**

Nas palavras de Freire, P. (1996), educar significa formar sujeitos capazes de construir sua própria autonomia, mas para que isto aconteça, a avaliação necessita de ser feita por docentes, alunos, encarregados de educação e técnicos especializados – infelizmente reduzido a psicólogos e/ou técnicos de educação especial – e que a autoavaliação e heteroavaliação são valorizadas como instrumentos pedagógicos.

### ✓ **Avaliação do futuro**

A avaliação do futuro – embora já haja boas práticas – chama para a diversificação de instrumentos de avaliação, como por exemplo, os portfólios, ensaios ou provas orais. Desperta para a avaliação holística e aqui inclui as atitudes, comportamentos, valores e metacognição, a referência ao critério e ao aluno, com instrumentos válidos e fiáveis. Tudo isto, com a devida importância da reflexão dos docentes sobre as práticas avaliativas.

### ✓ **Atos legais sobre a avaliação (Portugal Continental de 2015 a 2025)**

Tabela 2.2 – Atos legais sobre a avaliação das aprendizagens em Portugal Continental

Data	Ato Legal	Descrição
15/03/2015	Despacho Normativo n.º 10-A/2015	Define as regras de avaliação no ensino básico e secundário.
02/08/2016	Portaria n.º 199/2016	Regulamenta os procedimentos de avaliação externa.
14/07/2017	Despacho Normativo n.º 14-A/2017	Atualiza as normas de avaliação formativa e sumativa.
03/09/2018	Despacho Normativo n.º 15-A/2018	Introduz ajustes na avaliação por competências.
22/07/2019	Despacho Normativo n.º 16-A/2019	Define critérios de promoção e retenção.
01/10/2020	Despacho Normativo n.º 22-A/2020	Adaptações devido à COVID-19 na avaliação.
06/07/2021	Despacho Normativo n.º 18-A/2021	Regulamenta a avaliação em contexto de ensino híbrido.
05/09/2022	Despacho Normativo n.º 20-A/2022	Revisão dos instrumentos de avaliação externa.
11/08/2023	Despacho Normativo n.º 17-A/2023	Atualização das provas de aferição e exames nacionais.
20/06/2024	Despacho Normativo n.º 19-A/2024	Introdução de novos indicadores de avaliação formativa.
15/03/2025	Despacho Normativo n.º 12-A/2025	Medidas de flexibilização da avaliação no 2.º e 3.º ciclos.

#### **2.1.1. Definições e conceitos fundamentais**

A revisão da literatura permitiu-nos detetar algumas lacunas não somente quanto à definição das tecnologias, como também às suas próprias aplicações. Descobrimos em Ramos et al. (2023), que a VR e AR e a Realidade Mista (MR), englobam a Realidade Estendida (XR). Numa possível representação gráfica sobre os conceitos, ilustramos a mesma do modo seguinte:

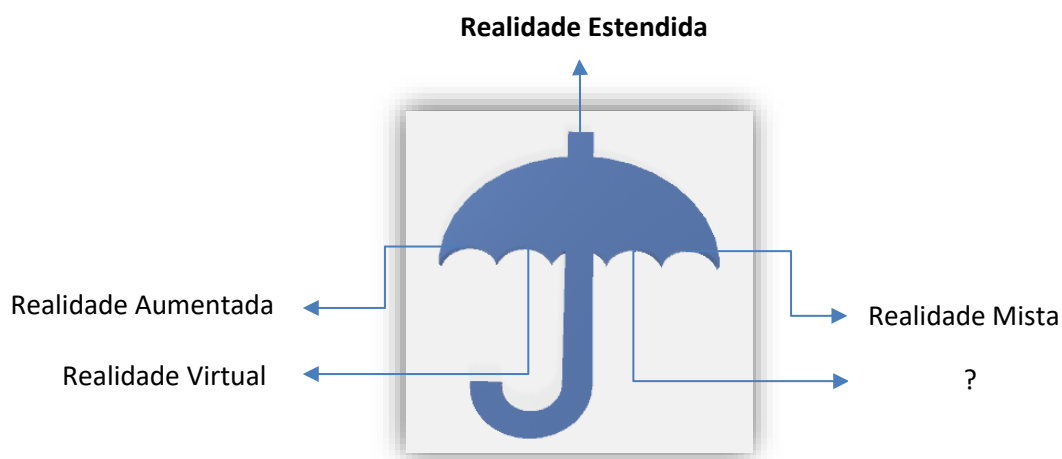


Figura 2.12 – Tecnologias que englobam a realidade estendida

Para fundamentar a nossa ilustração, descobrimos em IEEE. (2023) e também em Carr, C. N., de Sá Santos, A. J., & Carr, R. F. (2023) e Dameruppula, S. (2025), que as perspectivas destas tecnologias estão na convergência entre a VR e a AR, criando, desta forma, os designados sistemas de Realidade Mista. Com efeito, fica claro o uso destas tecnologias e a proximidade do conceito mais robusto, a Realidade Estendida, capaz de agregar estas e outras futuras tecnologias, no entanto, os autores fazem um alerta, devemos ter em conta às questões relacionadas com a ética, moral e privacidade.

Tendo em conta a ilustração do chapéu de chuva – originalmente cunhado por Rauschnabel et al. (2022) – o ponto de interrogação leva-nos para o *continuum* da virtualidade. Este termo não é novo, foi apresentado por Milgram, P., & Kishino, F. (1994) e sustenta a continuidade da tecnologia imersiva. Com efeito, como evidência desta continuidade, um relatório publicado pela PwC<sup>23</sup>, em 2016, diz-nos que a VR e a AR irá continuar a crescer, juntamente com a Inteligência Artificial, Blockchain e IoT.

Vejamos, agora, uma tabela síntese das definições mais utilizadas na literatura, como forma de esclarecer o leitor.

Tabela 2.3 – Definições da realidade virtual e aumentada

<b>Tecnologia</b>	<b>Ano</b>	<b>Autor(es)</b>	<b>Definição</b>
<b>AR</b>	1997	Azuma, R. T.	A Realidade Aumentada (AR) é uma variação dos Ambientes Virtuais (VE), ou Realidade Virtual (RV).  Sistema que possui três características, i) combina o real com o virtual, ii) interatividade em tempo real e iii) registado em 3D.
<b>VR</b>	1998	Netto et al.	Ambiente simulado gerado por computador, caracterizado por controlos tridimensionais altamente interativos que permitem ao utilizador manipular e examinar dados em tempo real.
<b>VR</b>	2013	Rodrigues & Porto	O conceito de RV engloba noções fundamentais como interação, imersão e envolvimento.
<b>AR</b>	2018	Bonetti & et al.	Combina informação digital gerada por computador com o mundo físico na perspetiva do utilizador, de modo que ambos aparecem como um único ambiente
<b>AR</b>	2019	Krüger et al.	Concentra-se na contextualidade, interatividade e espacialidade para a aprendizagem e interação com o mundo real.
<b>VR</b>	2020	Hussain & Alenezi	Imerge os utilizadores em realidades totalmente sintéticas, simuladas por computador.
<b>AR</b>	2020	Hussain & Alenezi	Aumenta o mundo real através da sobreposição de elementos virtuais, permitindo a interação simultânea com ambos.
<b>AR</b>	2020	Muñoz-Saavedra et al.	Técnica para mostrar informação extra sobre o mundo real.

<sup>23</sup> PwC. (2016). The Essential Eight technologies: What you need to know. PwC. Disponível em: <https://www.pwc.com.au/digitalpulse/the-essential-eight-technologies-what-you-need-to-know.html>

AR	2021	Rufino & Silva	Complementa o mundo real através da inserção de elementos digitais, como imagens 3D, vídeos, sons ou animações, melhorando assim a experiência do utilizador.
VR	2023	Dudley et al.	Ambiente simulado no qual as capacidades e a percepção do utilizador podem ser ampliadas.
VR	2023	Reddy, G. S. R.	Prioriza a imersão e a sensação de presença através do realismo e de um rastreamento preciso de movimentos.
AR	2024	Villegas et al.	Ação de combinar o mundo real e virtual em tempo real.
VR	2024	Lambropoulos & Kinshuk	Imersão dos utilizadores em ambientes e experiências reais ou virtuais.  Caraterizada pelos elementos de interação, imersão, imediatismo, envolvimento e presença.
VR	2024	Gomes, J. de S.	Criação de ambientes virtuais completos.
AR	2024		Enriquece o mundo real ao sobrepor elementos digitais, oferecendo visualizações práticas.
VR	2024	Neves, P.	Cria um ambiente digital completamente separado do mundo físico, onde o utilizador é imerso, através de dispositivos como óculos VR, numa realidade fabricada digitalmente.
AR	2024		Mistura o ambiente físico real com elementos digitais. Através de um dispositivo como um smartphone, tablet ou óculos de AR, o utilizador pode ver o mundo ao seu redor com sobreposições de informações, gráficos ou animações que interagem com o espaço físico.
VR	2025	Mariana M.	Induzir um sentido de presença, fazendo com que o utilizador se sinta "dentro" do mundo virtual.
VR	s.d	Antón-Sancho et al. (citado em Castelhana et al.)	Consiste no recurso a meios tecnológicos para proporcionar uma interação sensorial num ambiente virtual.

### 2.1.2. Evolução tecnológica

Foi através da segunda revolução industrial que o homem começou a inovar em várias indústrias. A partir do momento em que a indústria elétrica e eletrónica entra no nosso quotidiano, começa a motivação na interação homem-máquina e a partir de 1929 que as tecnologias aqui trabalhadas começaram a dar provas de utilidade, especialmente na área da saúde e da aviação, no entanto, os desafios continuam os mesmos, principalmente na utilização destas tecnologias na educação, não como mais uma inovação tecnológica e pedagógica, mas como meios de transformação digital no ensino e aprendizagem de modo a preparar jovens em adultos capazes de simularem virtualmente realidades complexas do mundo real e reduzir danos colaterais. Retomando novamente ao *continuum* de Milgram (1994), este necessita de ser preservado. O cuidado na utilização da realidade imersiva e não imersiva necessita de fazer parte do dia a dia do aluno e do docente. A relação homem-máquina,

através da interatividade reativa, coativa ou proactiva necessita de ser constantemente aprimorada, seja ela baixa, média ou elevada e independentemente do tipo. Perante o exposto, registamos a evolução tecnológica de ambas as tecnologias em linhas de tempo.

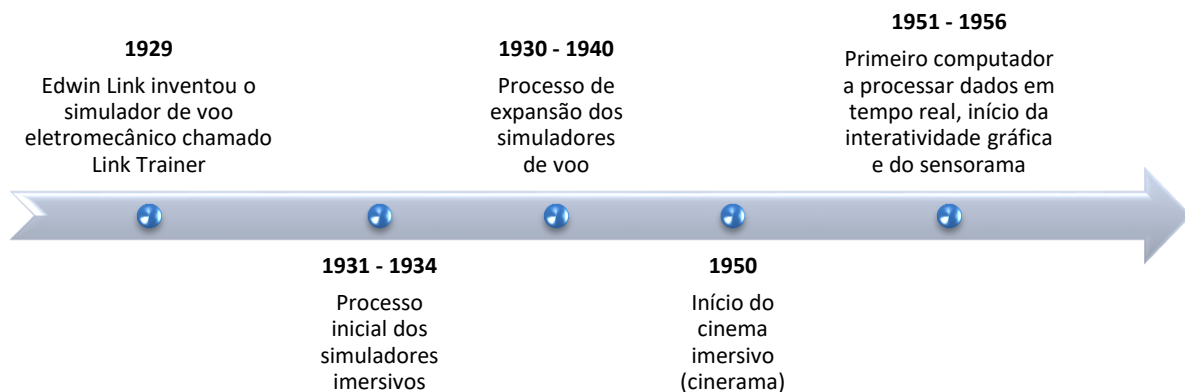


Figura 2.13 – Evolução tecnológica de 1929 a 1956

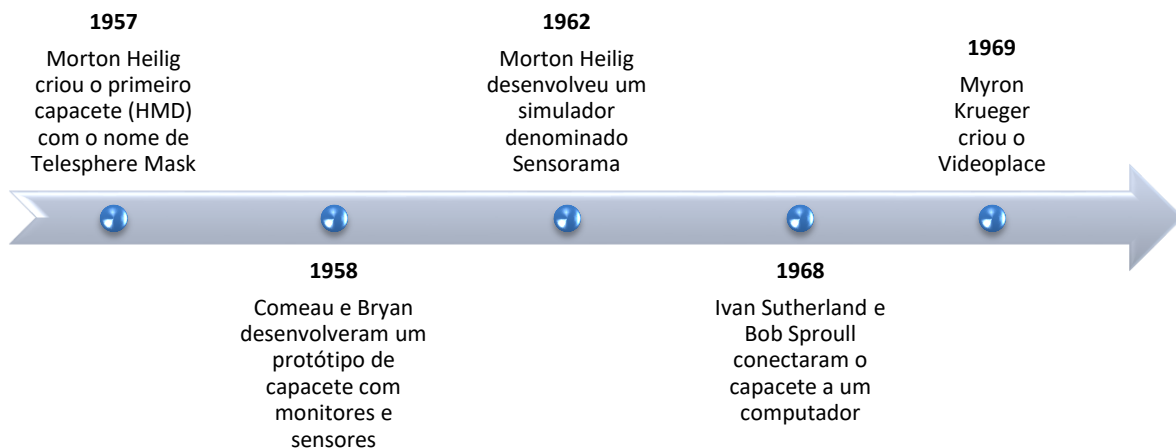


Figura 2.14 – Evolução tecnológica de 1957 a 1969

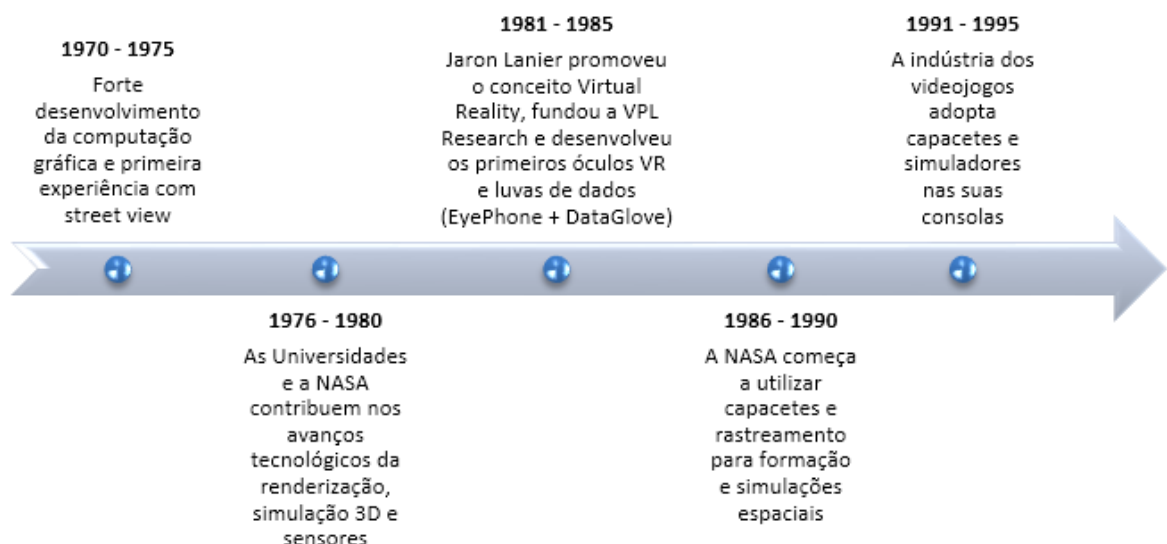


Figura 2.15 – Evolução tecnológica de 1970 a 1995

Tendo em conta as linhas de tempo acima apresentadas, o que começou com um simulador de voo (1929), passando por capacetes e simuladores móveis (1995), a VR e AR emancipou-se na área da

educação, aviação, entretenimento, saúde e marketing. A partir do ano 2000 e com a entrada dos smartphones (2007) no mercado, a VR ficou mais acessível, sendo que foi a partir desta época que o conceito da hiper-realidade começou a ser uma realidade.

De todos os avanços tecnológicos no novo milênio, o ano de 2012 foi o que mais revolucionou a forma como lidamos com ambas as tecnologias, tendo o projeto Palmer Luckey<sup>24</sup> contribuído para o defendido *continuum* da VR e viragem da intensa fase de experimentação, onde foram feitos avanços tecnológicos, mas também houve declínio em alguns dispositivos. A partir daqui o ano de 2014 foi marcado com a compra da Oculus pela maior rede social do mundo, o Facebook (plataforma integrada na Meta). O ano de 2016 foi o *boom* para a comercialização de vários dispositivos de VR – descritos nos pontos 2.1. e 2.2. – enquanto que a partir de 2020 a Realidade Mista ganha força. Nos dias de hoje e com a computação quântica em expansão, estes dispositivos para além das melhorias físicas (mais leves e sem fios) possuem capacidade de se ligarem à internet de alta velocidade e consequentemente integrarão a IA. Perante o exposto, tomemos como referência a reflexão de Muñoz-Saavedra et al. (2020).

*“(...) thanks to the evolution of cloud technologies, it is very possible that the tendency will change in the coming years. We can infer that the interest slope observed in these technologies can change but will need the help of new technologies, such as 5G, which will make possible lighter and smarter devices, or AR cloud, which can help to compute the most complex information (...)”* (p. 15)

### **2.1.3. Tecnologias atuais e emergentes**

No ponto anterior vimos que o aparecimento de virtualidade foi algo conseguido ao longo do tempo e que nos dias de hoje é algo natural. As tecnologias atuais são fisicamente mais leves e ligadas à internet sem fios. São estas as principais características que estão a definir o caminho da VR e da AR, sendo que a acessibilidade e a portabilidade estão a dignificar a Realidade Mista.

A área de estudo sobre as tecnologias atuais e emergentes é vasta, pelo que iremos categorizar apenas os dispositivos de VR e AR, plataformas e ferramentas de desenvolvimento, áreas de inovação e entidades com fortes investimentos na área.

#### **1. Dispositivos de Realidade Virtual**

Neste ponto, sintetizamos os dispositivos de Realidade Virtual que estão, atualmente, disponíveis para todos e com potencial educativo. O Meta Quest Pro é, atualmente, líder no mercado. O Apple Vision Pro foi desenhado para ter melhor experiência no entretenimento. O Pico 4 Enterprise é o principal rival do Meta Quest Pro. O HTC Vive XR Elite pretende combater o Meta Quest Pro. O Sony PlayStation

---

<sup>24</sup> <https://palmerluckey.com>

VR2 aposta forte no feedback háptico (tátil). O Valve Index apresenta a melhor taxa de atualização, FOV e prima pela qualidade no áudio.

## **2. Dispositivos de Realidade Aumentada**

No que diz respeito aos dispositivos de Realidade Aumentada, temos o Microsoft HoloLens 2 criado para as áreas industriais, médicas, formação e protótipos. O Magic Leap 2 possui um fov mais amplo que os seus concorrentes. O Vuzix (Ultra, Shield, M4000) criado para a logística, manutenção e assistência remota. O Lenovo ThinkReality A3 que permite a utilização de vários ecrãs virtuais. O Google Glass Enterprise Edition 2 recriado para a área da logística. O Nreal/Xreal (Light, Air) focado nos ecrãs virtuais portáteis. O TCL RayNeo ambiciona oferecer AR colorida nas óticas.

As tecnologias AR têm sido utilizadas na área da saúde, seja nos procedimentos cirúrgicos complexos ou na formação médica, através de simulações. Isto acontece porque o desafio do hardware – pesado e com muitos fios – foi ultrapassado e que agora e também nos próximos anos, haverá uma forte aposta na integração de software e validação clínica. Por isso, é necessário desde cedo ensinar os nossos jovens a utilizarem estas tecnologias, para que possam usar com rigor e ética.

Tendo em conta a bibliografia partilhada neste trabalho de projeto e o acompanhamento dos dispositivos disponíveis, atualmente emerge os óculos da Meta AI Ray-Ban – Gen2<sup>25</sup> podendo, ou não, incluir pulseiras neurais convencionais e a tendência, especialmente quando a computação quântica estiver no seu mais alto nível de desempenho, será a integração da IA e desenvolvimento de linguagens próprias entre máquinas, como já acontece numa fase inicial da GibberLink (comunicação via sinais ondas rádio entre sistemas IA em modo Gibberish) e que a inteligência humana necessita, desde já, treinar e educar estes sistemas.

Perante o exposto, continuamos a defender não só a capacitação docente, como também o uso eficaz e com significado destes dispositivos nas nossas escolas, de modo a preparar futuros profissionais especializados nas mais diversas áreas.

## **3. Plataformas e ferramentas de desenvolvimento**

Há inúmeras plataformas e ferramentas de desenvolvimento na área da VR e AR e que podem ser utilizadas em contexto de sala de aula. Destacamos aquelas que, atualmente, possuem um desempenho de excelência, especificamente, a Unity que permite criar simuladores VR/AR, a Unreal Engine 5 que visa criar projetos realistas, a OpenXR e possibilita a criação de aplicações compatíveis para vários dispositivos, a WebXR e a 8thWall que permitem desenvolver experiências através do browser.

## **4. Áreas de inovação e entidades**

---

<sup>25</sup> <https://www.meta.com/ai-glasses>

As principais áreas de inovação são as do entretenimento, mercado do consumo, marketing, arquitetura, aviação, militar e saúde. No que diz respeito às entidades, destacamos as seguintes: Meta, Roto, Rokid, Rivet e Voxon Photonics. Esta última merece a nossa atenção porque estão a apostar em hologramas, permitindo, desta forma, recorrer à VR/AR para aprender com significado, sem a necessidade de utilizar qualquer um dos dispositivos VR/AR acima indicados (1 e 2). Estas áreas de inovação e entidades, permite-nos refletir acerca dos caminhos que estão a ser trilhados no mercado de trabalho. Com efeito, cabe à Educação analisar todo o seu potencial e limitações, de modo a preparar jovens adultos para um mundo do trabalho diferente do que existe nos dias de hoje.

## **2.2. Aplicações da Realidade Virtual e Aumentada na Educação**

Neste subcapítulo, abordaremos aplicações práticas, modelos e teorias, plataformas e ferramentas, bem como taxonomias e categorizações da realidade virtual e aumentada na Educação.

Aplicações práticas – Há um manual com vários capítulos sobre a introdução à realidade virtual e aumenta que merece ser referenciado neste trabalho de projeto. Falamos do manual de Tori, R. & Hounsell, M. S. (2020). Ao contrário de outros manuais sobre o tema, os autores possuem uma perspetiva diferente dessas tecnologias na educação. No fundo, defendem que estas tecnologias podem ajudar a educação, sendo capazes de reduzir a probabilidade de abandono escolar e a taxa de retenção de alunos. Para nós, esta perspetiva merece uma investigação longitudinal, mas com a particularidade de se afastar da redundância das investigações sobre o insucesso e o abandono escolar. Fica aqui registado o desafio para futuras investigações, pois o que está em causa é se estas tecnologias podem, ou não, ajudar os alunos a não abandonarem os estudos e a reduzir a taxa de retenção.

Modelos e teorias – Dos inúmeros artigos existentes sobre ambas as tecnologias na educação, há, para nós, um artigo que responde, em parte, as nossas questões apresentadas no início deste trabalho e para discussão, no final. Trata-se do artigo de Al-Ansi, A. M. et al. (2023), os autores analisaram 1563 artigos e concluíram, numa primeira instância, que ambas as tecnologias na educação tiveram um aumento exponencial nos últimos anos, especialmente nos dispositivos vestíveis, enquanto que numa segunda instância encontraram lacunas na implementação, personalização e aconselham acompanhamento por parte dos investigadores. Entre 2011 e 2022, os autores analisaram as principais fontes de ambas as tecnologias na educação. Concluíram que os trabalhos foram publicados em séries de atas e livros académicos (5), atas de conferências e workshops (8) e revistas científicas (7). As palavras mais utilizadas foram: “realidade aumentada” (684), “realidade virtual” (557), “virtual” (617) e “aumentada” (436). Os trabalhos abordavam a realidade estendida na educação em gestão (estudo de caso), VR e AR na aprendizagem social (revisão da literatura), VR, AR e realidade mista na educação (revisão da literatura, estudo exploratório e inquérito), integração da VR e AR na gestão da construção (modelo físico), aplicações da realidade virtual e aumentada (inquérito), realidade estendida na

educação (análise bibliométrica), concepção de arquitetura baseada em componentes AR e VR (modelo de arquitetura), configuração de ambiente de aprendizagem em AR e VR (modelo de desenho), realidade virtual e aumentada (estudo descritivo e casos práticos), leitura rápida da VR e AR (inquérito), aprendizagem através da VR e AR (várias experiências) e aprendizagem imersiva (edição especial). As áreas com maior destaque são: os ambientes de aprendizagem (871), as infraestruturas (788), tecnologias de VR (674), os temas de apoio à engenharia de construção (535), as avaliações (450), o ensino superior e integração das TIC (310). Por fim, analisaram os temas emergentes e menos explorados: os docentes e alunos (116), os dispositivos montados na cabeça (116) e a realidade aumentada (119).

Autores como El Hajji, M. et al. (2025), Torsten Fell. (2024) e Danhoff, C. (2021), respondem à outra parte das nossas questões, isto é, que as tecnologias descritas no ponto 2.1. são muito dispendiosas e que a qualidade de imagem nos ecrãs aumenta o nível de imersão – a baixa é classificada como sendo LiVR e a alta HiVR – algo que não acontece quando recorremos a dispositivos móveis, Google Cardboard e ao Merge Cube, mas que são de baixo custo, logo mais acessíveis. Depois, conseguem responder a uma das nossas preocupações práticas, ou seja, os efeitos secundários aquando o uso prolongado dos dispositivos e a necessidade de reduzir a carga cognitiva, para uma aprendizagem mais eficiente e segura. Os autores alertam para possíveis enjoos (náuseas, tontura e fadiga ocular) e para mitigar a situação, aconselham sessões não superiores a 20 minutos, visualização de algo acima dos 90 *frames* por segundo e experiências de pré-treino antes da atividade principal. Aconselham, também, que a aplicação da AR e VR na educação carece da formação contínua dos docentes, um bom desenho de instrução, a utilização do Modelo Cognitivo Afetivo de Aprendizagem Imersiva (CAMIL) e citam Makransky & Petersen (2021). Indicam que ambas as tecnologias são eficazes nas áreas de STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática), uma vez que, pedagogicamente, aumenta o envolvimento dos alunos, melhora a retenção do conhecimento, promove o pensamento crítico e ajuda a desenvolver competências práticas.

Segundo os autores, a aplicação da AR na educação torna a aprendizagem mais contextualizada e acessível e o recurso a ferramentas e plataformas imersivas permitem experiências personalizadas. Na área da VR Liu, C. et al. (2025), diz-nos que o seu uso melhora a concentração e, como foi dito acima, melhora a retenção do conhecimento.

Plataformas e ferramentas – Perante o exposto, podemos concluir que as aplicações das tecnologias na educação seguem um certo padrão: experiências personalizadas (Merge Edu; CoSpaces Edu; Assemblr Edu), recursos de baixo custo (Dispositivos móveis; Merge Cube; Google Cardboard; Marcadores AR feitos com cartolina), plataformas (Google Expeditions; JigSpace; iNaturalist; Unity; ARkit; ARCode; Quiver Vision; Anatomy 4D; CleverBooks; Narrator AR), disciplinas específicas (Ciências;

Matemática; TIC; História; Alfabetização; Biologia; Ensino STEM; Artes Visuais; Educação para a Saúde; Geografia; Estudos ambientais; Escrita criativa; Espaço; Mecânica; Arquitetura).

Aprofundando mais sobre o assunto de modo a obtermos mais exemplos práticos, realizamos uma tabela síntese sobre as principais áreas de aplicação das tecnologias na educação.

Tabela 2.4 – Principais áreas de aplicação da VR/AR na educação

Área	Tecnologia	Cenário	Desafios pedagógicas	Autor(es)
<b>Formação inicial e contínua</b>	VR	Treinar futuros médicos cirurgiões	- Prática segura - Repetição ilimitada	Zhao, G. et al. (2021) Pottle, J. (2019)
<b>Formação científica</b>	AR	Visualização de estruturas moleculares	- Transforma conceitos abstratos visuais e interativos - Aumenta a compreensão espacial	Akçar, M., & Akçayr, G. (2017) Chen, P. et al. (2020)
<b>Formação técnica</b>	AR	Instruções passo a passo sobreposto a algo	- Apoio em tempo real - Redução de erros - Aprender na prática	Syberfeldt, A. et al. (2015) Bacca, J. et al. (2014)
<b>Capacidades socioemocionais</b>	VR	Simulações de modo a experimentar diferentes perspectivas	- Estimular a empatia - Estimular a inteligência emocional - Estimular capacidades de comunicação	Shin, D. (2018) Herrera, F. et al. (2018)
<b>Aprendizagem experimental</b>	VR	Visitas virtuais (histórico ou geográficos)	- Experiências imersivas impossíveis de serem feitas na realidade - Aumento do desenvolvimento	Tussyadiah, I.P. et al. (2018) Kavanagh, S. et al. (2017)

Taxonomias e categorizações – Neste trabalho de projeto foi abordado algumas taxonomias e alguns modelos de ensino e aprendizagem, todas elas com potencial pedagógico. O desafio maior está na escolha de taxonomias específicas para AR/VR na educação e o que a bibliografia nos diz, especialmente nos artigos científicos das 10 primeiras universidades a nível mundial, existe a taxonomia de Vergara, taxonomia de Hugues, taxonomia de Milgram, taxonomia de Mann e Furness, taxonomia de Ryo Suzuki e a taxonomia de Motejlek e Alpay. Cabe ao docente analisar e aplicar a taxonomia que melhor responde ao seu contexto.

Na continuação da busca de respostas para este ponto (2.2.), encontramos um estudo (transformado em manual), realizado em 2024, sobre a aplicação da Realidade Virtual na educação no âmbito do projeto Erasmus+ REVEALING (Realisation of Virtual Reality Learning Environments for Higher Education), editado em cinco países (Alemanha, Chipre, Grécia, Polónia e Portugal), dedicado a instrutores e educadores de Instituições de Ensino Superior (IES). O manual, para além dos resultados

entre a pesquisa sobre a Realidade Virtual, ferramentas (VRChat, modelos 3D AARV e HMDs) e os aspetos técnicos e pedagógicos, apresenta-nos a essência dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA), mas em Realidade Virtual.

No nosso entender, a designação utilizada no manual, isto é, Ambientes Virtuais de Aprendizagem em Realidade Virtual (AARV) deveria ser apresentada com mais cuidado, isto porque, no ecossistema de ensino e aprendizagem online o conceito de AVA está muito bem definido e para sustentar esta afirmação, recorreremos a Barbosa, R.M. (2005), Carvalho, A. A. (2007) e mais recentemente a Machado, P. S. R. (2019), Maquiné, G. O. (2020), Meyer, A. I. da S. (2022) e De Queiroz, O. B. et al. (2025), quando nos dizem que os AVA é o conjunto de alunos, professores, tutores, ferramentas (apenas o essencial), plataformas e conteúdos de qualidade. A presença humana no espaço virtual é fundamental e há que criar situações análogas às reais. Os AVA possuem uma característica muito específica, permitem uma altíssima participação através da colaboração e cooperação em virtude da construção do conhecimento coletivo.

Por isso e para que os caminhos da VR e AR estejam em sintonia na área da educação, sugerimos a abreviatura AVARV para a designação Ambientes Virtuais de Aprendizagem em Realidade Virtual e manter a AARV para os Ambientes de Aprendizagem em Realidade Virtual.

As experiências registadas no manual dão-nos abertura para o que temos vindo a defender sobre a capacitação do pessoal docente, especialmente no aprofundamento do conhecimento na área da VR e AR. Com efeito, apresentamos as três principais plataformas e ferramentas dedicadas ao pessoal docente que queira utilizar nas escolas da Região Autónoma dos Açores.

Tabela 2.5 – Plataformas utilizadas no projeto Erasmus+ REVEALING

Nome	Potencial educativo	Limitações
VRCHAT	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Criar ou explorar mundos virtuais</li> <li>• Criar avatares 3D</li> <li>• Compatível com vários dispositivos (HTC Vive, Vive Cosmos e Pro, Valve Index, Meta Quest 1, 2 e 3, Quest Pro e Pico 4)</li> <li>• Foram criados 5 AARV Ancient Greek Technology<sup>viii</sup> Chimborazo expedition<sup>ix</sup> Sea Urchins Measurements<sup>x</sup> Linear Algebra<sup>xi</sup> Teriade Museum<sup>xii</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A criação de avatares deverá ser feita no Blender, Maya ou VRoid Studio</li> <li>• Os avatares deverão ser importados no Unity</li> <li>• Exige conhecimentos de linguagens de programação e redes informáticas</li> </ul>
Tinkercad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Criar modelos 3D, simular circuitos e programar</li> <li>• Criar salas (Tinkercad Class)</li> <li>• Permite integração com o Google Classroom</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite apenas exportar ficheiros no formato .obj, .stl e .brd</li> <li>• Objetos 3D com fracos detalhes</li> </ul>

CoSpaces (Atualmente designa-se por Delightex)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Criar mundos virtuais</li> <li>• Importar objetos 3D</li> <li>• Compatível com o Merge Cube</li> <li>• Foco em Project-Based Learning (PBL)</li> <li>• Integração com Google Classroom, pesquisa de objetos 3D (Ai2) e criação de imagens a 360º com IA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Importação limitada nos formatos .fbx e .obj</li> <li>• Biblioteca limitada</li> <li>• Plano gratuito limitado a dois projetos, uma turma e tarefa</li> </ul>
---	---	--

Tabela 2.6 – Ferramentas utilizadas no projeto Erasmus+ REVEALING

Nome	Potencial educativo	Limitações
Blender	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite todo o tipo de pipeline 3D (modelagem, rigging, animação, simulação, renderização e composição)</li> <li>• Inclui editor de vídeo e programação</li> <li>• Interface personalizada</li> <li>• Gratuito</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Excesso de teclas de atalho</li> </ul>
Wings 3D	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Excelente na modelagem poligonal avançada</li> <li>• Gratuito</li> <li>• Permite exportar ficheiros no formato .fbx, .obj, .stl, .dae e .glTF</li> <li>• Criar assets para jogos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O processo de renderização é muito básico</li> <li>• Não suporta animação</li> </ul>
SketchUp	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pago</li> <li>• Possui recursos avançados em 3D (Arquitetura<sup>xiii</sup>, design de interiores, paisagismo, planeamento urbano, carpintaria e construção)</li> <li>• Permite reutilizar e adaptar modelos construídos</li> <li>• Alguns modelos podem ser visualizados em AR</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dependência de extensões externas (algumas com um custo acrescido)</li> <li>• Fraca resposta em superfícies complexas, modelagem orgânica, engenharia mecânica ou projetos em grande escala</li> </ul>

A par do projeto acima mencionado, encontramos em Castelhana, M. et al. (s.d.) as principais categorias de ferramentas utilizadas em realidade virtual. No estudo (*scoping review*) realizado, os autores apresentam uma revisão da literatura sobre a aplicação da tecnologia na educação (especialmente no Ensino Superior) e interessantes dimensões na realidade virtual imersiva, a saber: sistema, narrativa e agência. No que diz respeito às categorias, temos as seguintes:

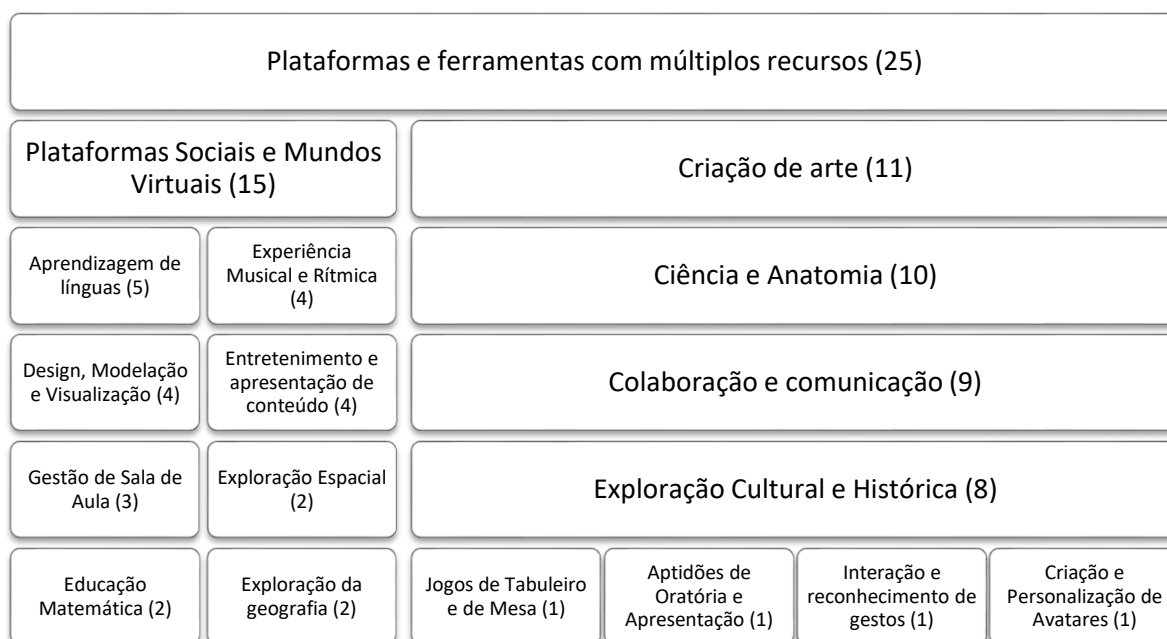


Figura 2.16 – Categoria de ferramentas de Realidade Virtual

Encontramos uma atualização das categorias, mas baseando-se em temas, especificamente, os jogos, a observação, a personificação, a narração de histórias e autoria dos alunos Morgado, L. et al. (2025).

Em consonância com o que foi investigado, reforçamos com os contributos de Neves, P. (2024) que define a VR como um ambiente digital totalmente imersivo, que substitui o mundo real e necessita do uso de óculos para permitir experiências como visitas a locais históricos ou simulações científicas, enquanto que a AR sobrepõe elementos digitais ao mundo real, através de dispositivos como *tablets* ou *smartphones*. Vejamos algumas das vantagens e desafios da utilização da VR/AR identificadas pelo autor.

#### Vantagens

- ✓ Maior envolvimento e motivação
- ✓ Aprendizagem ativa e personalizada
- ✓ Visualização de conceitos complexos
- ✓ Simulação de ambientes perigosos
- ✓ Desenvolvimento de competências tecnológicas

#### Desafios

- ✓ Custo elevado dos equipamentos
- ✓ Curva de aprendizagem acentuada
- ✓ Desconforto físico (náuseas e fadiga visual)
- ✓ Dependência tecnológica
- ✓ Conteúdos educativos ainda limitados

O uso destas tecnologias exige conhecimento das teorias de aprendizagem construtivistas (Piaget e Vygotsky), pois ambientes imersivos potencializam a aprendizagem ativa e social. Requer a apropriação da teoria da carga cognitiva de Sweller, uma vez que é importante não sobrecarregar o aluno com estímulos desnecessários. Recorre ao ensino experimental de Kolb, isto porque, a aplicação das duas tecnologias na educação facilita o ciclo de experiência concreta, refletida e conceptualizada. Defende a teoria da presença, porque quanto maior a sensação de estar presente, maior o envolvimento e a retenção da informação. Defende, também, o alinhamento curricular, ou seja, as atividades desenvolvidas em ambas as tecnologias devem estar ligadas aos objetivos da disciplina, mas

há que ter alguns cuidados, especificamente, a integração deve ser gradual, isto é, começar com experiências simples e aumentar a complexidade. Há que ter em conta a personalização, pois é necessário adaptar conteúdos ao ritmo e estilo de aprendizagem do aluno, a gamificação e narrativas interativas, pois estas aumentam a motivação e o envolvimento. Em termos práticos, dá exemplos na disciplina de ciências (simulação do sistema cardiovascular em VR e visualização do coração em AR), matemática (cálculo de ângulos e proporções com AR em construções virtuais), geografia (exploração de biomas em VR) e artes (criação de galerias virtuais personalizadas). Outro cenário prático é a utilização de Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA), mas desde que suportam a interação entre alunos e docentes, por exemplo, Moodle, Google Classroom ou CoSpaces Edu com suporte VR/AR.

Advoga a necessidade de um desenho de instrução e adaptação dos conteúdos e isto passa pela análise de necessidades dos alunos, especificamente a idade, conhecimentos prévios e estilos de aprendizagem. Neste desenho há que ter em conta, também, objetivos claros e mensuráveis, elementos de gamificação, interatividade e *feedback* imediato, sem esquecer as questões ligadas à acessibilidade, sendo que esta deve estar em conformidade com a norma WCAG<sup>26</sup>, que seja um desenho responsivo e com conteúdos multimédia adequados.

Por fim, é crucial abordar a avaliação, que deve ser contínua e incluir métodos formativos (questionários, observação, diários de reflexão) e sumativos (testes, entrevistas, análise de desempenho), com indicadores de qualidade claros, como satisfação, usabilidade, alinhamento com os objetivos e tipo de imersão. A escolha do desenho de instrução passa pelo modelo ADDIE (Análise, Desenho, Desenvolvimento, Implementação, Avaliação), sendo recomendado o trabalho colaborativo entre as diversas áreas, equipas interdisciplinares e a existência de ferramentas de apoio.

### **2.3. Potencial e desafios pedagógicos da VR e AR**

Neste capítulo, abordam-se as potencialidades pedagógicas, desafios e limitações da realidade virtual (VR) e aumentada (AR). No final, será feita uma reflexão sobre como os desafios foram mitigados no contexto de projeto.

Potencialidades pedagógicas – De um modo geral, a literatura a e prática pedagógica indicam várias potencialidades da VR e AR: perceção de ambientes imersivos (virtuais e físicos) interatividade, motivação, capacidade para compreender conceitos complexos e abstratos, maior envolvimento afetivo com a aprendizagem, representação digital de conteúdos, segurança na manipulação de objetos, aumento da participação e satisfação, desenvolvimento de destrezas técnicas, estímulo à criatividade, melhoria da retenção da informação (estrutural neuronal), mais confiança nas aprendizagens e correção imediata de erros.

---

<sup>26</sup> <https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/wcag>

Desafios e limitações – No início, os principais desafios incluem a falta de domínio do hardware e a dificuldade em criar objetos de aprendizagem compatíveis com ambas as tecnologias. A maioria desses objetos, projetados para reproduzir a realidade de forma fiel, é inacessível para docentes e alunos. Isso obriga os docentes a recorrer a vários softwares de modelagem – descritos nos pontos anteriores – e a múltiplas plataformas capazes de integrar esses objetos, a fim de tornar a experiência imersiva o mais realista e segura possível. Martins, V. F., & Guimarães, M. P. (2012) e Rodrigues, R. P., Cardoso, A., & Lopes, M. R. (2023) corroboram essas dificuldades. Para o primeiro, enfatiza a necessidade de capacitação docente (conforme discutido no ponto n.º 2.1.), enquanto Rodrigues et al. Destacam as limitações das ferramentas de multimédia para construção e incorporação de objeto no mundo real.

Além dos desafios pedagógicos, aspetos técnicos também são relevantes. É necessário garantir boa ligação à internet, escolher laboratórios ou simuladores online adequados, selecionar ferramentas específicas (pontos n.º 2.1.3. e n.º 2.2.) e ter capacidade técnica para gerar múltiplos cenários de aprendizagem (Pedro et al.,2019).

No contexto deste projeto, a aquisição dos kits de VR/AR ocorreu através do anúncio n.º 177/2022 de 29 de abril de 2022, distribuído às escolas da Região Autónoma dos Açores (RAA). Em 20 de março de 2023, realizou-se uma sessão formativa online, via TEAMS, sobre o uso e potencial dos óculos de realidade virtual. Cada kit contém oito óculos de VR/AR e oito cubos para utilização com a aplicação ARC. A partir deste momento, pouco se sabe sobre a utilização desses kits, deixando espaço para futuras publicações de boas práticas.

Mitigação dos desafios – No âmbito do projeto, os desafios foram mitigados através do registo dos kits, da instalação da aplicação *Object Viewer* em telemóveis e *tablets* dos alunos, e da criação de um cubo utilizando *MergeCube*, recortando e montando o modelo. Os alunos foram sensibilizados para a utilização das tecnologias, receberam conhecimentos sobre a história da VR e AR, cuidados de uso e possíveis riscos e ameaças cibernéticos, incluindo a necessidade de manter o software dos óculos atualizado. Com estes conhecimentos, os alunos do curso profissionalizante realizaram uma saída de campo, testando as aplicações *Object Viewer* (modo real) e *iNaturalist*. O objetivo desta experiência prática era promover aprendizagens informais, incentivando os alunos a gerar impacto na comunidade local e sensibilizá-la para os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), conforme detalhado no ponto n.º 4.2. A experiência permitiu aos alunos aplicar conceitos aprendidos de forma significativa, ligando tecnologia e responsabilidade social.

#### **2.4. Enquadramento teórico da aprendizagem com tecnologias imersivas (VR/AR)**

Adotámos, como enquadramento teórico da aprendizagem com tecnologias imersivas (VR/AR), os contributos de Jerome Bruner, David Ausubel, Albert Bandura, Lev Vygotsky, Richard Mayer e Robert

Gagné, bem como o modelo ASSURE e o conceito de currículo em processo como matriz integradora de todo o pensamento pedagógico aqui apresentado. No final deste enquadramento, apresentamos não apenas um Cenário de Aprendizagem, passível de ser reutilizado e adaptado contexto década leitor, mas também um mapa mental que sintetiza a estrutura teórica e prática subjacente a esta proposta.

#### **2.4.1. Jerome Bruner**

Bruner, J. (1960) iniciou as suas primeiras investigações centrando-se como as motivações e expectativas interferem no processo perceptivo. No início da década de 1960, começou a desenvolver uma teoria sobre o papel do meio cultural e dos fatores da experiência no desenvolvimento cognitivo, bem como as implicações dessas dimensões no campo da educação. O autor defende a existência de três modos de representação do conhecimento, que se desenvolvem progressivamente do mais simples ao mais complexo:

1. Enativo – baseado na ação;
2. Icónico – baseado em imagens;
3. Simbólico – baseado na linguagem e em sistemas de símbolos.

Para Bruner, existe uma relação intrínseca entre cultura e desenvolvimento cognitivo, sendo o ser humano um agente ativo na construção de significados. As suas investigações permitiram identificar os seguintes contributos fundamentais:

1. O ser humano é um agente intencional, produto dos significados construídos e partilhados pelas narrativas da sua cultura;
2. Nos processos mentais, Bruner enfatiza o papel da categorização da informação e da elaboração de representações como instrumentos de pensamento;
3. O desenvolvimento cognitivo nas situações educativas ocorre através da construção de representações, pelas quais as crianças adquirem significados e constroem sentidos;
4. Bruner é considerado o criador da psicologia cultural, ao postular uma relação estreita entre desenvolvimento cognitivo e contexto sociocultural. Defende que pertencer a um grupo implica pensar e agir de acordo com padrões partilhados.

A par destes contributos, Bruner formulou quatro princípios fundamentais da aprendizagem, que sustentam o seu modelo teórico:

1. Princípio da motivação – destaca a importância da ativação e manutenção do interesse do aprendiz;
2. Princípio da estrutura – sublinha o papel do modo de apresentação (enativo, icónico e simbólico), privilegiando a economia e o poder de comunicação da informação;

3. Princípio da sequência – refere-se à organização progressiva dos conteúdos, adaptando a complexidade ao desenvolvimento do aluno;
4. Princípio do reforço – valoriza a aprendizagem pela descoberta, em que o aluno constrói o conhecimento de forma ativa e significativa.

Relacionando esta perspectiva com a teoria da aprendizagem por descoberta de Bruner, J. S. (1998), podemos afirmar que a utilização de tecnologias imersivas (VR/AR) potencia a experimentação, a exploração ativa e a criação de significados, permitindo que o aluno descubra o conhecimento em contextos virtuais ricos e culturalmente mediados. Na prática, temos o produto final seguinte:

Tabela 2.7 – Exemplo da teoria da aprendizagem por descoberta aplicada

<b>Objetivo de aprendizagem:</b> Os alunos devem ser capazes de conhecer e explorar o potencial da Realidade Virtual e Aumentada. Criar e desenvolver objetos de aprendizagem.		
<b>Passo n.º</b>	<b>Designação</b>	<b>Descrição</b>
<b>1</b>	<b>Introdução</b>	Apresentar os objetivos gerais e específicos de aprendizagem e explicar como funciona os óculos de realidade virtual e o cubo de realidade aumentada para tornar as suas aprendizagens mais significativas.
<b>2</b>	<b>Identificação do problema</b>	Apresentar alguns problemas complexos e que os alunos terão de resolver recorrendo à VR/AR, como por exemplo, “Como visualizar a estrutura do DNA?”.
<b>3</b>	<b>Ambiente de aprendizagem</b>	Disponibilizar uma sala de aulas e a partilha da biblioteca escolar. Software de criação de objetos 3D. Óculos RV. Instruir os alunos para explorar as funcionalidades dos óculos.
<b>4</b>	<b>Exploração e descoberta</b>	Pedir aos alunos para montar o cubo de realidade aumentada e utilizar, corretamente, os óculos de realidade virtual, de modo a que os ajude a compreender conceitos complexos nas disciplinas de Ciências Naturais e Físico-Química.
<b>5</b>	<b>Reflexão e avaliação</b>	Pedir aos alunos que reflitam sobre o processo de aprendizagem com significado. Incentivá-los a explicar à comunidade educativa as suas experiências com a VR/RA.
<b>6</b>	<b>Resumo e conclusão</b>	Resumir as aprendizagens significativas. Fazer uma conclusão de como a VR/AR pode auxiliar na compreensão de conceitos complexos e intangíveis.

Para além da aplicação prática acima descrita, podemos afirmar que esta teoria contribuiu significativamente para responder à questão central do estudo. Tal como ocorreu porque foi respeitado o meio cultural dos alunos, que tiveram de representar os seus objetos 3D tanto em ambientes de realidade virtual como de realidade aumentada. Os alunos foram motivados a criar

caixas alusivas aos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e a apresentá-las à comunidade, trabalhando sempre em grupos de dois a três elementos. Esta metodologia promoveu a colaboração, o pensamento partilhado e a ação conjunta, em consonância com os princípios de Bruner, que valoriza a construção coletiva e a influência do contexto cultural no processo de aprendizagem.

#### **2.4.2. David Ausubel**

A atividade foi desenvolvida em contexto de sala de aula, seguindo os princípios propostos por David Ausubel, que defende que, para compreendermos a aprendizagem dos alunos, é fundamental considerar a estrutura cognitiva e o conceito de aprendizagem significativa. Segundo Sousa, O. C. (2003) e Praia, J. L. (2000), a estrutura cognitiva diz respeito à forma como o aluno organiza o conhecimento prévio que possui sobre determinado tema. A aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação é integrada de forma lógica e coerente no conhecimento existente, permitindo uma organização hierárquica, do mais geral ao mais específico.

Para Ausubel, o fator mais determinante na aprendizagem é o conhecimento prévio que o aluno traz consigo. Por isso, o docente deve apresentar os conteúdos de forma clara, estruturada e contextualizada, utilizando exemplos e conceitos relevantes que facilitem a integração da nova informação com o conhecimento já existente. Ausubel distingue ainda entre aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica: a primeira dá sentido ao que é aprendido, enquanto a segunda se limita à memorização sem compreensão. Para evitar o ensino mecânico, o autor recomenda o uso de organizadores prévios – perguntas, imagens, citações ou situações-problema – que despertem o conhecimento prévio dos alunos antes da introdução de novos conteúdos. O autor identifica também dois modos de aprender:

1. Quando o docente apresenta o conteúdo pronto e estruturado;
2. Quando o aluno constrói o seu próprio conhecimento.

Ambos os modos são válidos, desde que se revelem relevantes e significativos para a forma como o aluno aprende.

Os alunos que participaram nesta atividade com realidade virtual e aumentada experienciaram, de forma literal, o que é aprender com significado. Explicar a estrutura do DNA na disciplina de Ciências Naturais não é o mesmo que visualizá-la em realidade virtual ou aumentada. Desenhar o que o colega observa através dos óculos e, simultaneamente, redigir uma reflexão sobre a experiência, difere profundamente de uma aula puramente expositiva.

Esta teoria revelou-se essencial para responder à questão central do estudo, sobretudo no que respeita à aprendizagem significativa. Os conhecimentos prévios — recolhidos durante a avaliação diagnóstica — permitiram reformular as sessões de aula, favorecendo o desenvolvimento das

capacidades cognitivas dos alunos. O objetivo da aplicação desta teoria foi, acima de tudo, ensinar com significado e promover uma aprendizagem em profundidade.

### **2.4.3. Albert Bandura**

Segundo Bandura, A. (1977) citado por Tavares, J. et al. (2007), observação direta constitui uma das formas mais eficazes de aprendizagem social. O processo é simples: ao observarmos o comportamento de alguém, podemos imitá-lo e aprender a realizar a mesma ação. Assim, a observação torna-se um meio de aprendizagem imediata, que permite a aquisição de novos comportamentos de forma espontânea e significativa.

Para explicar os mecanismos subjacentes à aprendizagem social, Bandura propôs a existência de duas fases distintas:

1. Uma fase de aquisição, em que intervêm os processos de atenção e retenção mnésica;
2. Uma fase de execução, na qual são necessários recursos internos e motivação para a realização do comportamento observado.

Bandura defende ainda que o funcionamento psicológico assenta em três processos fundamentais; vicariantes, simbólicos e de autorregulação (Bandura, 1977; 1986).

- Nos processos vicariantes, os pensamentos, sentimentos e comportamentos podem ser influenciados pela observação de modelos.
- Nos processos simbólicos, o autor destaca a capacidade humana de usar símbolos, analisar conscientemente as experiências, comunicar com os outros e organizar ações de modo intencional.
- Já nos processos de autorregulação, o indivíduo não é um agente passivo, mas sim ativo na gestão e controlo das suas próprias ações e aprendizagens.

No contexto da atividade desenvolvida, docente e alunos puderam experienciar a observação direta como uma estratégia eficaz de ensino e aprendizagem.

- O docente, ao observar os alunos, orientava-os no decorrer das tarefas, fornecendo indicações específicas e feedback corretivo.
- Os alunos, por sua vez, observavam os colegas durante o uso dos óculos de Realidade Virtual, trocando experiências e estratégias, o que potenciou a aprendizagem colaborativa.

Tal como nas teorias anteriores, esta perspetiva contribuiu para responder à questão central do estudo, uma vez que a observação direta constitui uma prática pedagógica valorizada pelos docentes. Através dela, é possível identificar comportamentos, atitudes, dúvidas e necessidades dos alunos, promovendo intervenções pedagógicas imediatas e ajustadas.

O contributo desta teoria reside, assim, na valorização da observação como meio privilegiado de compreensão e melhoria do processo de ensino-aprendizagem, permitindo reconhecer, orientar e dignificar o trabalho dos alunos, conduzindo-os à concretização dos objetivos definidos.

#### **2.4.4. Lev Vygotsky**

Vygotsky, L. S. (1934/1978) foi um dos autores que mais profundamente contribuiu para a compreensão do processo de desenvolvimento humano. No âmbito da sua investigação, atribuiu especial destaque a um tipo específico de instrumentos psicológicos, os signos e a linguagem, considerando a sua função de significação e as características intrínsecas que desempenham na construção do pensamento.

Tal como Bruner, Vygotsky defende que o nível de complexidade da interação deve estar em consonância com o nível de desenvolvimento ou de desempenho dos indivíduos, sobretudo dos que revelam maiores dificuldades. Este nível é designado por Zona de Desenvolvimento Real (ZDR), caracterizada pela capacidade individual de resolução independente de problemas.

A seguir, apresentam-se as principais ideias do autor, considerando duas perspetivas complementares: a histórico-cultural e a educativa.

##### **Principais ideias**

1. A história é construtiva, e o desenvolvimento humano é um processo de transformação contínua do indivíduo em função do que aprende, é um processo em que o viver transforma o ser.
2. O desenvolvimento mede-se pela capacidade de conhecimento, compreensão profunda e ação eficiente de cada indivíduo relativamente à sua cultura e, conseqüentemente, a si próprio. Toda a ação humana deve possuir sentido simbólico e significado pessoal.
3. O desenvolvimento é um processo partilhado, influenciado por todos aqueles que, direta ou indiretamente, nele participam. O ser humano é, portanto, uma construção social, moldada pelas relações que estabelece com o meio que o rodeia, um meio que não é neutro nem indiferente, mas repleto de significações culturalmente definidas.

##### **Perspetiva histórico-cultural**

Na perspetiva histórico-cultural, Vygotsky desenvolveu a teoria e metodologia da psicologia histórico-cultural, cujos princípios permanecem atuais e continuam a sustentar grande parte das práticas e programas educativos contemporâneos.

Segundo o autor, as funções psicológicas superiores (ou mentais) utilizam instrumentos internos e signos externos produzidos e conservados pela cultura. Entre esses signos, destaca-se a linguagem, que desempenha um papel central e ilimitado no funcionamento da mente humana.

Vygotsky defendeu que a cultura, entendida como um sistema de signos partilhados, medeia a relação entre o indivíduo e o mundo externo. Portanto, a mente humana não pode ser explicada apenas por fatores biológicos, neurológicos ou fisiológicos, uma vez que é através da mediação cultural e social que o pensamento e a motivação se constroem.

A motivação, segundo o autor, não é controlada pela biologia, mas emerge da interação entre o sujeito e o contexto sociocultural. Para compreender a mente humana, incluindo os processos motivacionais. É necessário acompanhar o desenvolvimento histórico e social do indivíduo, sendo a interação fundamental para a apropriação de instrumentos culturais e para a construção do conhecimento.

Para além da Zona de Desenvolvimento Real (ZDR), Vygotsky introduziu o conceito de Zona de Desenvolvimento Próximo (ZDP), que representa a distância entre o nível real e o potencial de desenvolvimento do aluno. Esta zona evidencia a importância da mediação, isto é, do apoio de um adulto, de um par mais experiente ou de um recurso tecnológico que favoreça a aprendizagem e o desenvolvimento cognitivo.

### **Perspetiva educativa**

Segundo Vygotsky, uma boa educação conduz ao desenvolvimento e implica que o docente organize atividades que envolvam as crianças ativamente. Esta organização permite que elas trabalhem em conjunto para resolver problemas, evitando, assim, práticas meramente expositivas. É através da resolução colaborativa de problemas que as crianças se tornam, progressivamente, capazes de lidar autonomamente com desafios semelhantes, processo esse que representa competência e progressão.

A par da relação entre educação e desenvolvimento, Vygotsky salienta também a importância da educação e personalidade, especialmente através do jogo, entendido como um meio essencial de formação e expressão da individualidade. A personalidade é moldada pelo comportamento distinto e pessoal que cada criança manifesta nas suas atividades.

Além destas dimensões, Vygotsky distingue ainda a educação espontânea e a educação reativa. A primeira permite que as crianças criem o seu próprio programa de aprendizagem, explorando interesses e descobertas pessoais, enquanto a segunda se refere à aprendizagem orientada por um programa estruturado por outrem, adequado a uma determinada etapa de desenvolvimento psicológico.

Deste modo, podemos afirmar que os princípios acima descritos constituem a base dos currículos educativos (questão aprofundada no ponto 2.4.8.), permitindo que as crianças não só concretizem a sua Zona de Desenvolvimento Próximo (ZDP), como também a expandam e transformem de forma significativa.

Esta teoria contribuiu diretamente para responder à questão central do estudo, uma vez que se trata de uma referência clássica da psicologia do desenvolvimento humano. O respeito pela individualidade de cada aluno, mesmo em faixas etárias ainda em formação identitária, o ato de escutar os seus anseios e motivações, a observação da dinâmica de grupo e a valorização dos alunos menos capazes, ajudando-os a reconhecer o seu potencial, foram os principais contributos desta teoria. Além disso, destaca-se que todo o sistema educativo contemporâneo continua a funcionar à luz dos ensinamentos de Vygotsky, que permanecem profundamente atuais e inspiradores.

#### 2.4.5. Richard Mayer

Segundo Mayer, R. E. (2009), o ser humano aprende melhor quando associa palavras e imagens, uma vez que essa combinação estimula a criação de novos esquemas mentais. Os princípios da aprendizagem multimédia enunciados pelo autor baseiam-se em dez fundamentos essenciais: multimédia, proximidade espacial e temporal, modalidade, redundância, coerência, sinalização, segmentação, pré-treino, personalização e voz. De acordo com esta teoria, o processo de aprendizagem humana assenta em três pressupostos fundamentais sobre o modo como o indivíduo processa a informação:

1. Pressuposto da capacidade limitada – o sistema de memória de trabalho possui limitações quanto à quantidade de informação que pode ser processada simultaneamente.
2. Pressuposto dos canais duplos – o ser humano processa informação através de dois canais distintos: o visual/pictórico e o auditivo/verbal.
3. Pressuposto da aprendizagem ativa – o indivíduo envolve-se ativamente no processamento da informação, através de um conjunto coordenado de processos cognitivos que permitem selecionar, organizar e integrar o conhecimento.

Neste último pressuposto, Mayer destaca cinco processos essenciais, que serão aprofundados de seguida.

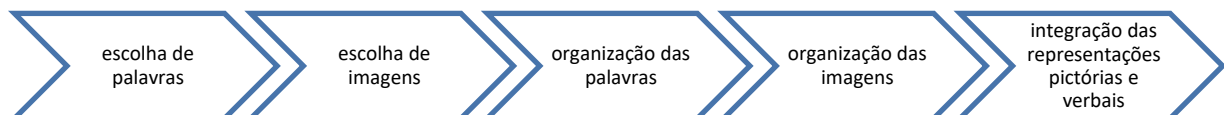


Figura 2.17 – Processos da aprendizagem multimédia

Tendo em conta os ensinamentos de Melo, M. (2024), a teoria de Mayer assenta em três pressupostos fundamentais:

1. a capacidade limitada do sistema mnemónico humano para processar informação;
2. a existência de canais duplos — visual/pictórico e auditivo/verbal — com capacidades restritas; e

3. a aprendizagem ativa, entendida como um conjunto coordenado de processos cognitivos destinados à aquisição e integração do conhecimento.

Segundo Mayer (2019, citado por Melo, 2024, p. 207), durante a aprendizagem multimédia ocorrem cinco processos cognitivos principais:

1. Seleção das palavras relevantes no texto ou na narrativa apresentados;
2. Seleção das imagens relevantes, a partir das ilustrações fornecidas;
3. Organização das palavras numa representação verbal coerente;
4. Organização das imagens numa representação pictórica coerente;
5. Integração das representações pictóricas e verbais com os conhecimentos prévios do aluno.

Os princípios enunciados (detalhados no Quadro n.º 5) constituem estratégias eficazes para reduzir o processamento extrínseco ou a carga cognitiva irrelevante à aprendizagem. Isto significa que deve existir cautela na conceção de recursos pedagógicos, assegurando a sua adequação tanto ao ensino a distância (particularmente online) como ao ensino presencial, de modo a promover uma aprendizagem verdadeiramente significativa.

A Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimédia (TCAM), em desenvolvimento há mais de quatro décadas, influenciou de forma decisiva a conceção de instrução multimédia eficaz, ao centrar-se nos processos cognitivos que sustentam a aprendizagem. Quando se afirma que esta teoria está “em desenvolvimento”, entende-se que ela continua a adaptar-se aos novos contextos e tecnologias, e certamente continuará a evoluir, uma vez que, no caso da Realidade Virtual (VR) e da Realidade Aumentada (AR), a sua aplicação depende fortemente da qualidade dos recursos e dos formatos disponíveis em ambas as tecnologias.

Neste contexto, é importante destacar nove procedimentos a considerar na criação de recursos didáticos, capazes de reduzir a carga cognitiva e otimizar o processamento mental:

1. Offloading – remover carga desnecessária;
2. Segmentação – dividir o material em unidades menores e mais manejáveis;
3. Pré-treino – apresentar previamente os conceitos essenciais;
4. Weeding – garantir que os conteúdos são claros e concisos;
5. Sinalização – destacar os elementos mais relevantes;
6. Alinhamento de factos e imagens (codificação dupla) – combinar representações visuais e auditivas;
7. Eliminação de redundâncias – evitar a duplicação de informações;
8. Sincronização – coordenar os elementos auditivos e visuais no tempo;
9. Individualização – adaptar o material às necessidades e ao ritmo de cada aluno.

Esta teoria contribuiu diretamente para responder à questão central do estudo, dado que os alunos tiveram contacto com uma tecnologia nova e desafiadora. Numa primeira fase, o docente

disponibilizou diversos objetos multimídia, de modo a estimular o máximo de sentidos possíveis e favorecer a integração cognitiva. O simulador criado no CoSpaces permitiu aos alunos incorporar os seus próprios objetos 3D, aprender em ambiente de Realidade Virtual e interagir ativamente com os elementos digitais. Em simultâneo, reuniram-se numa sala virtual dentro do simulador, onde visualizaram um vídeo introdutório sobre os óculos ClassVR. Toda esta dinâmica foi concebida de acordo com os princípios de Mayer, garantindo aprendizagem ativa, redução da carga cognitiva e integração significativa de palavras, imagens e experiências interativas.

#### **2.4.6. Robert Gagné**

Na sequência do ponto anterior, onde foram abordados os princípios, pressupostos e processos da aprendizagem multimídia, destaca-se agora a contribuição de Robert Gagné, que teorizou nove eventos de instrução fundamentais para o desenvolvimento de competências cognitivas e a aquisição de conhecimentos. Estes eventos representam uma sequência estruturada que orienta o processo de ensino-aprendizagem:

1. Captar a atenção dos alunos;
2. Explicitar os objetivos de aprendizagem;
3. Estabelecer conexões entre os novos conteúdos e os conhecimentos prévios dos alunos;
4. Apresentar os conteúdos de forma clara e organizada;
5. Fornecer dicas e estratégias para facilitar a compreensão e a retenção;
6. Solicitar que os alunos demonstrem o que aprenderam;
7. Fornecer feedback imediato;
8. Avaliar o desempenho;
9. Estimular a transferência da aprendizagem para novos contextos.

Estes nove eventos de instrução descrevem as etapas cognitivas essenciais para garantir que a aprendizagem seja significativa, progressiva e duradoura, sendo amplamente utilizados no design instrucional contemporâneo, inclusive em ambientes digitais e imersivos.

Na década de oitenta, John Sweller desenvolveu a Teoria da Carga Cognitiva (TCC), aprofundando a relação entre capacidade cognitiva e processamento de informação. Esta teoria, baseada na psicologia educacional e na compreensão da cognição humana, sustenta que a eficácia da aprendizagem depende do equilíbrio entre as demandas cognitivas da tarefa e os limites da memória de trabalho.

Segundo Melo, M. (2024), a TCC distingue dois componentes principais:

- a memória de trabalho, que possui capacidade limitada para processar novas informações; e
- a memória de longo prazo, que é ilimitada na armazenagem e reorganização de esquemas cognitivos.

Um dos princípios fundamentais da TCC é que a aprendizagem deixa de ocorrer quando a carga cognitiva é excessiva, ou seja, quando as exigências mentais ultrapassam a capacidade de processamento do aluno.

Assim, tanto Gagné como Sweller reforçam a importância de estruturar cuidadosamente o ensino, equilibrando o volume de informação, o nível de desafio e o apoio oferecido ao aluno, princípios que se aplicam de forma evidente às experiências de aprendizagem com realidade virtual e aumentada.

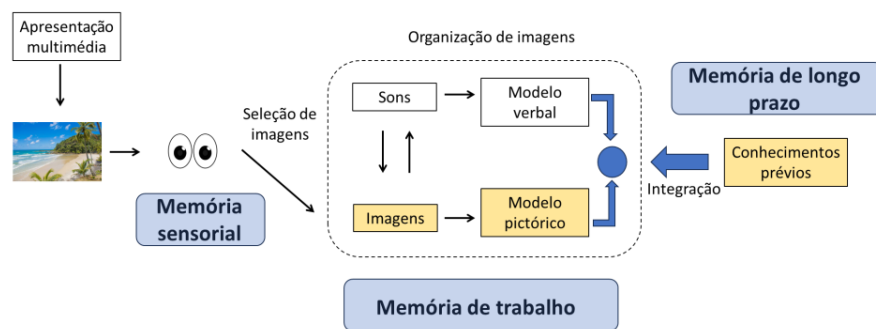


Figura 2.18 – Teoria da carga cognitiva

(Fonte: Conceitos Básicos de Aprendizagem Multimédia)<sup>27</sup>

A Teoria da Carga Cognitiva (TCC) contribui para o estabelecimento de procedimentos eficazes na elaboração de instruções, considerando a atividade mental a que a memória de trabalho está exposta em cada momento.

No âmbito da TCC, distinguem-se três tipos de carga cognitiva:

- Carga cognitiva intrínseca (*Intrinsic Cognitive Load – ICL*), relacionada com a complexidade inerente ao conteúdo;
- Carga cognitiva estranha (*Extraneous Cognitive Load – ECL*), associada a fatores externos que não contribuem diretamente para a aprendizagem; e
- Carga cognitiva adequada (*Germane Cognitive Load – GCL*), referente ao esforço mental investido na construção e automatização de esquemas cognitivos.

Estas cargas são aditivas, ou seja, somam-se durante o processo de aprendizagem. Contudo, existem procedimentos instrutivos capazes de reduzir a carga cognitiva intrínseca e a carga cognitiva estranha, nomeadamente:

1. Efeito da meta não especificada;
2. Efeito dos exemplos resolvidos e conclusão de problemas;
3. Efeito da atenção dividida;
4. Efeito da modalidade;
5. Efeito da redundância;
6. Efeito da reversão de perícia;

<sup>27</sup> Recurso educativo disponível em: <https://moodle24.iscte-iul.pt/mod/resource/view.php?id=17811>

7. Efeito do desvanecimento da orientação;
8. Efeito da imaginação e da autoexplicação;
9. Efeito do elemento de interatividade.

Perante o exposto<sup>28</sup>, isto é, as etapas de instrução de Gagné e a Teoria da Carga Cognitiva de Sweller, constata-se que ambas se complementam em benefício da aprendizagem.

Para o primeiro, está subjacente o como fazer, por exemplo, a planificação de aulas com base em teorias de aprendizagem consolidadas, privilegiando uma estrutura clara e progressiva que favorece uma aprendizagem cognitiva profunda. Já para o segundo, os princípios da TCC estão implícita e explicitamente refletidos nas próprias etapas de Gagné, sobretudo nas estratégias de apresentação de conteúdos e na gestão da carga cognitiva. Deste modo, estamos perante uma abordagem combinada, semelhante àquela que orientou a utilização da Realidade Virtual (VR) e da Realidade Aumentada (AR) no presente estudo, permitindo otimizar o processamento cognitivo e melhorar os resultados das aprendizagens.

Tal como as teorias anteriormente analisadas, esta também contribuiu para responder à questão central do estudo, uma vez que todas as atividades desenvolvidas, dentro e fora da sala de aula, seguiram os princípios de Gagné. Houve cuidado em não sobrecarregar a carga cognitiva dos alunos, o que se tornou evidente nas sessões de utilização dos óculos VR, limitadas a 15–20 minutos por sessão. Todas as atividades foram concebidas segundo os nove processos acima descritos, permitindo aos alunos adquirir progressivamente autonomia na seleção dos recursos e no modo de aprender com eles. De todas as experiências realizadas com VR/AR, os alunos manifestaram especial apreço pelos vídeos em 360º, destacando-se a simulação com o tubarão, que proporcionou forte envolvimento emocional e motivacional, favorecendo a aprendizagem significativa.

#### 2.4.7. Modelo de desenho de instrução ASSURE

O modelo ASSURE, desenvolvido por Heinich, R., et al. (1999), é centrado no aluno e no uso eficaz da tecnologia no processo de ensino. ASSURE significa:

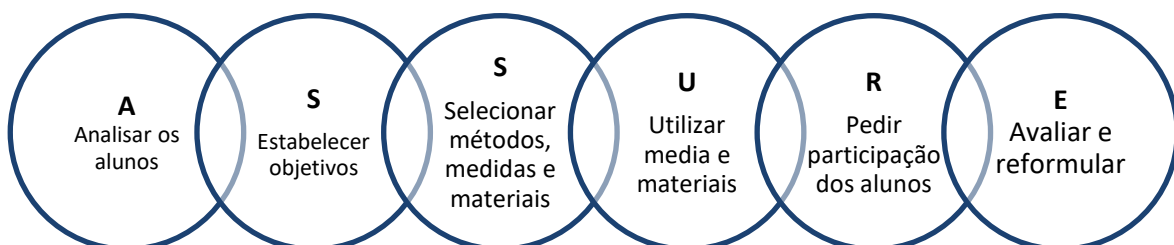


Figura 2.19 – Modelo ASSURE

<sup>28</sup> Caso o leitor deseja aprofundar outros modelos e cruzar com o que foi apresentado, aconselha-se o modelo ADDIE, SAM e a taxonomia de Bloom adaptada ao SÉC. XXI.

O diagrama linear anteriormente apresentado é amplamente sustentado nos trabalhos de Sari, F. P., & Amalia, R. (2020), Hidayat, R., & Abdillah, A. (2022) e Singh, I. (2023), que, em comum, definem o modelo ASSURE como guia sistemático para o planejamento e implementação de instrução eficaz, estruturado nas seguintes etapas:

1. Analisar os alunos
2. Definir objetivos de aprendizagem (ou objetivos e standards)
3. Selecionar meios, métodos, materiais e tecnologia
4. Utilizar meios, métodos e tecnologia
5. Exigir resposta ou participação do aluno
6. Avaliar e rever

Estes autores convergem ainda na perspectiva de que o modelo ASSURE é aplicável à criação de sistemas de aprendizagem em contextos diversos, incluindo o ensino presencial, o *b-learning*, a aprendizagem totalmente online e a formação organizacional, podendo ser adaptado a diferentes áreas e níveis de ensino. Tendo em conta os contributos de Ruiz-Rojas, L. et al. (2023), Ch'ng, L. K., & Ch'ng, L. K. (2023) e Tabassum, B. et al. (2024), as tecnologias emergentes, como o uso de tecnologias imersivas (VR e AR), computação em nuvem, inteligência artificial e ensino híbrido — têm vindo a adotar o modelo ASSURE pela sua flexibilidade e aplicabilidade tecnológica.

Com raízes na teoria de Robert Gagné, desenvolvida na década de 1970, o modelo ganhou destaque nos anos 1990, ao tornar-se um referencial prático de apoio aos docentes na conceção de atividades de aprendizagem (Trif-Boia, 2022).

Na mesma linha, Almeida, F., & Morais, J. (2023), defendem que a integração do modelo ASSURE com teorias de aprendizagem promove resultados pedagógicos positivos, nomeadamente na motivação dos alunos, no apoio a métodos de ensino inovadores e na criação de ambientes de aprendizagem diversificados e dinâmicos.

Conforme referido anteriormente, o modelo ASSURE é centrado no aluno e na utilização eficaz da tecnologia no processo de ensino-aprendizagem. Esta característica revelou-se particularmente relevante durante a pandemia de COVID-19, período em que o modelo demonstrou ser inclusivo e adaptável, sobretudo no contexto do ensino online e na educação de alunos com deficiência (Meloncon, 2022).

A adoção deste modelo implicou, contudo, mudanças culturais institucionais, exigindo das escolas proatividade, flexibilidade e compromisso com a acessibilidade.

Por fim, o modelo ASSURE contribuiu diretamente para responder à questão central do estudo, dado que todas as aulas, tanto presenciais como em ambiente de simulador, seguiram a sua estrutura metodológica. Os alunos, conscientes de que estavam a aprender de forma distinta, assumiram responsabilidade individual e coletiva no modo *b-learning*: partilhavam com os colegas as suas

experiências, traduziam textos quando necessário e representavam, graficamente, as vivências em VR/AR. No final de cada sessão, os grupos produziam uma síntese reflexiva, que era apresentada e discutida com os restantes grupos. As dúvidas e erros identificados eram corrigidos de imediato, promovendo um processo de aprendizagem contínuo e colaborativo. Esta dinâmica revelou uma motivação significativamente superior à observada em aulas exclusivamente expositivas, evidenciando que o modelo ASSURE é uma ferramenta eficaz para potenciar o envolvimento ativo dos alunos e a aprendizagem significativa em contextos híbridos e tecnológicos.

#### 2.4.8. Currículo em processo

A excelência dos trabalhos científicos sobre as várias teorias e modelos de aprendizagem, foram e continuam a ser um marco importante para a criação de um currículo que se deseja que seja contínuo. Com efeito, a ideia de que o currículo é um produto pensado, criado e acabado é uma ideia redutora, isto porque, tal como o *continuum* da virtualidade de Milgram, o currículo é um processo contínuo, desde o seu desenvolvimento, contexto (político-administrativo, gestão e realização), fases e níveis, até à importância do papel do docente, competência e autonomia curricular. Neste sentido, o currículo<sup>29</sup> em processo tende seguir o desenvolvimento curricular como um processo natural, complexo, dinâmico e contínuo do currículo, que agrega aspetos como o processo interpessoal, político, social, colaborativo e cooperativo. Também há que ter em conta o contexto político-administrativo<sup>30</sup>, de gestão e de realização como parte do desenho curricular. A par disto, há três fases do desenvolvimento curricular, a conceção, a implementação e a avaliação e três níveis, micro, meso e macro. Terminamos com a noção da autonomia curricular numa perspetiva de dotar as escolas com poder próprio.

#### Desenvolvimento curricular

A definição do conceito de desenvolvimento curricular é indissociável ao conceito de currículo, mas este, o currículo, é, como nos brindou Goodson, I. F. (2001), o jardim secreto. O desenvolvimento curricular é um processo que envolve procedimentos e pessoas e de acordo com Pacheco, J. A. (2005) depende do modo como é entendido o trajeto de formação. Neste sentido, entendemos que o desenvolvimento curricular é um processo natural, complexo, dinâmico e contínuo do currículo, que agrega aspetos como o processo interpessoal, político, social, colaborativo e cooperativo, desde à conceção, realização e avaliação. O desenvolvimento

O desenvolvimento curricular é um processo natural, complexo, dinâmico e contínuo do currículo, que agrega aspetos como o processo interpessoal, político, social, colaborativo e cooperativo.

<sup>29</sup> [https://edu.azores.gov.pt/seccoes/categorias\\_seccoes/curriculo](https://edu.azores.gov.pt/seccoes/categorias_seccoes/curriculo)

<sup>30</sup> Não sendo objeto de estudo deste trabalho, aconselha-se o aprofundamento da prospetiva educativa aliada aos curtos ciclos político-administrativo

curricular é o que liga a intenção à realidade e implica um processo de desenho ou de conceção da ação pedagógica. Na mesma linha de pensamento, Gaspar, M. I. & Roldão, M. C. (2005) defendem que o desenvolvimento curricular é um processo de construção de currículo, que sustenta quer na conceção de qualquer processo de aprendizagem, quer na sua operacionalização. Importa, agora, recorrer a Pacheco, J.A. (2001) para nos ajudar a clarificar o desenvolvimento curricular à luz de três contextos, como forma de sustentabilidade do currículo em processo e essencialmente, o desenvolvimento curricular.

### **Contexto político-administrativo**

Neste contexto, o autor diz-nos que estamos perante uma decisão político-administrativa. É aqui que as normas e as regras jurídicas são palavras de ordem. Dentro deste contexto, existem três pontos de partidas, o planeamento curricular, a prescrição curricular e a organização curricular vertical. O planeamento curricular está para os diversos níveis de ensino respeitando a cultura, a sociedade e o aluno. A prescrição curricular é onde existe o conhecido core curriculum, o currículo comum e a uniformização. Por fim, a organização curricular vertical, consiste em três questões de base, o que ensinar, quem controla e como ensinar, independentemente do modelo do currículo, agregando as componentes curriculares e não curriculares. Neste último ponto, apraz-nos questionar um conceito que nos é muito caro, transdisciplinar. Quem, como e porque foi criado?

### **Contexto de gestão**

No contexto de gestão, reside as aclamadas estruturas curriculares, isto é, meso, macro e microestrutura. É aqui que o papel da escola mostra a sua importância. É aqui que se aprofunda o sentido democrático e a descentralização perante o contexto político-administrativo. É aqui que estamos perante a autonomia da escola, seja ela administrativa, curricular ou didática. No contexto de gestão, há que ter em conta o projeto educativo, o projeto curricular e a organização curricular horizontal. Para o primeiro, podemos dizer que é um instrumento pedagógico que envolve docentes, alunos, encarregados de educação. Para o segundo, os docentes são os protagonistas, isto porque, cabe aos docentes a gestão dos conteúdos e das atividades para os alunos, sob a égide das questões: Quem ensinar? Quando ensinar? Como e com que ensinar? O quê, como e quando avaliar? Para o último, a organização curricular horizontal, as decisões são tomadas a dois níveis: da administração regional e local e das escolas, mas é ao nível da escola que se faz a organização curricular horizontal. É dentro do contexto de gestão que, por exemplo, as Associações de Pais e Alunos, as Atividades de Enriquecimento do Currículo e a Área de Projeto (já extinto) fazem sentido.

O contexto político-administrativo, de gestão e de realização, faz parte do *design* curricular.

## Contexto de realização

No contexto de realização, invoca-se o currículo planejado e o real em virtude do projeto didático ou projeto curricular de turma. É no contexto de realização que as decisões pré-ativas são tomadas, ou seja, a planificação (diária, semanal, mensal, trimestral, semestral ou anual) do docente, independentemente do modelo de planificação escolhido, isto é, por objetivos ou processual. Neste sentido, importa frisar que ambos os modelos de planificação são muito rígidos e formalistas, o que limita a missão do docente. Para terminar, as decisões interativas espelham a planificação de acordo com o comportamento da turma, sob a égide da teoria de esquemas.

## Fases e níveis do desenvolvimento curricular

Tendo em conta o que nos diz Machado e Matias Alves (2013), há três fases do desenvolvimento curricular, a fase da concepção do currículo, a fase da implementação do currículo e a fase da avaliação do currículo.

Neste sentido, Gaspar, M.I. & Roldão, M.C. (2005), aprofundam as três fases do desenvolvimento curricular dizendo que para a primeira fase, há a análise da situação em articulação com os

Há três fases do desenvolvimento curricular; concepção do currículo, implementação e avaliação.

Há três níveis do desenvolvimento curricular; micro, meso e macro.

objetivos e os conteúdos orientados para as competências. Para a segunda fase, temos que ter em conta as estratégias para as aprendizagens e sua avaliação. Para a terceira fase, a análise dos resultados da avaliação da aprendizagem e sua reapreciação. Segundo as autoras, é na concepção do currículo que a análise de situação reside os planos meso e micro. É nesta fase que podemos obter informações acerca dos alunos, o seu meio familiar, social e cultural. É nesta fase que devemos analisar o projeto e o modelo pedagógico da escola e os processos e métodos de trabalho. A nível macro há a recontextualização do currículo e a estratégia do ensino através do docente que saiba analisar, integrar, colocar hipóteses, selecionar, organizar e decidir. Na avaliação do currículo, urge o processo e os resultados obtidos. Com efeito, importa apresentar dois níveis, o nível da avaliação das aprendizagens dos alunos (experiências e funções diagnóstica, reguladora e certificativa da avaliação) e o nível da avaliação do desenvolvimento curricular, de modo a regular e reorientar.

## Autonomia curricular

Segundo Alves, P. (2002), é a partir de 1986 com a publicação da Lei de Bases do Sistema Educativo que a terminologia autonomia curricular começa a ganhar terreno. A autonomia curricular pretende dotar as escolas com poder próprio, libertando, desta forma, o poder de nível nacional – também regional – para o local. É através da autonomia curricular que a descentralização começa a fazer sentido. As escolas, perante a autonomia curricular, passaram a ter direito de tomar decisões, mas as questões relacionadas com a identidade e a cultura ficam a desejar. Ficam a desejar, porque perante a transferência de poderes, a tutela responsável pela área da Educação fica menos responsável e isto descredibiliza a classe política, aumenta-se a opinião pública acerca da qualidade e diminui-se a relação

com o mercado. A autonomia curricular impõe, segunda a autora, a criação do trabalho de projeto e que o docente deverá desenvolver. De acordo com a autora, a autonomia curricular exige novas competências, novas identidades e que passará, inevitavelmente, por momentos de conflito e de desorganização. A par do exposto Morgado, J.C (2011) possui uma visão mais aprofundada, ao dizer que a autonomia curricular é vista como possibilidade de os docentes tomarem decisões no processo de desenvolvimento curricular.

### **Cenário de aprendizagem**

Tendo em conta os autores acima identificados para o enquadramento teórico da aprendizagem com tecnologias imersivas (VR/AR), apresentamos o cenário de aprendizagem utilizado e que pode ser reutilizado e adaptado ao contexto onde o docente se encontra a lecionar.

## **Efeitos de uma aula com realidade virtual e aumentada no 3.º CEB**

### **Título**

Aprender com a realidade virtual e aumentada no 3.º CEB.

### **Descrição**

O docente de TIC apresenta uma proposta de atividade que implica a criação de um cubo com a capacidade de projetar objetos. Esta atividade requer um estudo aprofundado de cada objeto de aprendizagem em realidade virtual e aumentada. A anatomia humana, a estrutura do DNA, o sistema solar e uma tabela periódica constituem conteúdos de conhecimento em que a aprendizagem será enriquecida através da utilização desta tecnologia. Depois, o professor apresenta os óculos de realidade virtual e explica como funciona, com e sem ligação à internet.

Para os alunos, uma sala de aula e uma biblioteca, fazem parte do cenário para as atividades enriquecidas com a VR/AR. Recorrendo a dispositivos eletrónicos, tais como computadores, telemóveis e tablets, em conjunto com aplicações e plataformas de criação de objetos e ambientes imersivos, todos os elementos respondem ao propósito das Aprendizagens Essenciais do Ensino Básico<sup>31</sup>, em articulação com o perfil dos alunos à saída da escolaridade obrigatória<sup>32</sup>.

---

<sup>31</sup> <https://www.dge.mec.pt/aprendizagens-essenciais-ensino-basico>

<sup>32</sup> [https://dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Projeto\\_Autonomia\\_e\\_Flexibilidade/perfil\\_dos\\_alunos.pdf](https://dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Projeto_Autonomia_e_Flexibilidade/perfil_dos_alunos.pdf)

## Objetivo de aprendizagem

Como aluno, deverás ser capaz de:

- ✓ Conhecer e explorar o potencial da Realidade Virtual e Aumentada.
- ✓ Saber criar cubos (em grupos de dois/três alunos) para a Realidade Aumentada.
- ✓ Criar e desenvolver objetos de aprendizagem das várias disciplinas.

## Conhecimentos prévios

Os conhecimentos prévios é tudo o que implica o que o aluno já sabe sobre o assunto. Por isso e antes de iniciares a atividade, o professor irá aplicar um teste de diagnóstico (formulário Google) de modo a aferir o teu nível/grau de conhecimento sobre a Realidade Virtual e Aumentada. Depois, os alunos irão explorar os espaços digitais (websites) e em conjunto com o professor vão discutir os pontos fortes e limitações das ferramentas a serem utilizadas.

## Materiais e instrumentos

- ✓ Óculos ClassVR<sup>33</sup>
- ✓ Computador, *tablet* e telemóvel
- ✓ Papel, tesoura e cola
- ✓ Software *Object Viewer*

## Espaços físicos

- ✓ Sala de aulas de TIC
- ✓ Biblioteca escolar

## Espaços digitais

- ✓ [www.mergeedu.com](http://www.mergeedu.com)
- ✓ [www.tinkercad.com](http://www.tinkercad.com)
- ✓ <https://play.google.com>
- ✓ <https://edu.cospaces.io>

---

<sup>33</sup> A escola possui 2 Kits de óculos VR com potencial para AR (recorrendo à aplicação ARC): Cada kit possui 8 óculos. Mais informações obre o produto, poderá ser consultado aqui: <https://www.classvr.com/pt>

## Experiência - Realidade Virtual



Figura 2.20 – Experiências realidade virtual

## Experiência – Realidade Aumentada



Figura 2.21 – Experiências realidade aumentada

### Docente

- Responsável por apresentar e explicar a Realidade Virtual e Aumentada, acompanha todo o processo de ensino e aprendizagem, orienta, incentiva e avalia os alunos, tendo em conta os conhecimentos adquiridos.
  - **Concreta** – Apresenta os softwares e o cubo.
  - **Pictórica** – Demonstra exemplos gráficos sobre a utilização da RV e RA.

- **Abstrata** – Ensina, verbalmente, como utilizar as ferramentas, plataformas e o cubo.

### **Aluno**

- Responsável por ser ativo em todas as atividades e tarefas, colaborando e cooperando com os seus colegas. Autônomo nas aprendizagens, questionando e apresentando dúvidas ao docente, sempre que necessário.
  - **Concreta** – Trabalha os softwares e constrói o cubo.
  - **Pictórica** – Analisa e discute os exemplos gráficos de modo a compreender as diferenças entre a Realidade Virtual e a Realidade Aumentada.
  - **Abstrata** – Possibilidade de cada aluno partilhar com o colega os resultados da sua experiência.

### **Participantes** (divididos em grupos de 2/3 alunos)

1 turma do 7.º FPB3 – 6 alunos

2 turmas do 7.º ano – 34 alunos

1 turma do 8.º FPB3 – 5 alunos

2 turmas do 8.º ano – 32 alunos

2 turmas do 9.º ano – 28 alunos

### **Procedimentos**

1. Aplicação de um instrumento de avaliação diagnóstica (formulário Google). Pré-avaliação disponível em: <https://forms.gle/zgDPCdVTgHSnvmpM9>
  - a. Prático – O docente aplica o formulário de diagnóstico sobre o tema e os alunos preenchem. Tempo estimado: 15 minutos.
2. Apresentação da Realidade Virtual e Realidade Aumentada.
  - a. Teórico – O professor apresenta o funcionamento da VR/AR e os objetivos da aprendizagem. Tempo estimado: 30 minutos.

### **Sequências** (Anexo B)

- Ligar os óculos
  - Controlar os gestos
3. Construção de um cubo para a Realidade Aumentada (modelo Merge Cube<sup>34</sup> – Anexo C).
    - a. Prático – O professor demonstra como os alunos podem construir um cubo de RA. Tempo estimado: 15 minutos.

---

<sup>34</sup> Disponível em: <https://mergcube.com/paper-pdf>

4. Instalação da aplicação (computador ou telemóvel) adaptada à Realidade Virtual e Aumentada (*Object Viewer*).
  - a. Prático – O professor demonstra e apoia os alunos a instalarem a aplicação, para que possam utilizar a realidade aumentada. Tempo estimado: 30 minutos.
5. Aplicação de um instrumento de avaliação formativa (formulário Google). Disponível em: <https://forms.gle/yYmkRJSgiiqqDZ7Jr6> e *feedback* imediato. Este feedback incidirá em três categorias (atividades, conhecimento e prática).
  - a. Prático – Os alunos preenchem um formulário sobre o que visualizaram e aprenderam com a VR/AR. Registam o feedback imediato do professor. Tempo estimado: 20 minutos.
6. Registo nas plataformas Merge Edu e Tinkercad para criação de Objetos de Aprendizagem (OA).
  - a. Teórico/Prático – O professor explica como funciona a plataforma e os alunos fazem o registo. Tempo estimado: 20 minutos.
7. Participação num ambiente imersivo para interagir com vários OA de várias disciplinas<sup>35</sup>.
  - a. Prático – Em grupos de 2/3, os alunos podem utilizar o telemóvel/tablet, o cubo e a aplicação para uma experiência de VR/AR. Com as orientações do professor, os alunos experimentam vários objetos de aprendizagem e registam o que aprenderam. Tempo estimado: 90 minutos.
8. Aplicação de um instrumento de avaliação sumativa (efeitos na aprendizagem com o uso de ambas as tecnologias). Formulário Google: <https://forms.gle/bjbuCSJb93vW4HSH8>
  - a. Prático – O professor aplica um formulário aos alunos para avaliar as suas experiências com a VR/AR. Tempo estimado: 20 minutos

#### **Nº de sessões e duração**

7.º FPB3 – 4 sessões de 90 minutos | 7.º A – 4 sessões de 45 minutos | 7.º B – 4 sessões de 45 minutos  
8.º FPB3 – 4 sessões de 90 minutos | 8.º A – 4 sessões de 90 minutos | 8.º B – 4 sessões de 90 minutos  
9.º A – 4 sessões de 45 minutos | 9.º B – 4 sessões de 45 minutos

#### **Calendarização**

Uma vez por semana, durante o mês de março.

---

<sup>35</sup> Exemplo: <https://edu.cospaces.io/BQW-SMG>

## Mapa conceptual do enquadramento teórico e aprendizagem prática com VR/AR

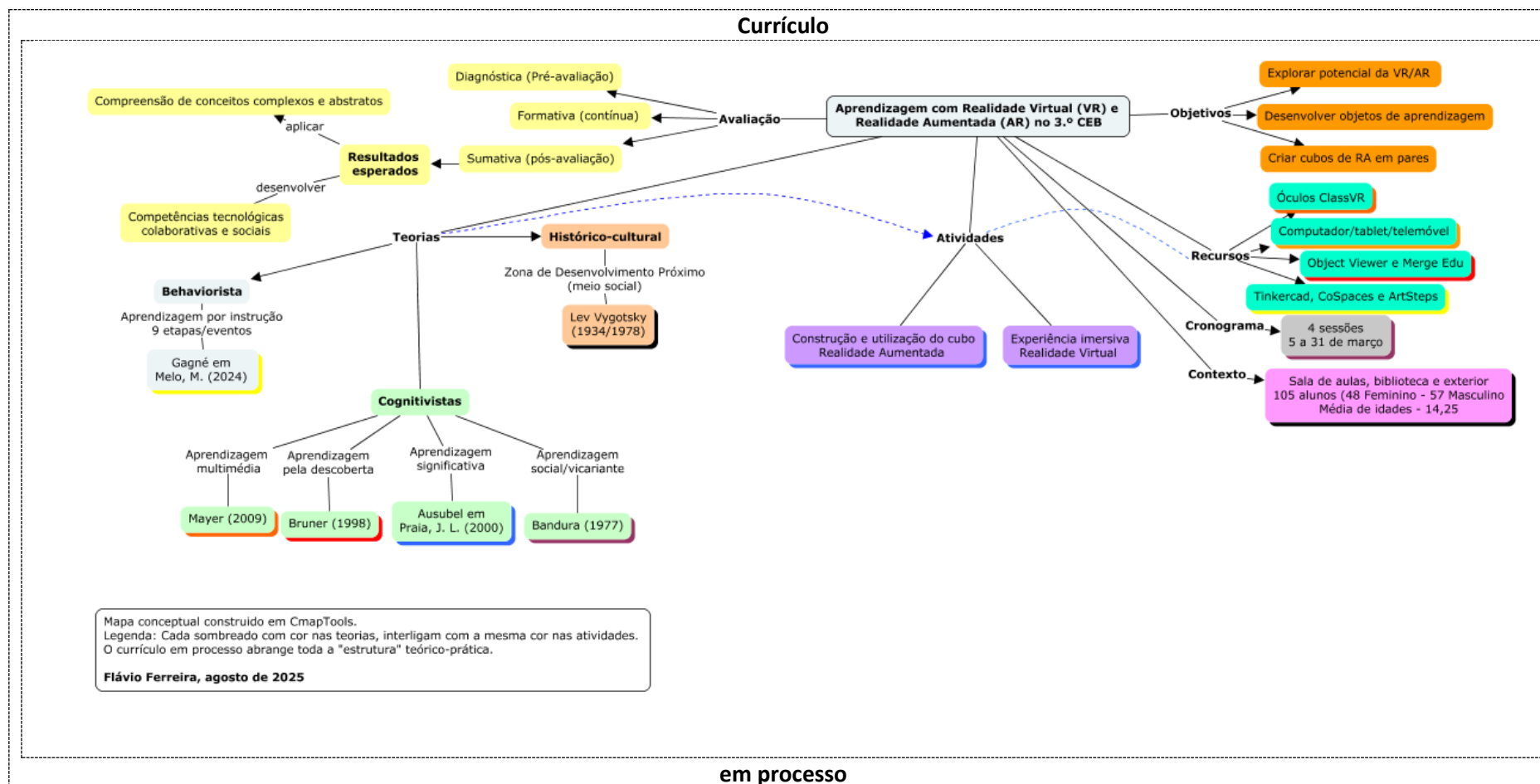


Figura 2.22 – Mapa conceptual

Este mapa conceptual sintetiza o quadro teórico utilizado, interligando com cada atividade prática. Foi construído na ferramenta CmapTools e as cores correspondem à articulação entre os autores, os resultados esperados e trabalho empírico, em especial as atividades.

## Capítulo 3 – Metodologia

### 3.1 Contextualização da intervenção e caracterização dos participantes

A metodologia do trabalho de projeto começa pela identificação do tipo de investigação, o local onde foi desenvolvido, disciplina e anos de escolaridade. Depois, regista-se a quantidade dos intervenientes e respetivos níveis de ensino e a abordagem adotada. Termina com os instrumentos utilizados para a recolha de dados, a descrição detalhada dos vários tipos de procedimentos (duração, etapas, papel do professor e exemplos de atividades).

O presente trabalho de projeto insere-se na metodologia investigação-ação desenvolvido na Escola Básica e Secundária da Povoação, no ano letivo 2024/2025. A intervenção focou-se na disciplina de TIC do 7.º, 8.º e 9.º ano de escolaridade do ensino regular e do 7.º e 8.º ano de escolaridade do programa profissionalizante, com o objetivo de promover a aprendizagem imersiva através do uso de óculos de realidade virtual e aumentada.

Participaram no trabalho de projeto 6 alunos do curso 7.º FPB3, 34 alunos do 7.º ano, 5 alunos do curso 8.º FPB3, 32 alunos do 8.º ano e 28 alunos do 9.º ano. As turmas foram selecionadas por conveniência, correspondendo àquelas que o investigador lecionava. Foram obtidos consentimentos informados de todos os alunos e dos seus encarregados de educação, de acordo com os perfis de aprendizagem (Anexo D).

Tendo em conta os objetivos do trabalho de projeto e as questões de partida (descritos no ponto 1.1.1.), adotou-se uma abordagem mista. Qualitativamente para compreender, aprofundadamente, as experiências dos alunos com as tecnologias imersivas e estratégias adotadas na aprendizagem. Quantitativamente para medir o impacto do rendimento escolar dos alunos, através da comparação dos dados obtidos entre os conhecimentos prévios e após o uso dos óculos de realidade virtual e o cubo da realidade aumentada. Com esta abordagem, pretende-se aferir os efeitos da aprendizagem dos alunos perante a relevância das atividades (dados qualitativos) e medir a melhoria das suas classificações noutras disciplinas (dados quantitativos). Desta forma, temos uma triangulação de dados que podem auxiliar a compreender os efeitos de algumas aulas com a realidade virtual e aumentada e contribuir para colmatar as lacunas descritas neste trabalho (pontos 2.1., 2.1.1., e 2.2.).

Os instrumentos utilizados para a recolha de dados basearam-se na observação direta nos trabalhos de grupo (qualitativo) e inquéritos por questionário (quantitativo). A recolha dos dados irá permitir testar as teorias e modelos refletidos neste trabalho de projeto, colocar problemas e hipóteses (quantitativa), construir uma base teórico-prática e formalizar questões para futuras investigações (qualitativa).

O trabalho de projeto seguiu os procedimentos seguintes:

✓ **Duração**

O trabalho foi desenvolvido no 2.º semestre da atividade letiva, de 5 a 31 de março de 2025, conforme calendário escolar infra.



Figura 3.1 – Calendário escolar 2.º semestre

Durante o referido período, respeitou-se o horário atribuído no início do ano letivo, sendo que os dias e turmas selecionadas foram:

- 2.ª Feira
  - Das 08:30 às 10:00 – Turma 7.º FPB3 – Disciplina Competências Digitais
- 3.ª Feira
  - Das 11:55 às 13:25 – Turma 8.º FPB3 – Disciplina Competências Digitais
  - Das 14:30 às 15:15 – Turma 7.º B – Disciplina de TIC;
  - Das 16:10 às 17:40 – Turma 8.º B – Disciplina de TIC
- 4.ª Feira
  - Das 10:20 às 11:50 – Turma 8.º A – Disciplina de TIC
  - Das 12:40 às 13:25 – Turma 9.º B – Disciplina de TIC
- 6.ª Feira
  - Das 08:30 às 09:15 – Turma 7.º FPB3 – Disciplina Formação Tecnológica TIC
  - Das 09:15 às 10:00 – Turma 7.º A – Disciplina de TIC
  - Das 15:15 às 16:00 – Turma 9.º A – Disciplina de TIC

✓ **Etapas**

1. Organizar as turmas do 7.º, 8.º e 9.º do regular, 7.º e 8.º do curso profissionalizante
2. Levantamento dos conhecimentos que tinham sobre VR/AR (diagnóstico)
3. Explicação das tecnologias e plataformas
4. Instalação das aplicações nos telemóveis, *tablets* e computadores. Registo nas plataformas (*CoSpaces, ArtSteps e TinkerCad*)
5. Pré-treino com os óculos e com os cubos (incluindo a sua construção)
6. Experiências com ambas as tecnologias, em grupos de 2-3 alunos. Dentro da sala de TIC (alunos do regular) e fora da sala, especificamente na biblioteca (alunos do profissionalizante)
7. Escolha de conteúdos nos óculos, especialmente com a matérias que estavam a aprender noutras disciplinas

8. Registo das experiências imersivas
9. Avaliação das aprendizagens (formativa e sumativa)

✓ **Papel do docente**

Tal como descrito no Cenário de Aprendizagem, cabe ao docente a responsabilidade de apresentar e explicar o funcionamento da Realidade Virtual e Aumentada, acompanhar todo o processo de ensino e aprendizagem, orientar, incentivar e avaliar os alunos, tendo em conta os conhecimentos adquiridos, questionar os alunos e fornecer feedback imediato. Tudo isto seguindo uma lógica baseada nos conceitos teóricos adquiridos, concretizando-se em três dimensões: na concreta, em que o docente apresenta os *softwares* e o cubo; na pictórica, para um pré-treino com exemplos gráficos; e na abstrata, onde o docente ensina verbalmente, recorrendo aos ensinamentos da aprendizagem multimédia e como os alunos devem utilizar as ferramentas, plataformas e o cubo.

✓ **Exemplo de atividades**

**Realidade aumentada**

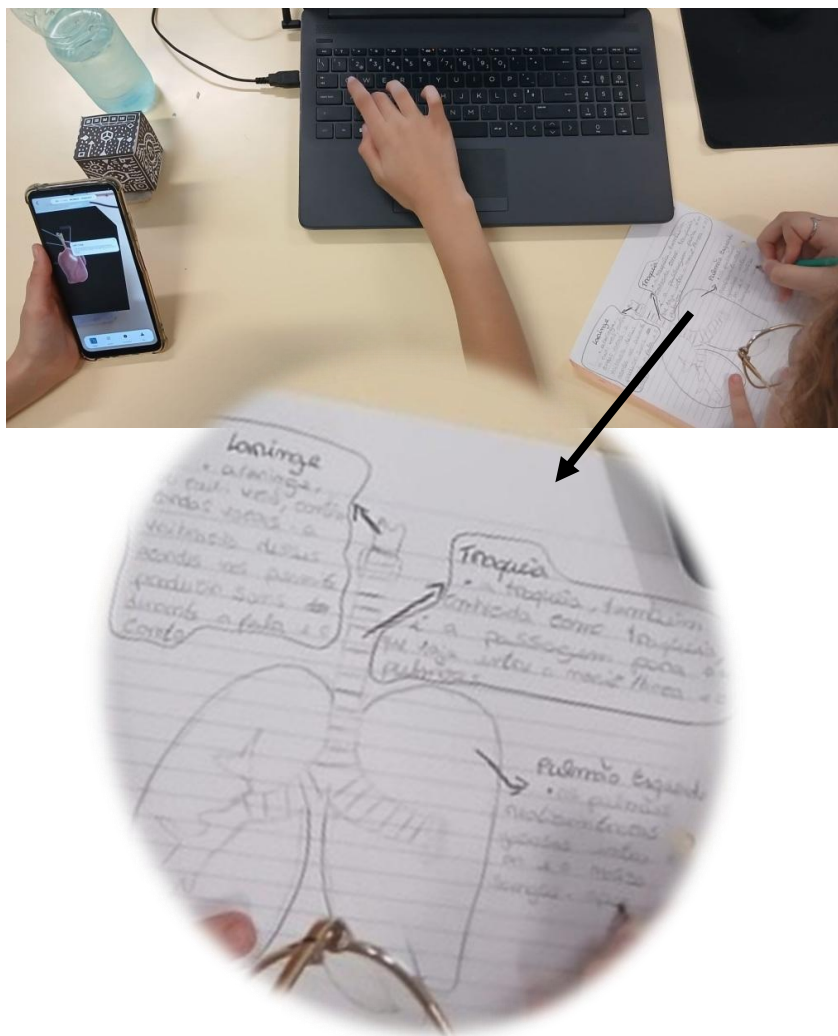


Figura 3.2 – Tecnologias imersivas com significado 1



Figura 3.3 – Tecnologias imersivas com significado 2

### Realidade virtual



Figura 3.4 – Realidade virtual em ambiente informal

## Ambiente imersivo (CoSpaces)



Figura 3.5 – Ambiente imersivo CoSpaces

## Ambiente imersivo (Artsteps)

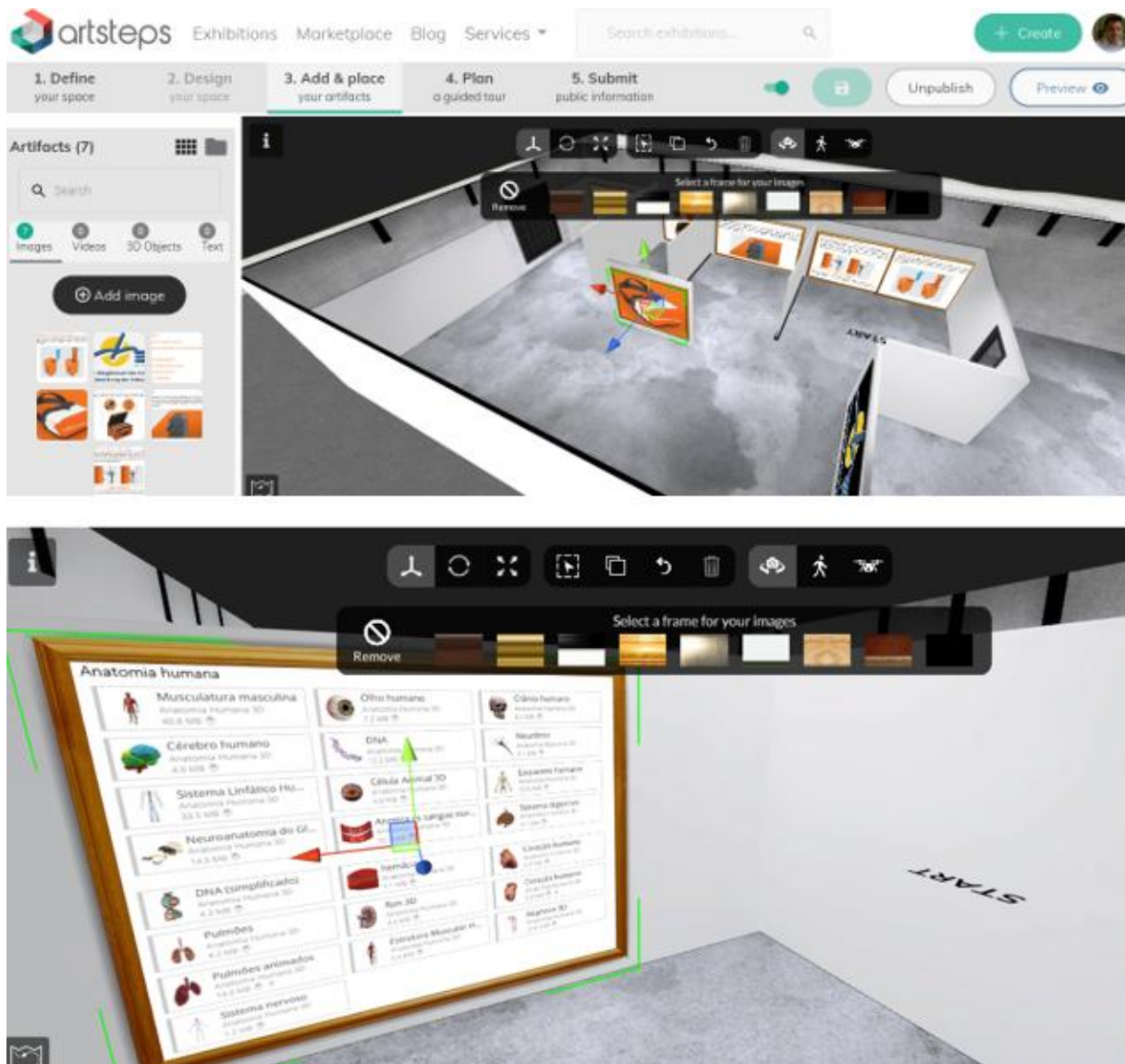


Figura 3.6 – Ambiente imersivo ArtSteps

### ✓ Participantes

Participaram no estudo cerca de 105 alunos, distribuídos pelo mesmo ciclo de estudos e de diferentes programas de ensino. Dos 105 alunos, 48 são do sexo feminino e 57 são do sexo masculino, com média de 14,25 anos de idade. Tendo em conta os dados recolhidos e tratados estatisticamente, obteve-se os resultados seguintes:



Figura 3.7 – Distribuição das turmas por sexo

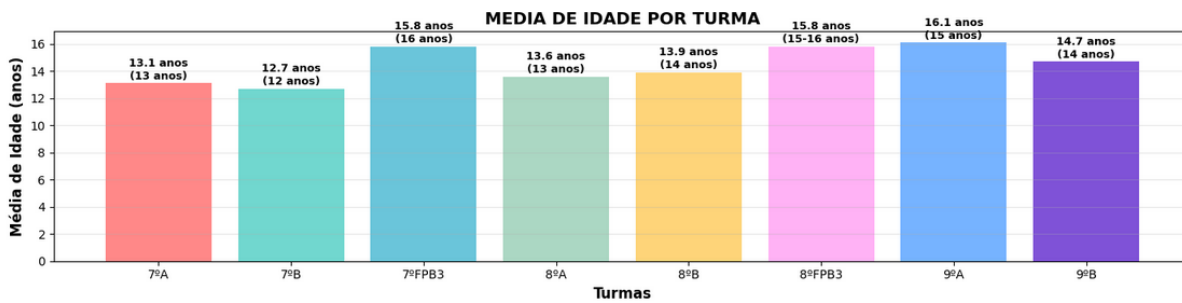


Figura 3.8 – Média de idade por turma

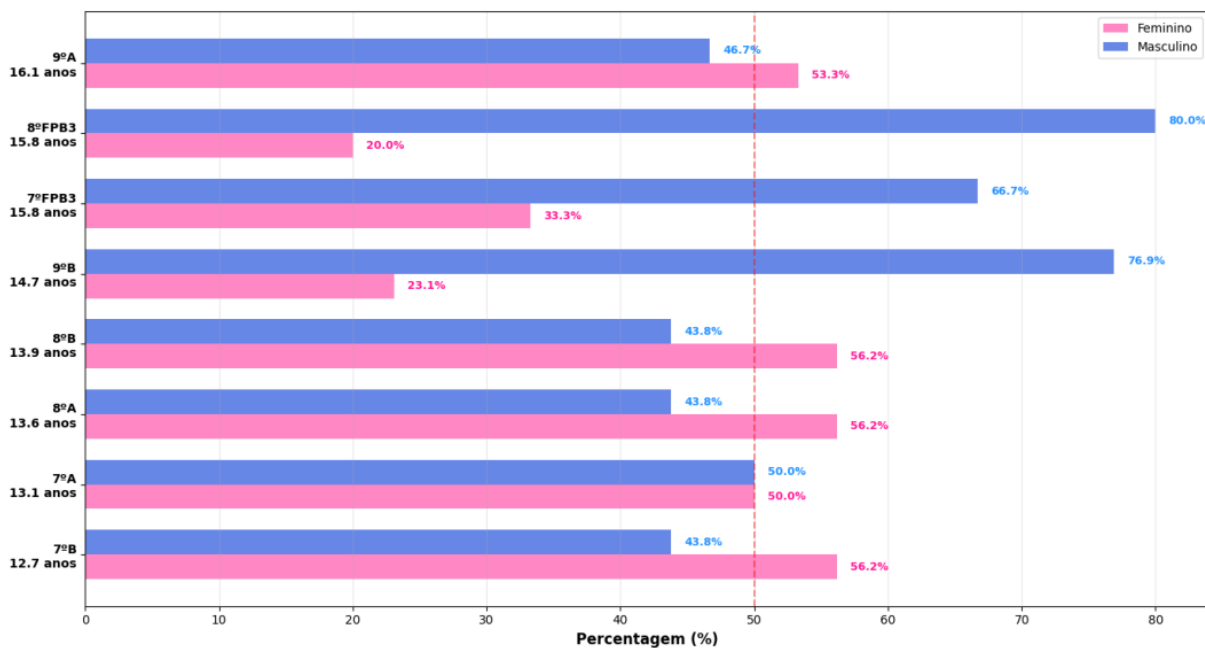


Figura 3.9 – Turma, média de idade, sexo e percentagem

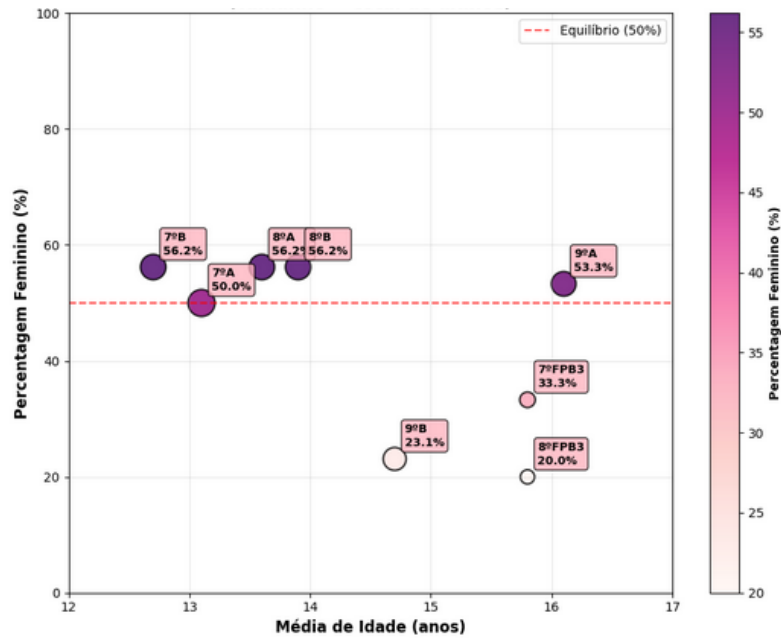


Figura 3.10 – Relação da proporção feminina vs idade

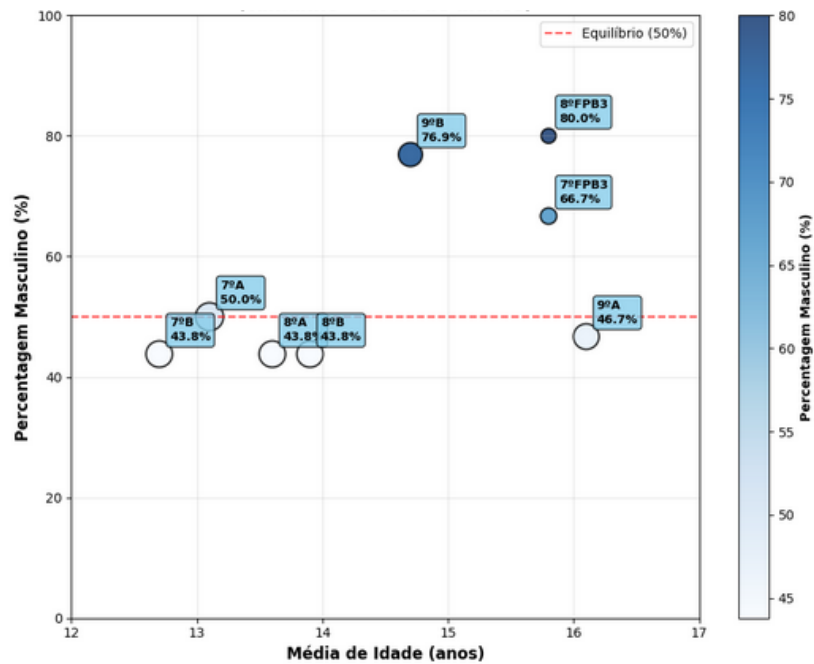


Figura 3.11 – Relação da proporção masculina vs idade

### 3.2 Contexto educativo

Segundo os dados do Instituto Nacional de Estatística<sup>36</sup> e o portal da Pordata<sup>37</sup>, o contexto educativo onde foi desenvolvido o trabalho de projeto, possui as características seguintes:

<sup>36</sup> <https://www.ine.pt>

<sup>37</sup> <https://www.pordata.pt>

## ✓ População

Até ao final de 2024, residiam na Povoação cerca de 5883 pessoas, das quais 724 tinham menos de 15 anos, 4062 tinham idades compreendidas entre os 16 e os 64 anos de idade, enquanto que 1097 tinham mais do que 65 anos de idade. No geral, 2900 são homens e 2983 são mulheres. A faixa etária com menos de 15 anos, representam 358 homens e 366 mulheres, enquanto que dos 16 aos 64 anos de idade, há 2047 homens e 2015 mulheres e com mais de 65 anos de idade, temos 495 homens e 602 mulheres. Perante este cenário, podemos afirmar que a densidade populacional na Povoação está nos 55 habitantes por Km<sup>2</sup>.

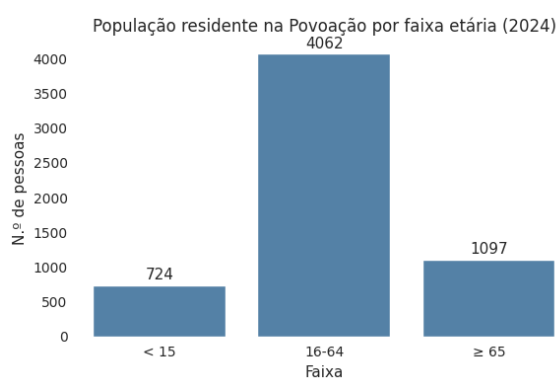


Figura 3.12 – Residentes na Povoação por faixa etária (2024)

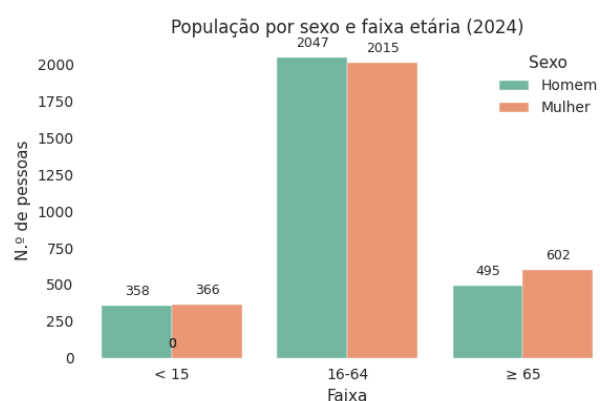


Figura 3.13 – População por sexo e faixa etária (2024)

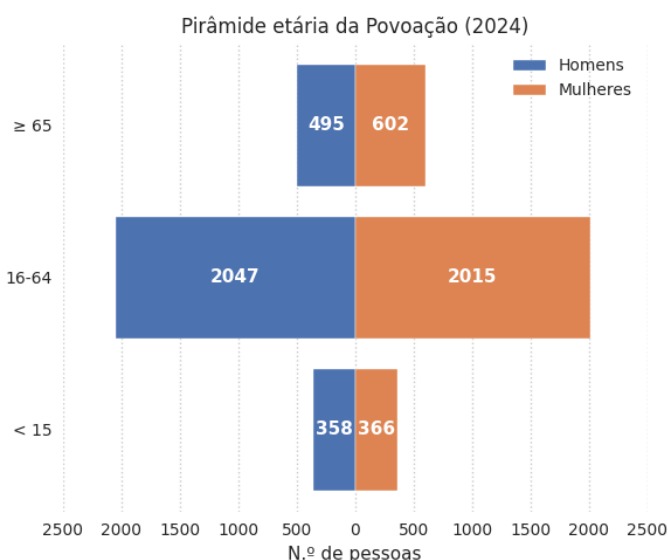


Figura 3.14 – Pirâmide etária da Povoação

## ✓ Educação

No ano letivo 2023/2024, estavam matriculados nas escolas 843 alunos, sendo que 116 alunos estavam no pré-escolar, cerca de 530 alunos no ensino básico e 197 no ensino secundário. Um facto que, para

nós, é importante e que já tínhamos alertado para as questões da demografia, em 2024 a Povoação tinha menos 22 alunos no pré-escolar, 63 alunos no ensino básico e 33 alunos no secundário. Neste ponto, gostaríamos de registar uma posição crítica e reflexiva, pois para além da variação do número de alunos, por variadíssimas razões, a oferta no ensino é muito redutora, fazendo com que haja mais movimentação da população para os concelhos próximos, onde apresentam maior oferta formativa, especialmente no ensino secundário.

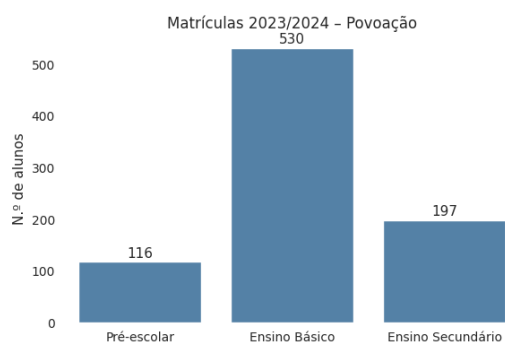


Figura 3.15 – Matrículas 2023/2024

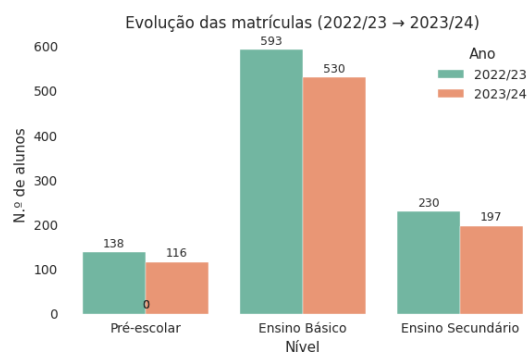


Figura 3.16 – Evolução das matrículas 22/23 e 23/24

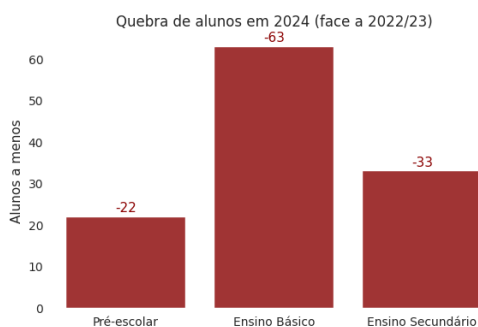


Figura 3.17 – Quebra de matrículas em 2024 face a 22/23

#### ✓ **Empregabilidade por nível de escolaridade**

No que respeita à empregabilidade por nível de escolaridade e recorrendo ao ano de referência de 2023, regista-se que dos 871 trabalhadores por conta de outrem, cerca de 502 trabalhadores não possuem o ensino secundário, sensivelmente 315 trabalhadores possui o ensino secundário e apenas 54 trabalhadores possui o ensino superior. As atividades que empregam mais trabalhadores são as seguintes: Alojamento: 19,8%; Restauração e similares: 18,2%; Agricultura, produção animal, caça, floresta e pesca: 14,3%; Comércio a retalho, exceto de veículos automóveis e motocicletas: 8,1%; Indústrias transformadoras: 7,4%.

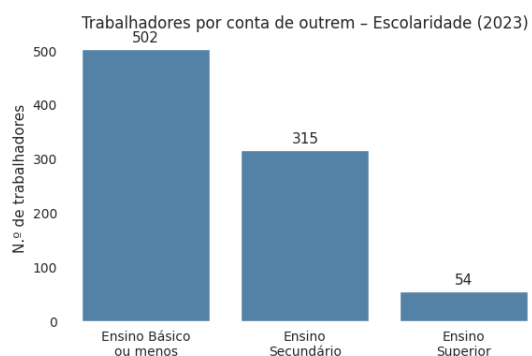


Figura 3.18 – Trabalhadores por conta de outrem e escolaridade 2023

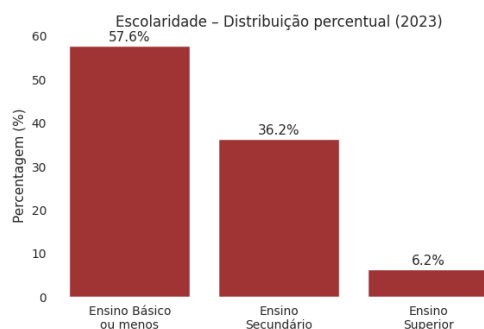


Figura 3.19 – Distribuição percentual da escolaridade 2023

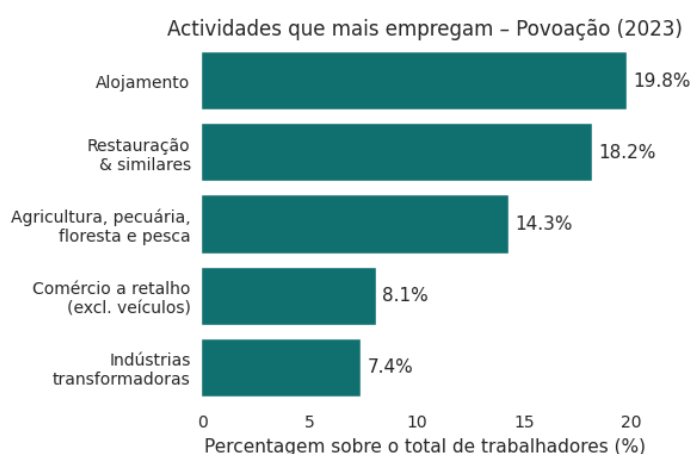


Figura 3.20 – Actividades que mais empregam 2023

Atualmente a Escola Básica e Secundária da Povoação é composta por sete escolas EB1/JI, duas escolas com o 2.º e 3.º Ciclo e uma escola com o ensino secundário. Foi feito um levantamento do número de docentes por grupo disciplinar e capacidade da infraestrutura tecnológica da escola, em que o cenário é o seguinte:

- **Corpo docente por grupo disciplinar**

Tabela 3.1 – Corpo docente por grupo disciplinar

Grupo	Qt	Grupo	Qt
100 - Pré-Escolar	18	330 – Inglês	5
101 – Educação Especial – Pré Esc.	2	400 – História	5
111 – Educação especial – 1.º Ciclo	5	410 – Filosofia	2
110 – 1.º Ciclo	33	420 – Geografia	4
120 – Inglês do 1.º Ciclo	1	430 – Economia e Contabilidade	1
200 – Português e Estudos Sociais/História	5	500 – Matemática	7
210 – Português e Francês	1	510 – Física e Química	3
220 – Português e Inglês	3	520 – Biologia e Geologia	5
230 – Matemática e Ciências Naturais	6	550 – Informática	3
240 – Educação Visual e Tecnológica	8	600 – Artes Visuais	1
250 – Educação Musical	3	620 – Educação Física	4

260 – Educação Física	6	700 – Educação Especial 2.º/3.º/Sec	2
290 – Educação Moral e Religiosa Católica	1	-	-
300 – Português	8	-	-
320 – Francês	5	-	-
	<b>105</b>		<b>42</b>
<b>Totais: 147</b>			

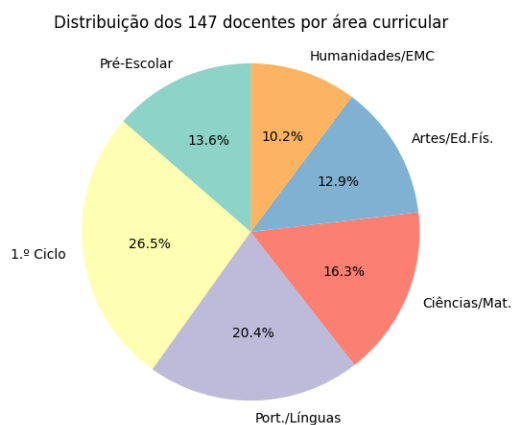


Figura 3.21 – Distribuição dos docentes por área curricular

- **Capacidade da infraestrutura tecnológica**

Tabela 3.2 – Infraestrutura tecnológica

Equipamentos	Escolas		
	EB1/JI	2.º e 3.º CEB	Ensino Sec.
PC's Desktop	-	18	30
PC's Portáteis	74	38	-
Tablets	87	-	-
Routers	3	4	4
Switches	1	1	1
Pontos de acesso (Wi-Fi)	7	8	8
Servidor (gestão contas EDU)	1		

Distribuição de equipamentos TIC por categoria

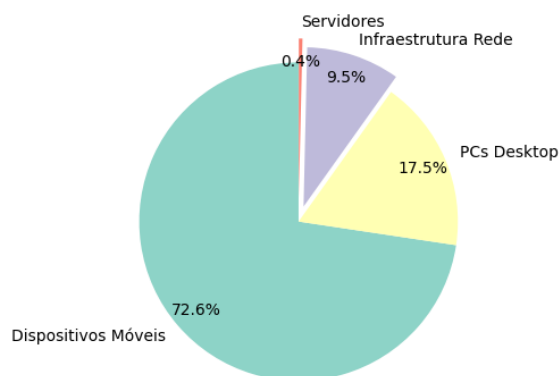


Figura 3.22 – Distribuição de equipamentos TIC por categoria

### **3.2.1. EB 2,3/S Maria Isabel do Carmo Medeiros**

Para além da descrição realizada na introdução, em especial no ponto 1.1. (Contextualização do trabalho de projeto) a Escola Básica 2,3/Secundária Maria Isabel do Carmo Medeiros é a única escola secundária pública no concelho da Povoação, abrangendo as freguesias de Furnas com 1439 residentes, Ribeira Quente com 798 residentes, Vila da Povoação com 2441 residentes, N.ª Sr.ª dos Remédios com 1065 residentes, Faial da Terra com 342 residentes e Água Retorta com 429 residentes. Apenas 32,64% da população de Furnas possui o ensino secundário, Ribeira Quente conta com 21,85%, Vila da Povoação regista 31,28%, N.ª Sr.ª dos Remédios com 34,71%, Faial da Terra com 18,98% e a freguesia de Água Retorta conta com 23,08%. Estes dados foram consultados no âmbito dos Censos 2021<sup>38</sup>, sendo mais atualizados do que os dados que existem na página oficial da Câmara Municipal de Povoação<sup>39</sup>. A totalidade das freguesias que possuem acesso ao ensino secundário público, cobre uma área de 110,30Km<sup>2</sup>. As acessibilidades entre as freguesias e a EB 2,3/S Maria Isabel do Carmo Medeiros apresentam alguns desafios e a escola, com o ensino secundário, existe há mais de 30 anos.

### **3.2.2. EB 1,2,3/JI de Furnas**

A EB 1,2,3/JI de Furnas situa-se na freguesia de Furnas, com 1401 residentes. Deste número, estão matriculados 64 alunos no 3.º CEB e estatisticamente o cenário é o seguinte: o 7.º ano conta com 20 alunos, o que representa 31,25%, no 8.º ano há 22 alunos, o que equivale 34,38% e no 9.º ano temos o mesmo número, isto é, 22 e com a mesma percentagem, ou seja, 34,38%. Os alunos matriculados na escola, para além das boas condições físicas, possuem ao seu dispor um autêntico laboratório natural, podendo usufruir de experiências únicas e aprendizagens muito significativas, para tal, contam com o apoio do Centro de Interpretação Ambiental de Furnas, Observatório Microbiano dos Açores, Azores Treetop Park, Parque da Grená, Jardim Botânico, entre outros.

Em termos de empregabilidade, a população trabalha nos sectores seguinte: Primário – Agropecuária, viveirismo, produção de inhames, floricultura. Secundário – Produção de água mineral, construção civil e artesanato. Terciário – Restauração, hotelaria, turismo e comércio.

A escolha desta metodologia não foi por acaso, pelo contrário, revelou-se a mais adequada para responder à questão central do estudo. A componente qualitativa foi fundamental para capturar o como. Permitiu compreender a complexidade e a riqueza da experiência vivida pelos alunos. A componente quantitativa permitiu medir e generalizar as implicações para a aprendizagem. Através das escalas de Likert e da análise estatística, foi possível quantificar o grau de satisfação e todas as componentes já mencionadas. A triangulação de dados, resultante desta abordagem mista permitiu

---

<sup>38</sup> [https://censos.ine.pt/xportal/xmain?xpgid=censos21\\_populacao&xpid=CENSOS21](https://censos.ine.pt/xportal/xmain?xpgid=censos21_populacao&xpid=CENSOS21)

<sup>39</sup> <https://www.cm-povoacao.pt/index.php/juntas-de-freguesia>

uma visão holística e robusta do fenómeno em estudo, conferindo maior validade e profundidade às conclusões.

### **3.3. Estratégia metodológica**

Numa primeira fase da estratégia metodológica, identificou-se um desafio significativo: a falta de acesso a recursos de aprendizagem devidamente equipados, as dificuldades logísticas no transporte e o fraco contacto com experiências reais. O simples facto de os alunos não terem acesso a determinados recursos constituía, por si só, um potencial fator de desmotivação. A partir deste ponto, o desafio passou a envolver toda a comunidade educativa. O primeiro passo foi dado com o registo dos dois kits de Realidade Virtual e Aumentada disponíveis na escola, até então inutilizados e sem aplicação prática. Daqui emergiu o primeiro objetivo deste trabalho: compreender o papel das tecnologias VR/AR no processo de ensino e aprendizagem. Com estes recursos, o aluno passou a poder aprender sem necessidade de deslocação física. Apesar de não substituir completamente a experiência real, a aprendizagem em VR/AR aproxima-se notavelmente dela. Neste contexto, surgiram questões pedagógicas fundamentais:

- Como ensinar com estas tecnologias?
- Como envolver o aluno para que aprenda melhor?
- Porque motivo o dispositivo necessita de estar permanentemente ligado à internet para carregar os conteúdos escolhidos?

As respostas a estas questões surgiram de forma gradual, culminando na elaboração de um manual temático, acessível através de códigos QR, que permitia carregar conteúdos mediante uma única ligação à rede da escola. Após o carregamento, os alunos puderam explorar os conteúdos com autonomia e qualidade, consolidando aprendizagens significativas.

O segundo desafio emergiu de seguida: analisar as tendências e desafios da transformação digital na educação. Os alunos começaram a questionar porque motivo os óculos de VR/AR não eram utilizados noutras disciplinas. Bastou um breve diálogo na sala de professores e nos corredores da escola (espaços informais onde frequentemente se partilha a prática docente) para perceber que a principal limitação era a falta de formação contínua dos docentes. O material tecnológico é fornecido, mas, a partir desse momento, raramente há acompanhamento ou capacitação para o seu uso pedagógico. Com efeito, a transformação digital na educação, embora amplamente discutida há mais de duas décadas, continua a enfrentar obstáculos na sua implementação prática.

Face a este diagnóstico, definiu-se o terceiro objetivo: implementar soluções digitais. Não bastava apenas registar dispositivos e garantir acessibilidade aos conteúdos, era necessário criar um espaço de experimentação partilhada, um laboratório imersivo. Foi neste contexto que se

introduziu o simulador *CoSpaces*, permitindo aos alunos explorar ambientes virtuais de forma segura e aplicar os conhecimentos adquiridos com os óculos VR. Esta etapa marcou o início da concretização efetiva de soluções digitais.

O quarto objetivo, executar projetos de transformação digital, materializa-se neste próprio trabalho de projeto, concebido para ser replicável por outros docentes que disponham dos conhecimentos e recursos necessários.

Por fim, o último objetivo consistiu na criação de soluções digitais adaptadas às necessidades dos alunos. Após o período de sensibilização e formação, os alunos passaram a criar os seus próprios objetos 3D, que armazenavam no simulador ou exportavam em formato .stl para posterior impressão em 3D. A motivação aumentou significativamente, pois os alunos passaram a ver materializados os seus projetos, levando para casa recordações tangíveis daquilo que aprenderam e criaram na sala de aula.

Estrategicamente, as pesquisas foram feitas nas bases de dados Web of Science, Scimago Journal and Country Rank, Journal Citation Reports, Scopus, Google Scholar, nos repositórios das primeiras dez universidades listadas no Center for World University Rankings, RCAAP, ResearchGate e páginas oficiais sobre conferências, simpósios encontros internacionais sobre a VR e AR. Tudo isto foi categorizado na plataforma e ferramenta Mendeley. Nas pesquisas e numa primeira fase, utilizou-se o operador AND, mas rapidamente devolveu artigos redutores, com muita imprecisão dos termos. Depois aumentou-se o grau de profundidade na pesquisa e utilizou-se outros operadores, especificamente, o intitle:, filetype:, " ", –, OR e intext:. Nos repositórios abertos, utilizou as palavras chave Realidade Virtual, Realidade Aumentada e Aprendizagem. Depois da organização dos artigos, buscou-se responder às quatro questões iniciais (Como é que os alunos utilizam a Realidade Virtual em contextos e condições diferentes? Qual o contributo da Realidade Virtual no acesso a laboratórios de prática? Porque é que as fracas condições de mobilidade fortalecem o uso da Realidade Virtual? Que experiências de Realidade Virtual se pode indicar em duas escolas de diferentes concelhos?) e todas elas, para além de merecerem novas investigações, levaram à questão principal, isto é, como é que os alunos do 3.º CEB utilizam a VR e AR em contextos educativos formais e informais, e que implicações isso tem para a sua aprendizagem? O presente trabalho de projeto pretende contribuir e responder.

Numa segunda fase da estratégia metodológica, os alunos já tinham desenvolvido alguns trabalhos. Foram registadas as suas descobertas no papel, alguns pesquisaram termos para traduzir, outros aprimoraram os seus desenhos e a maioria recriou objetos 3D. Nesta etapa, adotou-se uma metodologia qualitativa para analisar os processos de aprendizagem. Posteriormente, foram recolhidas respostas através dos formulários do Google, constituídas por respostas fechadas, focadas nos perfis de aprendizagem, nos conhecimentos prévios sobre o tema, na satisfação e nos efeitos da

aprendizagem. Nesta fase, recorreu-se também a uma metodologia quantitativa, de forma a complementar a análise. Assim, optou-se por uma metodologia mista, integrando ambas as abordagens de forma complementar.

Numa terceira fase, procedeu-se à exposição e reflexão sobre os conhecimentos prévios, aproveitando a oportunidade para alinhar tanto esses conhecimentos como os produtos finais desenvolvidos dentro e fora da sala de aula. Este alinhamento considerou referenciais teóricos clássicos da psicologia da educação, modelos de aprendizagem, a seleção das turmas e a definição de tempos destinados à aplicação da VR/AR junto dos alunos, sempre com o objetivo de responder à pergunta de partida.

Os resultados desta fase podem ser replicados em outros concelhos e contextos educativos, uma vez que o presente trabalho de projeto será publicado e terá acesso aberto.

Por fim, importa reconhecer algumas limitações. Destaca-se a aplicação dos ambientes imersivos junto dos alunos, considerando que estes não possuíam conhecimento prévio sobre a temática. Verificou-se também a necessidade de otimizar a utilização dos dispositivos existentes na escola, incluindo o registo e atualização do *firmware*, a resolução de questões técnicas, a disponibilização de equipamentos para todos os alunos, a adoção de soluções inclusivas e a gestão das deslocações entre escolas, algumas das quais com acessibilidade limitada.

## Capítulo 4 – Análise dos dados e apresentação dos resultados

### 4.1. Resultados da intervenção no contexto formal de sala de aula

No seguimento do cenário de aprendizagem apresentado no ponto 2.4.8. apresentamos os resultados obtidos em três momentos, a saber: avaliação diagnóstica, avaliação formativa e avaliação sumativa. Todos os instrumentos foram criados nos formulários da Google. Os dados, recolhidos nas respetivas folhas de cálculo, foram tratados em Python, com as bibliotecas matplotlib.pyplot, numpy, pandas e seaborn.

#### Resultados da avaliação diagnóstica

Foi elaborado um inquérito por questionário (Anexo E), de resposta fechada num conjunto de 20 questões. O primeiro bloco de 10 questões prende-se com o conhecimento prévio sobre a VR/AR, a existência dos kits na escola, os dispositivos existentes no mercado, as plataformas e ferramentas de desenvolvimento de objetos e cenários para VR/AR, o conhecimento de entidades existentes e a existência de cubos para a AR. O segundo bloco, também de 10 questões, foi desenvolvido a pensar nos conhecimentos que os alunos tinham sobre ambientes imersivos, avatares, plataformas de criação de objetos 3D, nomenclaturas utilizadas nos tipos de ficheiros para VR/AR e conhecimentos sobre realidade mista e estendida. Os resultados obtidos foram trabalhados por categorias de modo a obtermos uma visão mais abrangente da situação dos conhecimentos prévios. A seguir apresenta-se parte dos gráficos trabalhados e a sua totalidade encontra-se no anexo F.

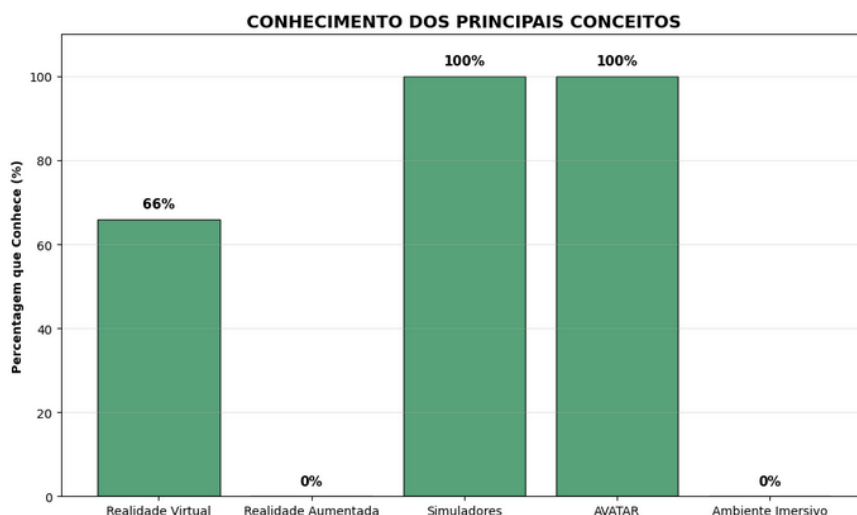


Figura 4.1 – Conhecimento das principais conceitos

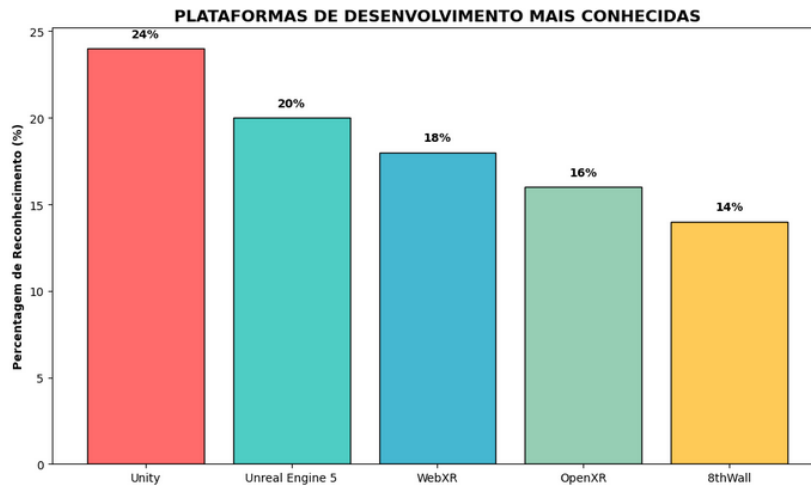


Figura 4.2 – Conhecimento das principais plataformas

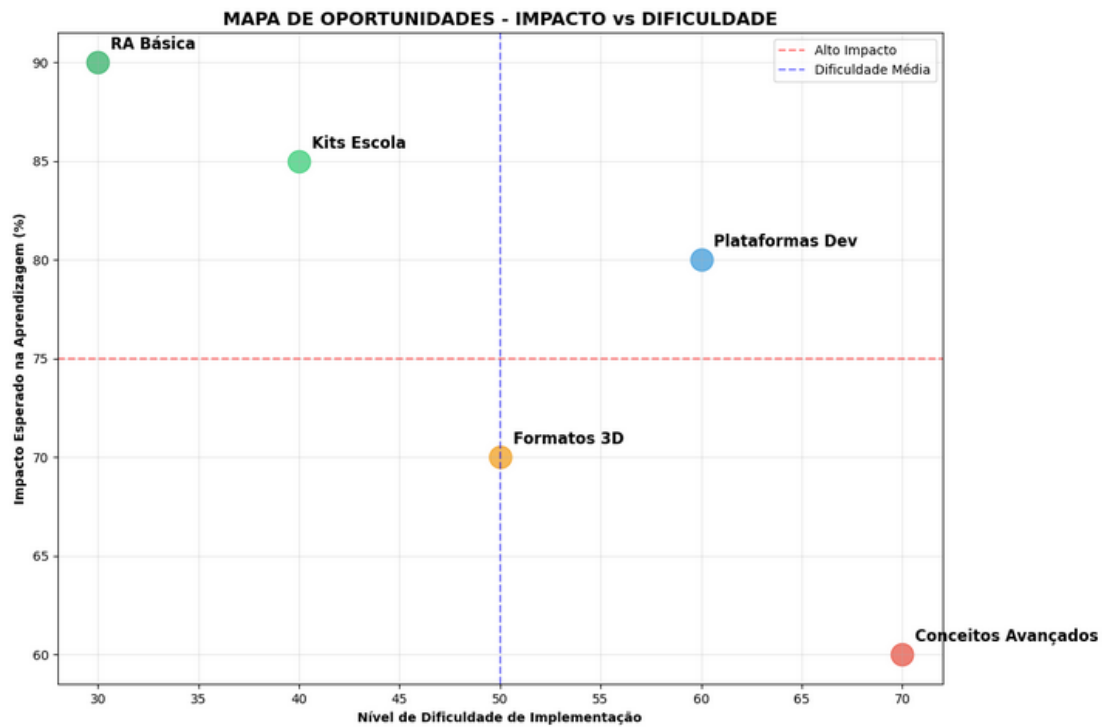


Figura 4.3 – Mapa de oportunidades de aprendizagem

### Resultados da avaliação formativa

Tendo em conta os ensinamentos de Bandura, A. (1977), especificamente sobre a observação direta, foi criado uma grelha (Apêndice A) para registar o que estava a ser observado não só nos contextos formais, como também informais.

Todas as atividades foram desenvolvidas segundo o modelo ASSURE, defendido por Heinich, R., et al. (1999). Pretendeu-se, com este modelo, não só colocar em prática os contributos de Gagné, como também testar a sua eficácia na aplicação de tecnologias imersivas.

Na mesma linha de prática, foi elaborado um inquérito por questionário (Anexo G), dividido em três categorias, a primeira acerca das atividades, a segunda diz respeito aos conhecimentos e a terceira pretendeu-se avaliar a prática dos alunos. Ao contrário da avaliação diagnóstica e sumativa, optou-se por fornecer feedback imediato num conjunto de questões a até o aluno perfazer os 100 pontos. O aluno, ao submeter todas as respostas, tem acesso de imediato às respostas certas e erradas (sendo-lhe fornecido um comentário para cada uma), bem como a pontuação final. Cada aluno responde uma única vez e as questões estão distribuídas aleatoriamente. Os gráficos apresentados a seguir, seguem o mesmo método, ou seja, os dados foram recolhidos na folha de cálculo da Google e trabalhados em Python, com as bibliotecas já descritas. A totalidade dos gráficos estão presentes no anexo H.

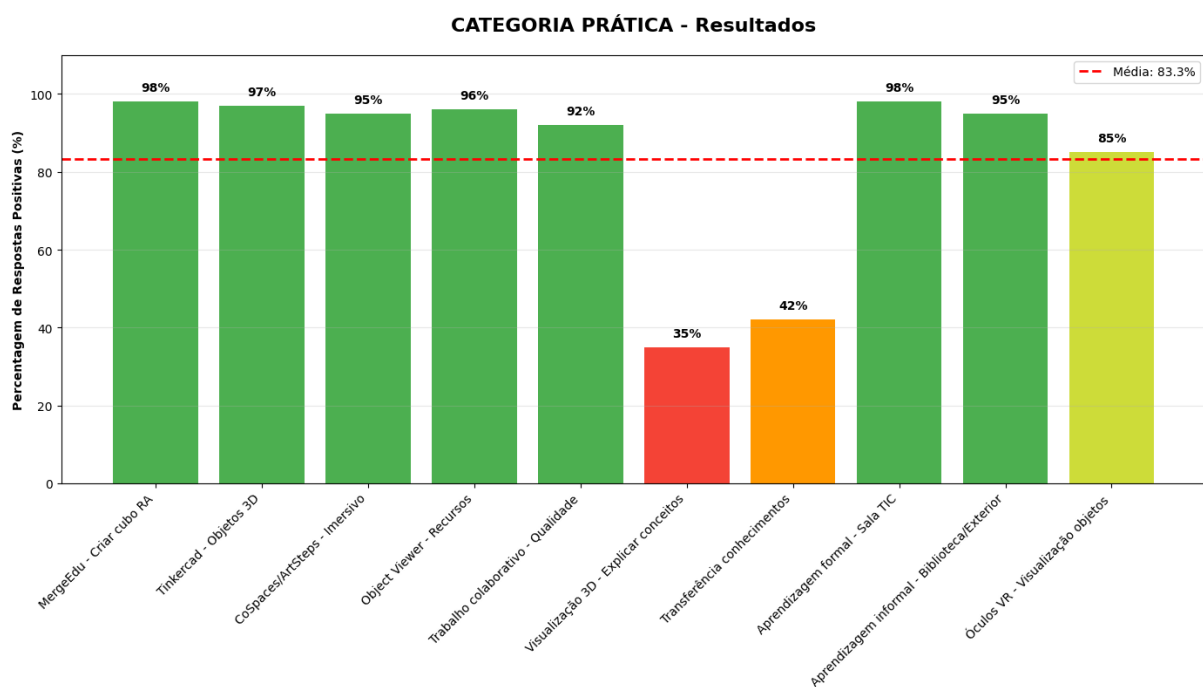


Figura 4.4 – Avaliação formativa categoria prática

### Visão Geral do Desempenho por Área

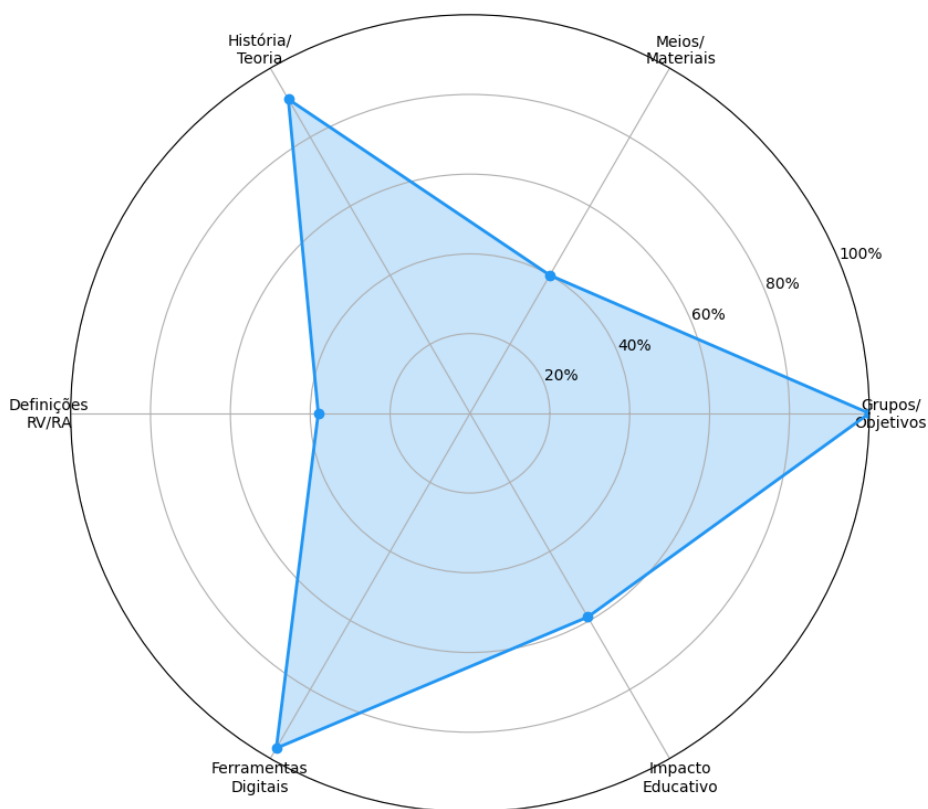


Figura 4.5 – Avaliação formativa desempenho por área

O objetivo específico deste tipo de gráfico visa mostrar convergência/divergência acerca do desempenho dos alunos nas categorias definidas e áreas de aprendizagem.

### Resultados da avaliação sumativa

Tal como na avaliação diagnóstica e formativa, foi elaborado um inquérito por questionário (Anexo I), de resposta fechada com 20 questões. Os resultados recolhidos permitem entender: o grau de satisfação com o uso das tecnologias e com os ambientes imersivos; a facilidade na criação de objetos 3D e na instalação de aplicações; o espaço físico onde a atividade decorreu; a utilidade do manual inclusivo com códigos QR; a disciplina que serviu de base à criação dos objetos 3D (e à sua narrativa); se a experiência auxiliou na compreensão de conceitos complexos e abstratos; a experiência preferida dos alunos; a classificação do tempo de utilização; e o grau de motivação global. Perante o exposto e seguindo o mesmo princípio da apresentação dos resultados obtidos na avaliação diagnóstica, a seguir apresenta-se parte dos gráficos trabalhados e a sua totalidade encontra-se no anexo J.

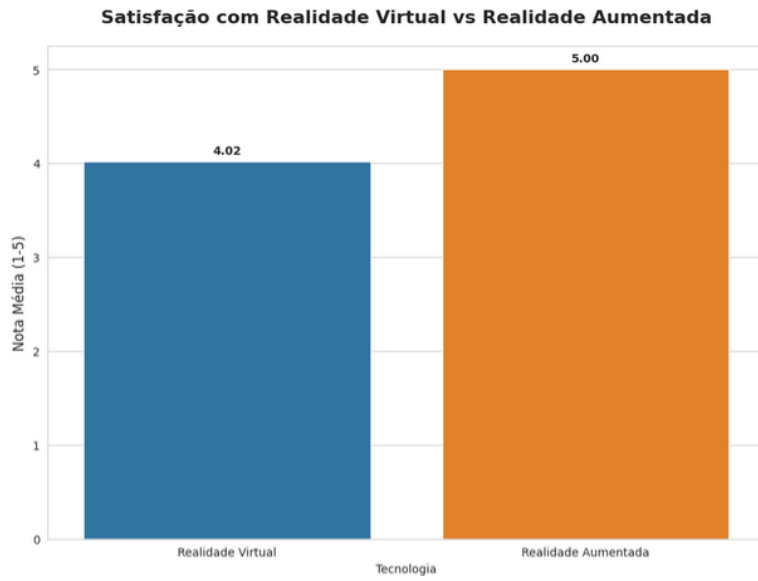


Figura 4.6 – Grau de satisfação com VR e AR

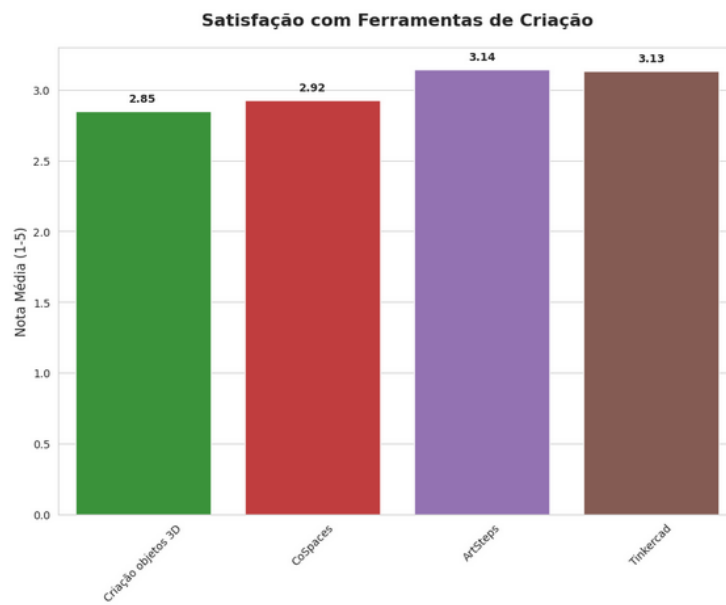


Figura 4.7 – Grau de satisfação com as ferramentas de criação

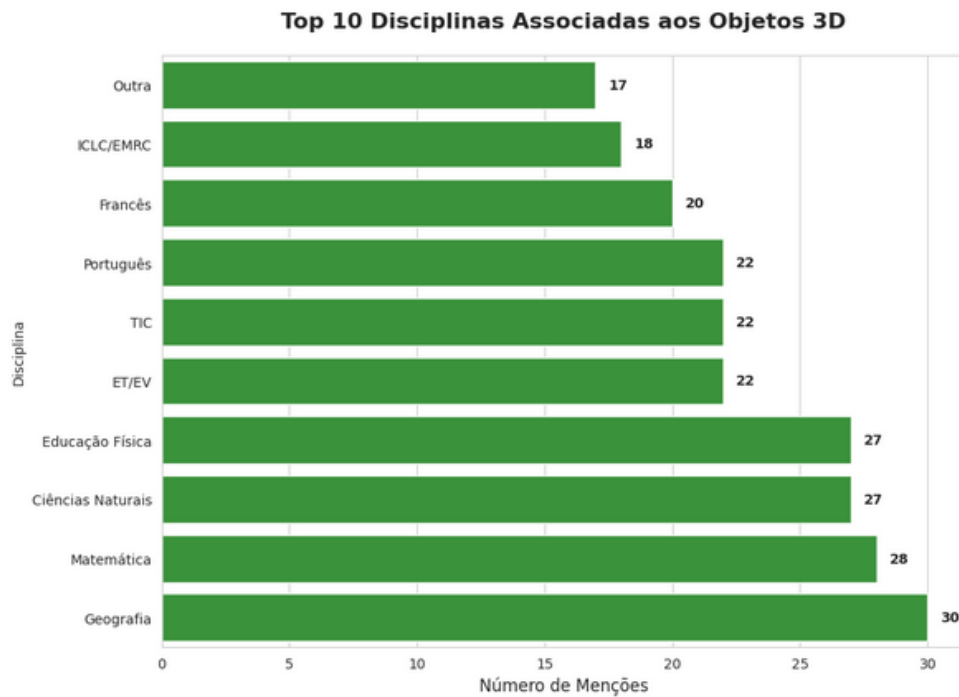


Figura 4.8 – Indicação das disciplinas com os objetos criados em 3D

A avaliação sumativa realizada permitiu não apenas aferir o estado final das percepções e competências dos alunos, mas também estabelecer comparações significativas com os dados iniciais da avaliação diagnóstica e relacionar estes resultados com o enquadramento teórico.

1. Comparação de dados iniciais, finais e impacto na aprendizagem:

A análise comparativa revela uma evolução notável. Enquanto na avaliação diagnóstica apenas 88,6% (escala de 0 a 100%) dos alunos demonstravam familiaridade com os conceitos de VR/AR, na sumativa 4,51 (escala de 0 a 5) dos alunos reportaram compreender e conseguir explicar estes conceitos, daí o resultado de satisfação. Este salto quantitativo é corroborado pela melhoria observada no desempenho durante as atividades práticas, onde os alunos transitaram de uma fase de exploração inicial para a criação autónoma de objetos 3D.

2. Feedback direto:

O impacto qualitativo é igualmente eloquente através do feedback direto dos alunos. Sete alunos do programa profissionalizante partilharam, informalmente: *"Nunca pensei ver um coração a bater"*; *"Não sabia que podia colocar animais em qualquer lugar"*; *"Eh professor, fazer coisas em 3D dá muito trabalho, mas no fim gosto de ver nos óculos o que fiz"*; *"Agora percebo de onde nasceu esta planta"*. Estes testemunhos ilustram como a experiência transcendeu o fator novidade, acabando por gerar uma aprendizagem significativa e tangível.

3. Relação com o enquadramento teórico (Capítulo 2):

Estes resultados encontram ressonância direta no enquadramento teórico apresentado. A elevada motivação e o aprender a fazer observados alinham-se com os princípios de Jerome Bruner (aprendizagem pela descoberta) e de Robert Gagné (aquisição de competências através de etapas bem definidas). A eficácia do trabalho de pares na redução da carga cognitiva, tal como defendido por Richard Mayer, foi evidente, permitindo que os alunos processassem a complexidade técnica sem sobrecarga. Finalmente, a criação de objetos 3D baseados noutras disciplinas materializa o conceito de currículo em processo, onde o conhecimento é construído de forma ativa e contextualizada, tal como defendido por Pacheco (2005). A estratégia de disponibilizar um manual inclusivo com QR Codes é um exemplo prático da aplicação do modelo ASSURE, garantindo que os recursos e tecnologias foram utilizados de modo a exigir a participação de todos os alunos.

#### **4.2. Observações em contextos informais de aprendizagem**

Esta fase do trabalho de projeto despertou excelente interesse nos alunos. A partir do momento em que estes aprenderam, na disciplina de TIC, a criar códigos QR, desenvolveram uma atividade para o exterior da escola. Sabiam que teriam de produzir algo envolvendo Realidade Virtual ou Aumentada e optaram pela Realidade Aumentada.

A atividade centrou-se na promoção e sensibilização para o desenvolvimento sustentável, especificamente nos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). O objetivo principal foi a esquematização dos 17 ODS. Para tal, os alunos reutilizaram caixas de papel, colaram cartolinas de diferentes cores, números e símbolos correspondentes a cada ODS. Após a construção, as caixas foram distribuídas pelos vários espaços públicos em redor da escola. O impacto na comunidade foi imediato, tanto entre os residentes locais como entre os turistas, despertando curiosidade sobre o conteúdo de cada caixa.

Foi notório algum nervosismo inicial nos alunos, especialmente quando lhes perguntavam como utilizar as caixas. Contudo, passado algum tempo, demonstraram maturidade e autonomia ao auxiliar a comunidade a aceder aos códigos QR, quer através da instalação de uma aplicação específica, quer utilizando o leitor incorporado nos telemóveis.

Com esta atividade, evidenciou-se uma mudança de paradigma. O contexto formal da sala de aula mantém a sua importância, mas os alunos valorizam de forma significativa a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos. Naturalmente, o docente confronta-se, neste contexto, com a necessidade de implementar o currículo oculto, promovendo aprendizagens que vão para além do conteúdo formal.



Figura 4.9 – Aprendizagem informal dos 17 ODS

Os contextos informais de aprendizagem dizem muito sobre os alunos, especialmente quando há convergência entre o que aprenderam na sala de aula e aplicam fora dela. Esta fase de trabalho de projeto necessita, tal como na aprendizagem formal, ser testado noutro contexto, noutro concelho e até noutros níveis de ensino

#### **4.3. Análise reflexiva e avaliação dos impactos**

Inicialmente, este trabalho de projeto partiu do pressuposto de que alguns alunos possuíam conhecimento ou experiência prévia em Realidade Virtual ou Aumentada. Este pressuposto baseou-se na faixa etária dos alunos: ora porque lidam diariamente com inúmeras aplicações nos telemóveis compatíveis com a Realidade Aumentada, como *Snapchat* ou mesmo *WhatsApp*, ora porque possuem consolas de jogos compatíveis com a Realidade Virtual, nomeadamente *PlayStation* ou *Xbox*. No entanto, esta base revelou-se incorreta, após uma conversa informal com os alunos e a recolha formal de dados da avaliação diagnóstica. Com base nos resultados dessa avaliação, foram tomadas opções metodológicas relativas ao ensino e aprendizagem, incluindo a escolha do modelo de ensino, ferramentas acessíveis e económicas para a Realidade Aumentada, e a necessidade de operacionalizar os kits de óculos de Realidade Virtual. Acresce que a dificuldade de transporte para os alunos da vila da Povoação até, por exemplo, ao Observatório Microbiano dos Açores (OMIC)<sup>40</sup>, situado na freguesia das Furnas, constituiu mais um motivo para recorrer às tecnologias imersivas. Tal como já descrito, o cenário não é o ideal, mas permitiu aproximar os alunos da realidade e criar condições de aprendizagem mais equitativas.

<sup>40</sup> <https://ccomic.my.canva.site/website-omic>

O processo de investigação-ação, na modalidade mista, permitiu abordar diferentes dimensões: na vertente quantitativa, testaram-se teorias, algumas clássicas, outras adaptadas aos tempos atuais, identificaram-se problemas, formularam-se hipóteses, definiram-se conceitos técnicos e variáveis operacionais, e recolheram-se dados para confirmar teorias e práticas; na vertente qualitativa, recolheram-se dados não apenas dos alunos, mas também do contexto em que vivem, levantaram-se questões iniciais, durante e no final do trabalho de projeto, criaram-se categorias de dados (cuja totalidade se encontra nos anexos), identificaram-se padrões nas várias teorias de aprendizagem e construiu-se um modelo teórico-conceptual para ensinar e aprender com qualidade através da VR/AR. Aliado a posições críticas e reflexivas para melhoria contínua, este processo demonstra que o impacto nas aprendizagens dos alunos ocorre quando existe significado; caso contrário, os conhecimentos ficam restritos à memória de curto prazo e esvanecem-se antes que os alunos consigam responder à clássica pergunta: “o que gostarias de ser quando fores grande?”

O impacto prático das tecnologias imersivas é evidente para quem acompanha este trabalho e pode ser aplicado, replicado e adaptado por professores, educadores, formadores e tutores. No entanto, é necessário reconhecer que persistem lacunas: é fundamental capacitar os docentes e desenvolver políticas públicas de governação ligadas às TIC na Educação nos Açores. É preciso ir além das formações obrigatórias anuais, ainda que estas contem com o excelente trabalho das entidades formadoras de cada uma das nossas Unidades Orgânicas. Paralelamente, os desafios técnicos, pedagógicos e estruturais precisam de ser resolvidos, sem comprometer a complexidade inerente ao ato de ensinar e aprender.

## Capítulo 5 – Discussão

Neste capítulo, pretende-se discutir três questões que vão além dos dados obtidos e tratados e contextualização, esmiuçada, do todo o trabalho de projeto.

### ✓ O que significaram os resultados alcançados com este estudo?

Observou-se como os alunos do 3.º CEB utilizam as tecnologias VR e AR e como as operacionalizam em ambientes educativos formais e informais. A utilização destas tecnologias teve um impacto claro nas suas aprendizagens, que podemos classificar como significativas, potenciado pela redução da carga cognitiva, conseguida através de sessões curtas (≈20 minutos), mas intensas.

Os resultados mostram que:

- ✓ 39% dos alunos memorizaram as definições de VR/AR;
- ✓ 40% utilizaram corretamente os meios e materiais;
- ✓ 59% registaram um impacto educativo significativo;
- ✓ 95% reconheceram a importância da história destas tecnologias;
- ✓ 98% souberam utilizar ferramentas digitais ligadas à VR/AR.

A estratégia de criação de grupos de trabalho e orientação dos objetivos atingiu uma taxa de sucesso de 100%. No seu conjunto, 71,83% dos alunos aprenderam de forma imersiva, possivelmente provocando impactos duradouros a nível cerebral. O facto de estes 71,83% estarem intimamente ligados às teorias de aprendizagem, atualmente conhecidas como modelos de instrução, revela eficácia, uma vez que estas tecnologias não apenas respondem às necessidades reais dos alunos (por exemplo, laboratórios de excelência), como também oferecem a possibilidade de aprender de forma segura e sem medo de errar, integrando o erro como parte do processo de aprendizagem, sem ser encarado como fator de medo.

### ✓ Em que medida confirmam ou contradizem outros estudos?

Este trabalho de projeto não seria o mesmo sem a interligação entre atividades e teorias de aprendizagem. A arte de ensinar exige formação contínua e compreensão do que foi estudado por diversos autores. A análise demonstra que alguns artigos anteriores não conseguiram:

- ✓ Uniformizar conceitos;
- ✓ Evidenciar a formação, profissão, profissionalismo e identidade do docente;
- ✓ Transformar as ameaças das tecnologias imersivas em oportunidades de enriquecimento das práticas pedagógicas.

Os resultados aqui apresentados contradizem estudos que questionam o continuum de Milgram e simplificam o conceito de virtualidade. Tal como defendido por Bruner, Ausubel, Bandura, Vygotsky, Mayer e Gagné, a retenção do conhecimento é complexa e exige trabalho prévio para se aprender a ensinar.

Além disso, estas evidências contribuem para colmatar lacunas identificadas por Al-Ansi, A. M. et al. (2023), que analisaram 1.563 artigos e verificaram que apenas 116 abordam docentes e alunos, sendo esta uma área menos explorada.

✓ **Quais as implicações pedagógicas práticas?**

Este trabalho de projeto vai além do pré-requisito de graduação, podendo servir como:

- inspiração;
- modelo ou matriz teórico-conceitual;
- manual de apoio inclusivo;
- guia para utilização de óculos de Realidade Virtual e aplicações móveis;
- instruções para o uso do cubo de Realidade Aumentada.

Educadores, docentes, formadores e tutores das mais diversas áreas podem recorrer a este instrumento como princípio de capacitação, desde que seja para transformar o ensino e a aprendizagem, com especial atenção para:

- diversos contextos de aprendizagem (formal, não formal e informal);
- envolvimento e motivação dos alunos;
- socialização, colaboração e cooperação;
- implementação do modelo ASSURE (ou outro modelo indicado na nota de rodapé n.º 28);
- criação de experiências de aprendizagem significativas e duradouras.

Assim, as implicações pedagógicas práticas exigem uma mudança de paradigma e a ruptura com a velha máxima do “sempre foi assim”. É necessário acrescentar valor ao conhecimento dos alunos, mediado pelas tecnologias imersivas.

## Capítulo 6 – Conclusões

### 6.1. Limitações do trabalho de projeto

Já foi referida a situação do registo dos dois kits de óculos de Realidade Virtual (Figura n.º 18), o que constituiu, sem dúvida, uma limitação. As questões técnicas tinham de ser resolvidas antes de avançar com a parte pedagógica. A segunda limitação foi, por vezes, o fraco sinal da rede sem fios. Os alunos que pretendiam continuar com experiências, como, por exemplo, a visualização de vídeos 360º, consumiam muitos dados (enviados e recebidos), sendo necessário limitar o acesso. A terceira limitação foi a falta de formação contínua dos colegas docentes. Sem esta limitação, os alunos poderiam ter continuado a trabalhar ou aplicado os conhecimentos adquiridos em TIC em outras disciplinas. A quarta limitação foi relacionada com as condições de acesso da estrada entre Furnas e Vila da Povoação (Figura n.º 1).



NOME	N.º DE SÉRIE	ARMAZENAMENTO GRATUITO (GB)
BOX1_VR1 ▲	019VRY3AUD	10.94
BOX1_VR2 ▲	019VRR2YVO	10.51
BOX1_VR3 ▲	019VREEHFG	10.35
BOX1_VR4 ▲	019VR9UBH2	10.08
BOX1_VR5 ▲	019VRMQEXU	10.42
BOX1_VR6 ▲	019VR7J2RH	10.52
BOX1_VR7 ▲	019VRPF56E	10.23
BOX1_VR8 ▲	019VRQVWME	10.22

Figura 6.1 – Dispositivos VR registados na EBS da Povoação

As duas primeiras limitações foram, sensivelmente, mitigadas ao longo de todo o processo, apesar dos vários desafios encontrados. Para as duas últimas, propõe-se a continuidade da utilização destas tecnologias por vários grupos disciplinares (Tabela n.º 11) e a aplicação da experiência nouro concelho. Caso ambas as propostas se concretizem, aconselha-se o aprofundamento da aprendizagem significativa, recorrendo à avaliação da taxonomia de Webb.

Assim, as limitações técnicas, de âmbito ou de contexto acima apresentadas, bem como as propostas metodológicas descritas, poderão servir de base para todos aqueles que pretendam incorporar estas tecnologias nas suas aulas ou sessões de formação e, desta forma, transformar digitalmente o ensino e a aprendizagem.

## **6.2. Perspetivas para investigação futura**

A partir das limitações identificadas, é possível avançar para novos estudos, mas sem nunca deixar de lado as questões inclusivas e o acesso a ambas as tecnologias. É preciso continuar a trabalhar, pois ainda há muito a explorar com a VR/AR nas escolas dos Açores. A lacuna da falta de formação contínua de docentes, bem como a escassez de publicações e ações de sensibilização, merece ser transformada em oportunidade. Com o surgimento das plataformas e ferramentas de IA, a integração desta tecnologia nos dispositivos VR/AR torna-se inevitável. Futuramente, deverá minimizar-se a utilização destas tecnologias como meras experiências pontuais ou novidades tecnológicas, transformando-as numa prática significativa e duradoura. Considerando que este domínio envolve pessoas e recursos, defende-se a criação de Núcleos de Competência TIC, especialmente nas escolas do 1.º CEB. Esta medida é particularmente urgente, uma vez que é necessário revitalizar estas escolas, que têm sido progressivamente encerradas, independentemente dos desafios demográficos.

## **6.3. Contributos do projeto para a prática educativa**

Durante todo o trabalho de projeto, foram colocadas várias questões, feitas reflexões críticas e apresentadas propostas com o objetivo de colmatar lacunas. Para a prática educativa, pretende-se contribuir, por exemplo, para a criação de microcredenciais. Este contributo justifica-se, pois, o percurso, desde a literatura até às experiências em dois contextos de aprendizagem, evidencia caminhos alinhados com os desígnios da União Europeia, ou seja, a construção de uma sociedade digital, devidamente preparada e consciente. A criação destas microcredenciais poderá ter um grande impacto na sociedade açoriana. Outro contributo relevante é a criação de um repositório de acesso aberto com os objetos 3D criados, permitindo que sejam reutilizados e adaptados à realidade de cada ilha. Perante o exposto, temos consciência de que houve limitações e que nem tudo foi perfeito – o que, de certa forma, foi positivo – mas reconhecemos que existem possibilidades de melhoria. Com estes contributos para a prática educativa, encerramos este trabalho de projeto da mesma forma que o iniciámos: dedicado, sem dúvida, aos alunos da Região Autónoma dos Açores.

## Referências Bibliográficas

- Al-Ansi, A. M., Jaboob, M., Garad, A. & Al-Ansi, A. (2023). Analyzing augmented reality (AR) and virtual reality (VR) recent development in education. *Social sciences & humanities open*, 8. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2023.100532>
- Amado, A. E. P. (2007). Avaliação de Usabilidade de Ambientes de Realidade Virtual e Aumentada [Dissertação de mestrado, Universidade de Aveiro].
- Alves, P. (2002). Autonomia curricular: A face oculta da (re)centralização? In MOREIRA, António Flávio [et al.], org. – Currículo e Produção de Identidades: actas do Colóquio sobre Questões Curriculares, 5, Braga, 2002. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1822/485>
- Almeida, F., & Morais, J. (2023). Exploring the synergy between instructional design models and learning theories: A systematic literature review. *Contemporary Educational Technology*, 15(4), ep462. <https://doi.org/10.30935/cedtech/14289>
- André, A. & Rodrigues, A. (2013). Emergência e desenvolvimento do conceito de competência. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.22/7553>
- Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational Research Review*, 20, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.11.002>
- Azuma, R. T. (1997). A Survey of Augmented Reality. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>
- Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., & Graf, S. (2014). Augmented reality trends in education: A systematic review of research and applications. *Journal of Educational Technology & Society*, 17(4), 133–149. <https://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.17.4.133>
- Bandura, A. (1977). *Social learning theory*. Prentice Hall.
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: toward a unifying theory of behavioral change, *Psychological Review* 84, 191–215.
- Bandura, A. (1986). *Social Foundations of Thought and Action: A Social Cognitive Theory*. Englewood Cliffs, Prentice Hall.
- Barbosa, R. M. (2005). *Ambientes Virtuais de Aprendizagem*. Artmed.
- Bloom, B. S., Hastings, J. T., & Madaus, G. F. (1971). *Handbook on formative and summative evaluation of student learning*. McGraw-Hill.
- Bonetti, F., Warnaby, G., & Quinn, L. (2018). Augmented Reality and Virtual Reality in Physical and Online Retailing: A Review, Synthesis and Research Agenda. 119–132. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-64027-3\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-319-64027-3_9)
- Bruner, J. S. (1960). *The process of education*. Harvard University Press.
- Bruner, J. S. (1998). *Para uma teoria da educação*. Relógio D'água.

- Carr, C. N., de Sá Santos, A. J., & Carr, R. F. (2023). Modelagem de dados para realidade virtual e aumentada: Desafios e soluções ao lidar com dados espaciais e interativos. *Revista Contemporânea*, 1(1).  
<https://ojs.observatoriolatinoamericano.com/ojs/index.php/olel/article/view/1422>
- Cardinet, J. (1985). *L'évaluation scolaire*. Éditions Universitaires Fribourg Suisse.
- Carvalho, A. A. (2007). Rentabilizar a Internet no Ensino Básico e Secundário: dos Recursos e Ferramentas Online aos LMS. *Sísifo: Revista de Ciências da Educação*, (3), 25–40.
- Castelhano, M., Morgado, L., Almeida, D., & Pedrosa, D. (s.d.). Mapeamento de ferramentas de Realidade Virtual Imersiva para a Educação. Repositório Aberto, Universidade Aberta. Disponível em <https://repositorioaberto.uab.pt/server/api/core/bitstreams/c2ab7cb7-29b4-4eeb-bea3-32df3d321e8e/content>
- Ch'ng, L. K., & Ch'ng, L. K. (2023). Artificial intelligence for learning analytics and instructional design steps: An overview of solutions. ResearchGate. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.36559.23206>
- Chalkiadakis, A., Seremetaki, A., Kanellou, A., Kallishi, M., Morfopoulou, A., Moraitaki, M., & Mastrokourou, S. (2024). Impact of Artificial Intelligence and Virtual Reality on Educational Inclusion: A systematic review of technologies supporting students with disabilities. *Education Sciences*, 14(11), 1223. <https://doi.org/10.3390/educsci14111223>
- Chen, P., Liu, X., Cheng, W., & Huang, R. (2020). The impact of augmented reality on students learning performance in science education: A meta-analysis. *Journal of Educational Computing Research*, 58(4), 803-831. <https://doi.org/10.1177/0735633119884210>
- Cruz-Neira, C., Sandin, D. & DeFanti, T. (1993). Surround-screen projection-based virtual reality: the design and implementation of the CAVE. *International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques*. <https://doi.org/10.1145/166117.166134>
- Dale, R. (1981). *Educação e Estado: Escolarização e interesse nacional (Vol. 1)*. Falmer Press.  
Disponível em:  
[https://books.google.com/books/about/Education\\_and\\_the\\_State\\_Schooling\\_and\\_th.html?id=bPtTzgEACAAJ](https://books.google.com/books/about/Education_and_the_State_Schooling_and_th.html?id=bPtTzgEACAAJ)
- Dameruppula, S. (2025). The technical landscape of augmented and virtual reality technologies. *World Journal of Advanced Engineering Technology and Sciences*, 15(1), 1272–1282.  
<https://doi.org/10.30574/wjaets.2025.15.1.0340>
- Danhoff, C. (2021, 16 de junho). 7 Augmented Reality Tools for the Classroom. *Edutopia*. Recuperado de <https://www.edutopia.org/article/7-augmented-reality-tools-classroom>
- De Queiroz, O. B., Perpétua, A. C. de O., Praxedes, I. L., Nery, J. S., Medeiros, J. M. da S., Gonçalves, L. O. S., Alves, M. A. N., Alves, S. L., & Santos, S. M. A. V. (2025). Cenários virtuais: Concepção e implementação de ambientes educacionais. *ARACÊ*, 7 (6), 32320–32329.  
<https://doi.org/10.56238/arev7n6-182>
- Delors, J. (1996). *Aprender: O tesouro interior (Relatório da Comissão Internacional sobre Educação para o Século XXI)*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374455>

- Dias de Sousa, I., & Alturas, B. (2019). Jogando Pokémon Go: A Realidade Aumentada nos Telemóveis. 2019 14th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI).
- Ding, Y., Yang, Q., Li, Y., Yang, Z., Wang, Z., Liang, H. & Wu, S. (2023). Waveguide-based augmented reality displays: perspectives and challenges. *eLight*, 3. <https://doi.org/10.1186/s43593-023-00057-z>
- Doisz. (2025, janeiro 8). Integración de realidad virtual y aumentada: tecnologías envolventes. <https://doisz.com/es/blog/integracao-de-realidade-virtual-e-aumentada-tecnologias-envolventes>
- D.T. Anderson, J.C. Bezdek, M. Popescu, and J.M. Keller (2010), "Comparing Fuzzy, Probabilistic, and Possibilistic Partitions", *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 18(5), 906-918.
- El Hajji, M., Ait Baha, T., Berka, A., Ait Nacer, H., El Aouifi, H., & Es-Saady, Y. (2025). An Architecture for Intelligent Tutoring in Virtual Reality: Integrating LLMs and Multimodal Interaction for Immersive Learning. *Information*, 16(7), 556. <https://doi.org/10.3390/info16070556>
- Emery, C. D., Saunders, J., Dann, S., & Murphy, M. (1989). Evaluation in primary and secondary education: A review of the research. Leeds: School of Education, University of Leeds.
- Escola Básica e Secundária da Povoação (2021). Projeto Educativo 2021/2014. Disponível em: [https://ebspovoacao.com/?page\\_id=27](https://ebspovoacao.com/?page_id=27)
- Faure, E., Herrera, F., Kaddoura, A.-R., Lopes, H., Petrovski, A. V., Rahnema, M., & Ward, F. C. (1972). Aprender a ser: Relatório da Comissão Internacional sobre o Desenvolvimento da Educação (1.ª ed.). UNESCO. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000223222>
- Fleury, M. & Fleury, A. (2001). Construindo o conceito de competência. *Revista de Administração Contemporânea*. Disponível em: <http://ref.scielo.org/39sxkj>
- Freire, P. (1996). *Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática educativa* (25.ª ed.). São Paulo: Paz e Terra. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/54579/2/freire-pedagogia-da-autonomia.pdf>
- Gantt, H. L. (1910). *Work, wages, and profits: Their influence on the cost of living*. The Engineering Magazine Co. Disponível em: <https://archive.org/details/cu31924001636418>
- Gaspar, M. I. & Roldão, M. C. (2005). *Mestrado em Supervisão Pedagógica Elementos do Desenvolvimento Curricular*. Lisboa: Universidade Aberta
- Glatthorn, A. (1998). *Writing a winning dissertation: a step by step guide*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press. Disponível em: <https://archive.org/details/writingwinningdi0000glat>
- Goodson, I.F. (2001). *O Currículo em Mudança Estudos na construção social do currículo*. Lisboa: Porto Editora
- Glória Bastos, LEAD, Universidade Aberta - Maria Castelhana, LEAD, Universidade Aberta & INESC TEC - Célia Dias-Ferreira, Universidade Aberta & CEG (Centro de estudos Globais) - Leonel Morgado, LEAD, Universidade Aberta & INESC TEC - Daniela Pedrosa, CIDTFF & Polytechnic Institute of Santarém <http://hdl.handle.net/10400.2/16132>

- Glover, J., & Linowes, J. (2019). Complete virtual reality and augmented reality development with Unity: Leverage the power of Unity and become a pro at creating mixed reality applications. Packt Publishing.
- Gomes, J. de S. (2024). Realidade virtual e aumentada: aplicativos facilitadores do ensino-aprendizagem. *Caderno Pedagógico*, 21(9), e7453. <https://doi.org/10.54033/cadpedv21n9-7453>
- Guba, E. G., & Lincoln, Y. S. (1981). Effective evaluation. Jossey-Bass.
- H. Akaike (1973). Information Theory as an Extension of the Maximum Likelihood Principle. In B. N. Petrov, and F. Csaki, (Eds.), *Second International Symposium on Information Theory*, Akademiai Kiado, Budapest, pp. 267-281.
- Heinich, R., Molenda, M., Russell, J. D., & Smaldino, S. E. (1999). Instructional media and technologies for learning (6th ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Herrera, F., Bailenson, J., Weisz, E., Ogle, E., & Zaki, J. (2018). Building long-term empathy: A large-scale comparison of traditional and virtual reality perspective-taking. *PLOS ONE*, 13 (10), e0204494. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0204494>
- Hussain, I., & Alenezi, A. (2020). Virtual reality versus augmented reality. *Turkish Online Journal of Qualitative Inquiry*, 11(1), 496–507. <https://doi.org/10.52783/tojqi.v11i1.9978>
- IEEE. (2023). Virtual frontiers: Navigating the impact and potential of AR and VR. In *Proceedings of the IEEE International Conference on Virtual Reality and Augmented Reality* (pp. 1–10). IEEE. <https://doi.org/10.1109/VRAR.2023.10760749>
- Infância na Europa. (2009, abril). Redescobrir Vigotsky [Destacável]. *Revista Noesis*, (77). Editorial do Ministério da Educação. Disponível em <https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/CDIE/RNoesis/destacavel77.pdf>
- Λαμπρόπουλος, Γ. & Kinshuk, K. (2024). Virtual reality and gamification in education: a systematic review. *Educational technology research and development*. <https://doi.org/10.1007/s11423-024-10351-3>
- Kavanagh, S., Luxton-Reilly, A., Wuensche, B., & Plimmer, B. (2017). A systematic review of Virtual Reality in education. *Themes in Science and Technology Education*, 10(2), 85-119. <http://earthlab.uoi.gr/theste/index.php/theste/article/view/223>
- Krüger, J. M., Buchholz, A., & Bodemer, D. (2019). Augmented reality in education: Three unique characteristics from a user's perspective. *Proceedings of the 27th International Conference on Computers in Education*, 481–485. <https://doi.org/10.58459/icce.2019.481>
- Kuenzer, A. Z. (2002). Conhecimento e competências no trabalho e na escola. *Boletim Técnico do Senac*, 28(2), 2-11. Disponível em: <https://bts.senac.br/bts/article/view/539>
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes (N.º 140). *Archives of Psychology*, 22, 1–55. Disponível em: <https://archive.org/details/likert-1932>
- Liu, C., Meng, S., Zheng, W., & Zhou, Z. (2025). Research on the impact of immersive virtual reality classroom on student experience and concentration. *Virtual Reality*, 29(2), Article 82. <https://doi.org/10.1007/s10055-025-01153-w>

- Lopes, A. M., & Gomes, M. J. (2007). Ambientes virtuais de aprendizagem no contexto do ensino presencial: Uma abordagem reflexiva. In P. Dias, C. V. Freitas, B. Silva, A. Osório, & A. Ramos (Orgs.), *Actas da V Conferência Internacional de Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação – Challenges 2007* (pp. 814–824). Centro de Competência da Universidade do Minho.
- Lucas, M., & Moreira, A. (2018). *DigCompEdu: quadro europeu de competência digital para educadores*. Aveiro: UA.
- Machado, P. S. R. (2019). Aprendizagem significativa em Educação a Distância – EAD: O desafio da formação de tutores on-line, com ênfase no relacionamento interpessoal em ambientes virtuais de aprendizagem – AVA. *Paidéi@ – Revista Científica de Educação a Distância*, 11(20).  
<https://doi.org/10.29327/3860>
- Machado, J., & Matias Alves, J. (Coords.). (2013). Desenvolvimento do currículo e melhoria de processos e resultados. Em *Melhorar a escola: Sucesso escolar, disciplina, motivação, direção de escolas e políticas educativas* (pp. 131–140). Católica Porto.
- Maquiné, G. O. (2020). Recursos para avaliação da aprendizagem: estudo comparativo entre ambientes virtuais de aprendizagem. *Anais do Workshop de Informática na Escola (WIE)* (26., online) (pp. 299–308). Sociedade Brasileira de Computação.  
<https://doi.org/10.5753/cbie.wie.2020.299>
- Mariana M. (2025). *Ambientes virtuais e imersivos: Emprego da realidade virtual na conceção e na comunicação do projeto de arquitetura [Trabalho académico, Universidade de Lisboa]*. Repositório da Universidade de Lisboa.  
[https://repositorio.ulisboa.pt/bitstream/10400.5/13890/1/PFM\\_Mariana%20Cunha.pdf](https://repositorio.ulisboa.pt/bitstream/10400.5/13890/1/PFM_Mariana%20Cunha.pdf)
- Martins, V. F., & Guimarães, M. P. (2012). Desafios para o uso de Realidade Virtual e Aumentada de maneira efetiva no ensino. In *Anais do Workshop de Desafios da Computação Aplicada à Educação (DesafIE!)* (pp. 80-89). Sociedade Brasileira de Computação
- Mayer, R. E. (2019). *Multimedia learning* (3rd ed.). Cambridge University Press.  
<https://doi.org/10.1017/9781316941355>
- Mayer, R. E. (2009). Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimédia. In Miranda, G. (Ed.), *Ensino Online e Aprendizagem Multimédia*. (pp. 207-237). Lisboa: Relógio D'Água
- Melo, M. (2024). *Princípios e Processos Cognitivos*. ISCTE – Instituto Universitário de Lisboa. Disponível em: <https://moodle24.iscte-iul.pt/mod/h5pactivity/view.php?id=4054>
- Medium. (2025, agosto 29). The biggest challenges in AR/VR design and how to overcome them.  
<https://medium.com/cva-design/the-biggest-challenges-in-ar-vr-design-and-how-to-overcome-them-25210d435a79>
- Meloncon, L. (2022). Instructional Designers' Perceptions of Accessible and Inclusive Online Course Design. *Online Learning Journal*, 26(4). <https://doi.org/10.24059/olj.v28i4.3719>
- Meyer, A. I. da S. (2022). Ambientes virtuais de aprendizagem: Conceitos e características. *Kiri-Kerê: Pesquisa em Ensino*, 1(12), 190–208. <https://doi.org/10.47456/krkr.v1i12.37409>

- Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE Transactions on Information and Systems*, E77-D(12), 1321–1329. Disponível em: [https://www.cs.gmu.edu/~zduric/cs499/Readings/r76JBo-Milgram\\_IEICE\\_1994.pdf](https://www.cs.gmu.edu/~zduric/cs499/Readings/r76JBo-Milgram_IEICE_1994.pdf)
- Morgado, L., Beck, D., & O’Shea, P. (2025). Bridging the gaps: an updated mapping of the uses of immersive learning environments. *Virtual Reality*, 29, Article 134. <https://doi.org/10.1007/s10055-025-01208-y>
- Morgado, J. C. (2011). Projecto curricular e autonomia da escola: das intenções às práticas. *Revista Brasileira de Política e Administração da Educação*, 391-408. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1822/23140>
- Muñoz-Saavedra, L., Miró-Amarante, L., & Domínguez-Morales, M. (2020). Augmented and Virtual Reality Evolution and Future Tendency. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(1), 322. <https://doi.org/10.3390/app10010322>
- Netto, A. V., Tahara, C. S., Porto, A. J. V., & Gonçalves Filho, E. V. (1998). Realidade virtual e suas aplicações na área de manufatura, treinamento, simulação e desenvolvimento de produto. *Gestão & Produção*, 5(2), 104–116. <https://doi.org/10.1590/S0104-530X1998000200002>
- Natriello, G. (1987). The impact of evaluation processes on students. *Educational Psychologist*, 22(2), 155-175. [https://doi.org/10.1207/s15326985ep2202\\_4](https://doi.org/10.1207/s15326985ep2202_4)
- Neves, P. (2024). Realidade virtual e aumentada na sala de aula: Introdução à realidade virtual (VR) e realidade aumentada (AR) [Aula síncrona #1 de 3]. ISCTE – Instituto Universitário de Lisboa. Disponível em: [https://moodle24.iscte-iul.pt/pluginfile.php/102347/mod\\_folder/content/0/RV%20AR%20-%20Conceitos.pdf](https://moodle24.iscte-iul.pt/pluginfile.php/102347/mod_folder/content/0/RV%20AR%20-%20Conceitos.pdf)
- Pacheco, J. A. (1994). Avaliação educacional: Perspetivas críticas e contributos para o seu aprofundamento. In *Actas do Congresso Nacional de Avaliação Educacional* (pp. 43-58). Porto: Associação Portuguesa de Avaliação Educacional.
- Pacheco, J.A. (2001). *Currículo: Teoria e Práxis*. Porto: Porto Editora
- Pacheco, J. A. (2005). *Estudos Curriculares: Para a compreensão crítica da educação*. Porto: Porto Editora
- Pedro, A., Piedade, J., & Matos, J. F. (2019). Cenários de aprendizagem na formação inicial de professores de informática. *Revista Lusófona de Educação*, 45, 223–238. <https://doi.org/10.24140/issn.1645-7250.rle45.15>
- 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, 835–861. <https://doi.org/10.1007/s10055-020-00489-9>
- Perrenoud, P. (1984). *La fabrication de l'excellence scolaire*. Droz
- Pottle, J. (2019). Virtual reality and the transformation of medical education. *Future Healthcare Journal*, 6(3), 181–185. <https://doi.org/10.7861/fhj.2019-0036>

- Praia, J. L. (2000). Aprendizagem significativa em D. Ausubel: Contributos para uma adequada visão da sua teoria e incidências no ensino. In *Teoria da Aprendizagem Significativa - Contributos do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa*, Peniche, Portugal.
- Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*, 147, 103778. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>
- Ramos, R. M., Rezende, T. M., Alves, M. A., Alves, G. F. O., & Zottino, F. C. (2023). Realidade Estendida e Games. *Anais Estendidos do XXV Simpósio de Realidade Virtual e Aumentada (SVR)*, 13–15. [https://doi.org/10.5753/svr\\_estendido.2023.235777](https://doi.org/10.5753/svr_estendido.2023.235777)
- Rauschnabel PA, Felix R, Hinsch C, Shahab H, Alt F (2022) What is XR? Towards a framework for augmented and virtual reality. *Comput Hum Behav* 133:107289. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2022.107289>
- Reddy, G. S. R. (2023). Captivating the senses: Crafting a multisensory virtual experience for enhanced realism. *Proceedings of the 2023 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing*, 1–12. <https://doi.org/10.1145/3594739.3610681>
- Rodrigues, G. P., & Porto, C. de M. (2013). Realidade Virtual: conceitos, evolução, dispositivos e aplicações. *Interfaces Científicas - Educação*, 1(3), 97–109. <https://doi.org/10.17564/2316-3828.2013v1n3p97-109>
- Rodrigues, R. P., Cardoso, A., & Lopes, M. R. (2023). A UC Realidade Virtual e Realidade Aumentada: Experiência de ensino-aprendizagem em regime e-learning. Comunicação apresentada no Congresso Nacional de Práticas Pedagógicas no Ensino Superior (CNaPPES23). Politécnico de Lisboa. [https://repositorio.ipl.pt/bitstream/10400.21/16451/1/Comunicacao\\_CNaPPES23-36309-1.pdf](https://repositorio.ipl.pt/bitstream/10400.21/16451/1/Comunicacao_CNaPPES23-36309-1.pdf)
- Rousseau, J.-J. (2022 [1762]). *Emílio, ou da educação* (Tradução de Thomaz Kawauche). Editora Unesp. Disponível em: <https://editoraunesp.com.br/catalogo/9786557110881%2Cemilio-ou-da-educacao>
- Rufino, H. L. P., & da Silva, L. G. P. (2021). O ensino de História e o uso de realidade aumentada. *Revista Intersaberes*, 16(37), 138–159. <https://doi.org/10.22169/revint.v16i37.2118>
- Ruiz-Rojas, L. I., Acosta-Vargas, P., De-Moreta-Llovet, J., & González-Rodríguez, M. (2023). Empowering education with generative artificial intelligence tools: Approach with an instructional design matrix. *Sustainability*, 15(15), 11524. <https://doi.org/10.3390/su151511524>
- Scriven, M. (1967). The methodology of evaluation. In R. W. Tyler, R. M. Gagné, & M. Scriven (Eds.), *Perspectives of curriculum evaluation* (pp. 39–83). Rand McNally.
- Shin, D. (2018). Empathy and embodied experience in virtual environment: To what extent can virtual reality stimulate empathy and embodied experience? *Computers in Human Behavior*, 78, 64-73. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.09.012>
- Sousa, O. C. de. (2003). Aprender e ensinar – Significados e mediações. In A. Teodoro & M. L. Vasconcelos (Orgs.), *Ensinar e aprender no ensino superior: Por uma epistemologia da curiosidade na formação universitária* (pp. 1–21). São Paulo: Cortez Editora

- Sprinthall, N.A. & Sprinthall, R.C. (1993). As teorias da aprendizagem na actualidade. In N.A. Sprinthall & R. C. Sprinthall (Eds), *Psicologia Educacional - uma abordagem desenvolvimento* (pp. 224-248). McGraw-Hill
- Stufflebeam, D. L. (1985). *Conducting educational needs assessments*. Kluwer-Nijhoff
- Syberfeldt, A., Danielsson, O., Holm, M., & Wang, L. (2015). Visual assembling guidance using augmented reality. *Procedia Manufacturing*, 1, 98-109  
<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.09.068>
- Tabassum, B., Moin, M., Abbas, Q., Kumbhar, M. I., & Khan, M. H. N. (2024). The impact of blended learning on student performance. *Journal of Education and Social Studies*, 5(2), 360–371.  
<https://doi.org/10.52223/jess.2024.5217>
- Tavares, J., Pereira, A. S., Gomes, A. A., Monteiro, S. M., & Gomes, A. (2007). *Manual de psicologia do desenvolvimento e aprendizagem*. Porto Editora. Disponível em:  
<https://repositorioaberto.uab.pt/handle/10400.2/8527>
- Thangavel, S. (2025). Revolutionizing education through augmented reality (AR) and virtual reality (VR): Innovations, challenges and future prospects [Preprint]. SSRN.  
<https://doi.org/10.2139/ssrn.5195697>
- Tori, R. & Hounsell, M. S. (Eds.). (2020). *Introdução a Realidade Virtual e Aumentada*. Porto Alegre: Editora SBC
- Torsten Fell. (2024, 14 de novembro). Top Augmented Reality Apps for Learning in 2024. *Immersive Learning News*. Recuperado de <https://www.immersivelearning.news/2024/11/14/top-augmented-reality-apps-for-learning-in-2024>
- Trif-Boia, A. E. (2022). Instructional design in education. *Abstracts & Proceedings of ADVED 2022 – 8th International Conference on Advances in Education*, 10–12 October 2022.  
<https://doi.org/10.47696/adved.202201>
- Trindade, N. V., Ferreira, A., & Pereira, J. M. (2023). Beyond the Screen: Reshaping the workplace with virtual and augmented reality [Pré-impressão]. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2312.00408>
- Tuckman, B. W. (2000). *Manual de investigação em educação: como conceber e realizar o processo de investigação em educação* (2.ª ed.; M. E. V. da Cruz & A. R.-Lopes, Trad.). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian
- Tussyadiah, I. P., Wang, D., Jung, T. H., & tom Dieck, M. C. (2018). Virtual reality, presence, and attitude change: Empirical evidence from tourism. *Tourism Management*, 66, 140-154.  
<https://doi.org/10.1016/j.tourman.2017.12.003>
- Tyler, R. W. (1949). *Basic principles of curriculum and instruction*. University of Chicago Press
- UNESCO (2009). *Padrões de competência em TIC para professores: módulos de padrão de competência*, p.5-9. Disponível em:  
[https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000156207\\_por/PDF/156207por.pdf](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000156207_por/PDF/156207por.pdf)
- Vygotsky, L. S. (1934/1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes* (M. Cole et al., Eds. & Trans.). Harvard University Press. (Original work published 1934).

- Villegas, O. V. V., & Sánchez, V. G. C. (2024). Introduction to augmented reality. In *Augmented reality: Fundamentals and applications*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003435198>
- Wu, A., Jog, J., Mendenhall, S., & Mazalek, A. (2011). A framework interweaving tangible objects, surfaces and spaces. In J. A. Jacko (Ed.), *Human-Computer Interaction – INTERACT 2011*. Lecture Notes in Computer Science (Vol. 6762, pp. 148–157). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-21605-3\\_17](https://doi.org/10.1007/978-3-642-21605-3_17)
- Yin, K., Hsiang, E., Zou, J., Li, Y., Yang, Z., Yang, Q., Lai, P., Lin, C. & Wu, S. (2022). Advanced liquid crystal devices for augmented reality and virtual reality displays: principles and applications. *Light: Science & Applications*, 11. <https://doi.org/10.1038/s41377-022-00851-3>
- Zhang, Z., Wen, F., Sun, Z., Guo, X., He, T. & Lee, C. (2022). Artificial Intelligence-Enabled Sensing Technologies in the 5G/Internet of Things Era: From Virtual Reality/Augmented Reality to the Digital Twin. *Advanced Intelligent Systems*, 4. <https://doi.org/10.1002/aisy.202100228>
- Zhao, G., Zhang, Y., & Li, Y. (2021). The application of virtual reality in the training of laparoscopic surgery: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Surgery*, 87, 105859. <https://doi.org/10.1016/j.ijssu.2021.105859>
- Zandi, S., & Luhan, G. (2024). Exploring gaze dynamics in virtual reality through multiscale entropy analysis. *Sensors*, 24(6), 1781. <https://doi.org/10.3390/s2406178>

## Legislação

Governo dos Açores (2024). Resolução do Conselho do Governo n.º 159/2024 de 24 de outubro de 2024: Aprova a Estratégia da Educação Açores 2030. Revoga a Resolução do Conselho do Governo n.º 133/2015, de 14 de setembro. <https://jo.azores.gov.pt/api/public/ato/c86dd2da-2f2c-4a77-8144-81046f68ac07/pdfOriginal>

Governo dos Açores (2023). Despacho n.º 1785/2023 de 12 de outubro de 2023: Reintegração das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) no planeamento curricular do ensino básico. <https://jo.azores.gov.pt/api/public/ato/92ae98ee-cb1f-4e9d-bb09-f86d25592965/pdfOriginal>

Governo dos Açores (2023). Portaria n.º 58/2023 de 10 de julho de 2023: Aprova o regulamento que estabelece a criação dos Programas Específicos de Escolarização e Formação. <https://jo.azores.gov.pt/api/public/ato/bcdebcf0-62e6-4ec8-abd2-d10ce948c091/pdfOriginal>

## Anexos

### Anexo A – Grelha de observação direta e avaliação da atividade

Critérios de Observação		Indicadores				Observações
Avaliação	Descrição	Nível 1 (Nota2)	Nível 2 (Nota3)	Nível 3 (Nota 4)	Nível 4 (Nota 5)	
<b>Participação dos alunos</b>	Responde às questões, interage com colegas e professor	Pouco ativo	Participação ocasional	Ativo	Muito ativo	
<b>Compreensão dos conteúdos</b>	Demonstra compreensão ao responder perguntas e resolver desafios	Não compreende	Compreende parcialmente	Compreende bem	Domina completamente	
<b>Trabalho em grupo</b>	Colabora, respeita opiniões e cumpre tarefas em grupo	Pouca colaboração	Colabora ocasionalmente	Boa colaboração	Excelente colaboração	
<b>Autonomia e resolução de problemas</b>	Consegue resolver os desafios sem grande dependência do professor	Muito dependente	Necessita de apoio frequente	Alguma autonomia	Totalmente autónomo	
<b>Organização e gestão do tempo</b>	Consegue cumprir os tempos estipulados na atividade	Não cumpre	Cumpe parcialmente	Cumpe bem	Excelente gestão do tempo	

Critérios	Descrição	Níveis de Avaliação				Observações
		Nível 1 (Nota2)	Nível 2 (Nota3)	Nível 3 (Nota 4)	Nível 4 (Nota 5)	
<b>Qualidade da Solução Proposta</b>	Clareza, criatividade e eficácia da solução apresentada	Pouco relevante	Parcialmente adequada	Boa solução	Excelente e inovadora	
<b>Uso de Ferramentas Digitais</b>	Capacidade de utilizar ferramentas online para apresentar as soluções	Não utilizou	Utilizou de forma básica	Boa utilização	Utilização criativa e eficaz	
<b>Coerência na Justificação</b>	Justificação clara e lógica das soluções propostas	Sem justificativa	Justificativa fraca	Justificativa adequada	Justificativa bem estruturada	
<b>Criatividade e Apresentação</b>	Qualidade visual e inovação no material produzido	Pouco criativo	Criatividade básica	Criatividade notável	Altamente criativo e inovador	
<b>Interação e Comunicação</b>	Capacidade de expressar ideias e interagir com os colegas na apresentação	Pouco participativo	Participação limitada	Boa interação	Comunicação clara e envolvente	

## Anexo B – Sequências de utilização dos óculos ClassVR

### ▪ Ligar os óculos

Para ligares os óculos da ClassVR<sup>41</sup>, deverás pressionar e segurar o botão de energia do lado esquerdo dos óculos durante cinco segundos. O logótipo da ClassVR irá aparecer, e depois aparecerá o ecrã do menu. Para conservar a bateria dos óculos, o ecrã será desligado quando os óculos não estiverem a ser utilizados. Para ligares novamente, basta colocares os óculos no rosto, ativando assim o sensor.



1. **Experiências VR** Mergulhe a sua turma numa enorme variedade de experiências de realidade virtual, quer de coleções fornecidas ou criadas por si através do Portal ClassVR.
2. **QR Code Scanner** Utilize para alternar rapidamente, entre coleções de experiências VR.
3. **Visão Aumentada** Mantenha os seus alunos seguros e conscientes do seu ambiente. A câmara voltada para frente projeta as imediações para os óculos, em tempo real.
4. **Wi-fi** Este ícone indica a conectividade.
5. **Nível de bateria** A cor passa de verde para vermelho quando a bateria está fraca.
6. **ARC App** Descarregue realidades aumentadas pré-configuradas.
7. **Informação de dispositivo** Exibir informações rapidamente sobre os óculos.
8. **Branco ponto (retículo)** Este ponto deve ser utilizado como uma ferramenta de seleção para destacar itens que se deseja obter.

### ▪ Controlar os gestos

É possível navegares utilizando gestos simples ou pressionando o botão.



Para seleccionares uma experiência

<sup>41</sup> Adaptado do manual prático do utilizador



Vira a cabeça para encontrares o ícone que pretendes seleccionar. Fixa o ícone e irá aparecer um ponto branco no objeto pretendido.



Mantendo os olhos fixos no ícone, deverás passar a mão na frente dos óculos até que consigas ver o ponto na parte inferior do ecrã. Fazer um gesto de seleção com a mão que fica a 30 centímetros da frente da câmara. A imagem ficará verde quando o gesto for reconhecido. Em alternativa, poderás pressionar o botão de seleção que fica no lado esquerdo dos óculos.

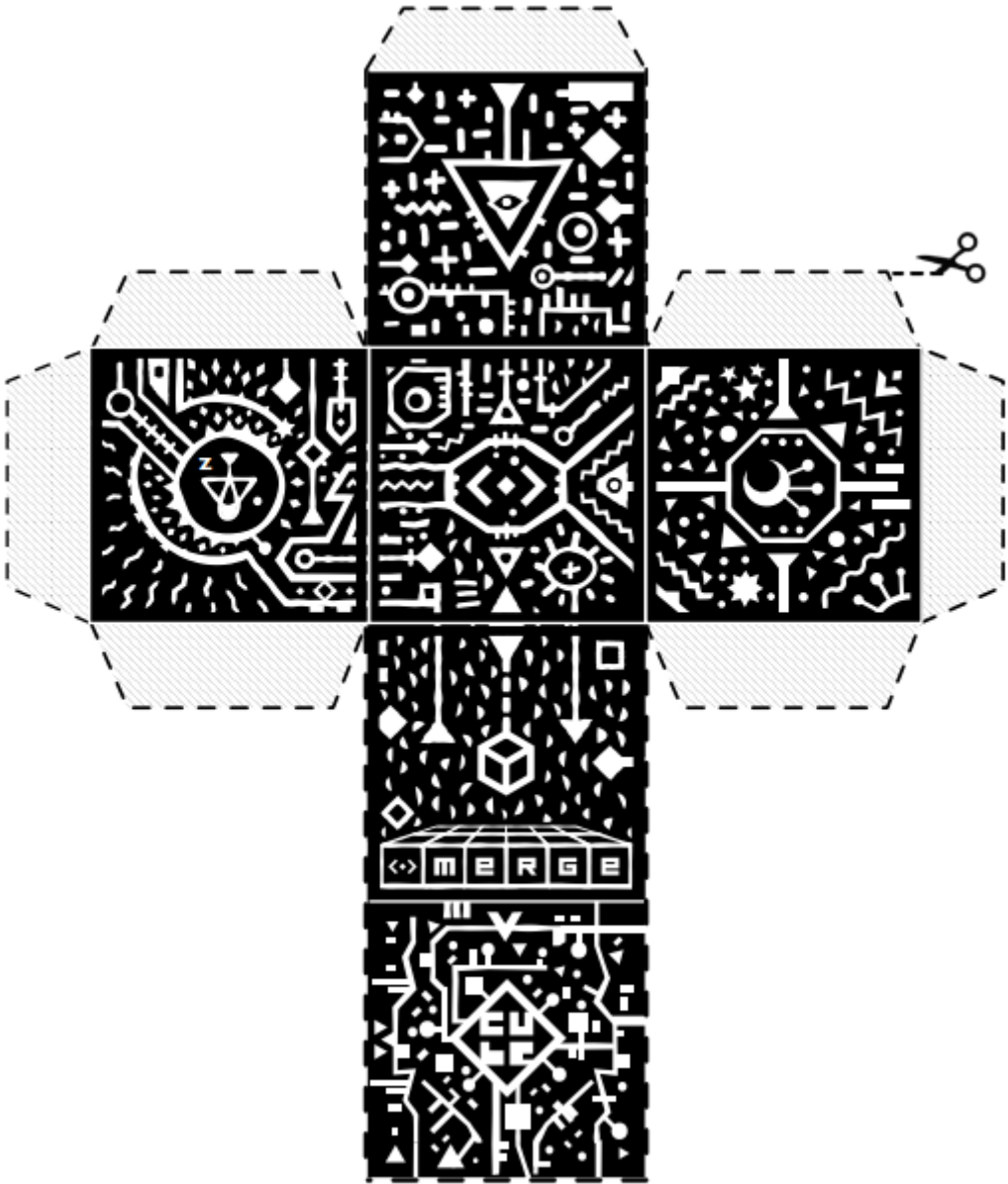


Enquanto estiveres a utilizar os óculos, podes mover a cabeça suavemente de um lado para o outro, ou pressionar o botão voltar que fica no lado esquerdo dos óculos. Para navegares para a esquerda e para a direita sem ser necessário virares a cabeça.



Inclinar a cabeça para a esquerda para deslizar os ícones para a esquerda e fazer o mesmo procedimento para a direita, quando necessário.

Anexo C – Modelo Merge Cube



# Anexo D – Formulário consentimento informado de acordo com os perfis de aprendizagem

TIC 2.º/3.ºCiclo

[https://docs.google.com/forms/d/1XHQU1vBARKWKIMLEgwnDn4K7psH0S\\_Nv1LaBdey...](https://docs.google.com/forms/d/1XHQU1vBARKWKIMLEgwnDn4K7psH0S_Nv1LaBdey...)

## TIC 2.º/3.ºCiclo

\* Indica uma pergunta obrigatória

1. Email \*

---

2. Nome completo \*

---

3. Ano e turma \*

---

### Domínio: Segurança, Responsabilidade e Respeito em Ambientes Digitais

1 de 8

23/09/2024, 11:14

TIC 2.º/3.ºCiclo

[https://docs.google.com/forms/d/1XHQU1vBARKWKIMLEgwnDn4K7psH0S\\_Nv1LaBdey...](https://docs.google.com/forms/d/1XHQU1vBARKWKIMLEgwnDn4K7psH0S_Nv1LaBdey...)

4.

		Domínio: Segurança, Responsabilidade e Respeito em Ambientes Digitais			
		Insuficiente		Suficiente	
		Nível 2		Nível 3	
		Nível 4		Nível 5	
Níveis	Mínimo				
Critérios	Nível 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>O aluno revela pouca consciência do impacto das TIC na sociedade e na necessidade de práticas seguras de utilização dos instrumentos digitais, e não as aplica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>O aluno revela alguma consciência do impacto das TIC na sociedade e na necessidade de práticas seguras de utilização dos instrumentos digitais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>O aluno revela conhecimento do impacto das TIC na sociedade e na necessidade de práticas seguras de utilização dos instrumentos digitais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>O aluno revela conhecimento do impacto das TIC na sociedade e na necessidade de práticas seguras de utilização dos instrumentos digitais.</li> </ul>
	Muito	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adota comportamentos pouco seguros, demonstrando uma atitude pouco crítica, refletida e pouco responsável no uso de tecnologias, ambientes e serviços digitais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nem sempre adota comportamentos seguros, não demonstrando uma atitude crítica, refletida e responsável no uso de tecnologias, ambientes e serviços digitais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adota comportamentos seguros, demonstrando uma atitude crítica, refletida e responsável no uso de tecnologias, ambientes e serviços digitais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adota comportamentos seguros, demonstrando uma atitude crítica, refletida e responsável no uso de tecnologias, ambientes e serviços digitais.</li> </ul>
	Boa	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conhece pouco os diferentes sistemas operativos e mecanismos de segurança.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conhece alguns sistemas operativos e alguns mecanismos de segurança.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conhece e distingue os diferentes sistemas operativos e mecanismos de segurança.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conhece e distingue os diferentes sistemas operativos e mecanismos de segurança.</li> </ul>
	Muito Boa	<ul style="list-style-type: none"> <li>Não adota práticas seguras de instalação, atualização, configuração e utilização de instrumentos digitais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adota, por vezes, práticas seguras de instalação, atualização, configuração e utilização de instrumentos digitais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adota práticas seguras de instalação, atualização, configuração e utilização de instrumentos digitais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adota práticas seguras de instalação, atualização, configuração e utilização de instrumentos digitais.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Conhece alguns, mas não adota comportamentos que visam a proteção da privacidade.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conhece, mas nem sempre adota comportamentos que visam a proteção da privacidade.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conhece e adota comportamentos que visam a proteção da privacidade.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conhece e adota comportamentos que visam a proteção da privacidade.</li> </ul>
Trabalho prático		<ul style="list-style-type: none"> <li>Nem sempre adota práticas seguras de utilização dos instrumentos digitais e na navegação na Internet.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adota práticas seguras de utilização dos instrumentos digitais e na navegação na Internet.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adota práticas seguras de utilização dos instrumentos digitais e na navegação na Internet.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adota práticas seguras de utilização dos instrumentos digitais e na navegação na Internet.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Le, mas não compreende nem identifica mensagens manipuladas ou falsas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le, mas tem dificuldade em compreender e identificar mensagens manipuladas ou falsas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le, compreende e identifica mensagens manipuladas ou falsas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le, compreende e identifica mensagens manipuladas ou falsas.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Não consegue identificar os riscos de um mau uso de imagens, de sons e de vídeos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Não conhece todos os riscos de um mau uso de imagens, de sons e de vídeos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identifica os riscos de um mau uso de imagens, de sons e de vídeos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identifica os riscos de um mau uso de imagens, de sons e de vídeos.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Não conhece nem respeita as normas dos direitos de autor associados à utilização de imagens, de sons e de vídeos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conhece, mas nem sempre respeita as normas dos direitos de autor associados à utilização de imagens, de sons e de vídeos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conhece e respeita as normas dos direitos de autor associados à utilização de imagens, de sons e de vídeos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conhece e respeita as normas dos direitos de autor associados à utilização de imagens, de sons e de vídeos.</li> </ul>

5.

	Os dis- poníveis para previs- ões: não uma quali- dade in- ferir a descri- ção no nível 2.	O aluno revela alguma consciência do impacto das TIC na sociedade e na necessidade de práticas seguras de utilização dos instrumentos digitais.	O aluno revela alguma consciência do impacto das TIC na sociedade e na necessidade de práticas seguras de utilização dos instrumentos digitais.	O aluno revela alguma consciência do impacto das TIC na sociedade e na necessidade de práticas seguras de utilização dos instrumentos digitais.	O aluno revela alguma consciência do impacto das TIC na sociedade e na necessidade de práticas seguras de utilização dos instrumentos digitais.
<b>Mobilização de conhecimentos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conhece pouco e não mobiliza os conhecimentos para comportamentos seguros, demonstrando uma atitude crítica, reflexiva e responsável no uso de tecnologias, ambientes e serviços digitais.</li> <li>Conhece, mas não sabe distinguir os diferentes sistemas operativos e mecanismos de segurança.</li> <li>Conhece pouco e não mobiliza os conhecimentos para práticas seguras de instalação, atualização, configuração e utilização de instrumentos digitais.</li> <li>Não conhece nem mobiliza os conhecimentos para comportamentos que visam a proteção da privacidade.</li> <li>Não conhece nem mobiliza os conhecimentos para práticas seguras de utilização dos instrumentos digitais e na navegação na Internet.</li> <li>Lê, mas não compreende nem identifica mensagens manipuladas ou falsas.</li> <li>Não sabe identificar os riscos de uso inadequado de imagens, de sons e de vídeos.</li> <li>Conhece pouco e não respeita as normas dos direitos de autor associados à utilização de imagens, de sons e de vídeos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conhece, mas nem sempre mobiliza os conhecimentos para comportamentos seguros, demonstrando uma atitude crítica, reflexiva e responsável no uso de tecnologias, ambientes e serviços digitais.</li> <li>Conhece e distingue alguns dos diferentes sistemas operativos e mecanismos de segurança.</li> <li>Conhece, mas nem sempre mobiliza os conhecimentos para práticas seguras de instalação, atualização, configuração e utilização de instrumentos digitais.</li> <li>Conhece, mas nem sempre mobiliza os conhecimentos para comportamentos que visam a proteção da privacidade.</li> <li>Conhece, mas nem sempre mobiliza os conhecimentos para práticas seguras de utilização dos instrumentos digitais e na navegação na Internet.</li> <li>Lê e, por vezes, compreende e identifica mensagens manipuladas ou falsas.</li> <li>Identifica alguns dos riscos de uso inadequado de imagens, de sons e de vídeos.</li> <li>Conhece, mas nem sempre respeita as normas dos direitos de autor associados à utilização de imagens, de sons e de vídeos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conhece e adota comportamentos seguros, demonstrando uma atitude crítica, reflexiva e responsável no uso de tecnologias, ambientes e serviços digitais.</li> <li>Conhece e distingue os diferentes sistemas operativos e mecanismos de segurança.</li> <li>Conhece e adota práticas seguras de instalação, atualização, configuração e utilização de instrumentos digitais.</li> <li>Conhece e adota comportamentos que visam a proteção da privacidade.</li> <li>Conhece e adota práticas seguras de utilização dos instrumentos digitais e na navegação na Internet.</li> <li>Lê, compreende e identifica mensagens manipuladas ou falsas.</li> <li>Identifica os riscos de uso inadequado de imagens, de sons e de vídeos.</li> <li>Conhece e respeita as normas dos direitos de autor associados à utilização de imagens, de sons e de vídeos.</li> </ul>		

6. Resposta - Domínio Segurança, Responsabilidade e Respeito em Ambientes Digitais \*

Marcar apenas uma oval.

Tomei conhecimento

Domínio: Investigar e Pesquisar

7.

Níveis	Domínio: Investigar e Pesquisar			
	Suficiente Nível 2	Ineficiente Nível 1	Suficiente Nível 3	Insuficiente Nível 4
<b>Trabalho prático</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>O aluno não planifica consistentemente a investigação, nem adota consistentemente estratégias de investigação e de pesquisa, fornecendo respostas que parecem recorrer a resultados de dados em informações pessoais.</li> <li>Não define palavras-chave para localizar informação, utilizando mecanismos e funções simples de pesquisa, utilizando termos selecionados e relevantes.</li> <li>Apresenta muitas dificuldades na análise crítica, a qualidade da informação.</li> <li>Apresenta muitas dificuldades na análise e comparação de fontes de informação e utiliza o computador e outros dispositivos digitais como fontes de apoio ao processo de pesquisa e de investigação.</li> <li>Não consegue interpretar informação.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>O aluno planifica a investigação, mas não adota estratégias de investigação e de pesquisa, fornecendo respostas que parecem recorrer a resultados de dados em informações pessoais.</li> <li>Nem sempre define palavras-chave para localizar informação, utilizando mecanismos e funções simples de pesquisa, utilizando termos selecionados e relevantes.</li> <li>Análise, nem sempre de forma crítica, a qualidade da informação.</li> <li>Por vezes utiliza o computador e outros dispositivos digitais, na recolha e análise da informação e utiliza o computador e outros dispositivos digitais como ferramentas de apoio ao processo de pesquisa e de investigação.</li> <li>Nem sempre sabe interpretar informação.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>O aluno planifica a investigação, adotando estratégias de investigação e de pesquisa, fornecendo respostas que parecem recorrer a resultados de dados em informações pessoais.</li> <li>Define palavras-chave para localizar informação, utilizando mecanismos e funções simples de pesquisa, utilizando termos selecionados e relevantes.</li> <li>Análise, de forma crítica, a qualidade da informação.</li> <li>Utiliza o computador e outros dispositivos digitais, na recolha e análise da informação e utiliza o computador e outros dispositivos digitais como ferramentas de apoio ao processo de pesquisa e de investigação.</li> <li>Sabe interpretar informação.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>O aluno planifica a investigação, adotando estratégias de investigação e de pesquisa, fornecendo respostas que parecem recorrer a resultados de dados em informações pessoais.</li> <li>Define palavras-chave para localizar informação, utilizando mecanismos e funções simples de pesquisa, utilizando termos selecionados e relevantes.</li> <li>Análise, de forma crítica, a qualidade da informação.</li> <li>Utiliza o computador e outros dispositivos digitais, na recolha e análise da informação e utiliza o computador e outros dispositivos digitais como ferramentas de apoio ao processo de pesquisa e de investigação.</li> <li>Sabe interpretar informação.</li> </ul>
<b>Mobilização de conhecimentos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Apresenta poucos conhecimentos das potencialidades e as principais funcionalidades de ferramentas para apoiar o processo de investigação e pesquisa.</li> <li>Conhece alguns dos aspetos de segurança e os tipos de pesquisa.</li> <li>Conhece alguns sistemas de busca, mas sabe pouco e usa pouco.</li> <li>O aluno não aplica de forma adequada diferentes linguagens e símbolos associados às linguagens (letras maiúsculas e minúsculas, pontuação, etc.) e utiliza, apenas alguns instrumentos de modo adequado aos diferentes contextos de comunicação digital.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conhece algumas das potencialidades e as principais funcionalidades de ferramentas para apoiar o processo de investigação e pesquisa.</li> <li>Conhece e aplica alguns dos aspetos de segurança e os tipos de pesquisa.</li> <li>Conhece alguns dos sistemas de busca e o seu funcionamento.</li> <li>O aluno aplica, nem sempre de forma adequada, diferentes linguagens e símbolos associados às linguagens (letras maiúsculas e minúsculas, pontuação, etc.) e utiliza, apenas alguns instrumentos de modo adequado aos diferentes contextos de comunicação digital.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conhece as potencialidades e as principais funcionalidades de ferramentas para apoiar o processo de investigação e pesquisa.</li> <li>Conhece e sabe aplicar os aspetos de segurança e os tipos de pesquisa.</li> <li>Conhece os motores de busca e o seu funcionamento.</li> <li>O aluno aplica, de forma adequada, diferentes linguagens e símbolos associados às linguagens (letras maiúsculas e minúsculas, pontuação, etc.) e utiliza, apenas alguns instrumentos de modo adequado aos diferentes contextos de comunicação digital.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conhece as potencialidades e as principais funcionalidades de ferramentas para apoiar o processo de investigação e pesquisa.</li> <li>Conhece e sabe aplicar os aspetos de segurança e os tipos de pesquisa.</li> <li>Conhece os motores de busca e o seu funcionamento.</li> <li>O aluno aplica, de forma adequada, diferentes linguagens e símbolos associados às linguagens (letras maiúsculas e minúsculas, pontuação, etc.) e utiliza, apenas alguns instrumentos de modo adequado aos diferentes contextos de comunicação digital.</li> </ul>

8. Resposta - Domínio: Investigar e Pesquisar \*

Marcar apenas uma oval.

Tomei conhecimento

Domínio: Colaborar e Comunicar

9.

Domínio: Colaborar e Comunicar					
Critérios	Nível	Mínimo	Níveis		
			Insuficiente	Suficiente	Muito Bom
Trabalho prático	O aluno sempre apresenta uma capacidade inferior à prevista no nível 2.	<ul style="list-style-type: none"> <li>O aluno tem muita dificuldade em mobilizar as estratégias e ferramentas de comunicação e colaboração.</li> <li>Tem muita dificuldade em identificar diferentes meios e aplicações que permitam a comunicação e a colaboração.</li> <li>Nem sempre aderencia as soluções tecnológicas, mas adequadas, para realização de trabalho colaborativo e comunicação que se possam efetuar no âmbito de atividades e/ou projetos.</li> <li>Tem muita dificuldade na utilização de diferentes meios e aplicações que permitam a comunicação e colaboração em ambientes digitais fechados.</li> <li>Nem sempre apresenta e partilha os produtos desenvolvidos utilizando meios digitais de comunicação e colaboração em ambientes digitais fechados.</li> <li>Conhece, mas não responde as regras de comunicação em ambientes digitais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>O aluno por vezes mobiliza as estratégias e ferramentas de comunicação e colaboração.</li> <li>É capaz de identificar diferentes meios e aplicações que permitam a comunicação e a colaboração.</li> <li>Por vezes seleciona as soluções tecnológicas, mas adequadas, para realização de trabalho colaborativo e comunicação que se possam efetuar no âmbito de atividades e/ou projetos.</li> <li>Utiliza diferentes meios e aplicações que permitam a comunicação e colaboração em ambientes digitais fechados.</li> <li>Nem sempre apresenta e partilha os produtos desenvolvidos utilizando meios digitais de comunicação e colaboração em ambientes digitais fechados.</li> <li>Conhece e por vezes, responde as regras de comunicação em ambientes digitais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>O aluno do nível mínimo, dos apresentados recria situações do nível 3 e 5.</li> <li>Seleciona as soluções tecnológicas, mais adequadas, para realização de trabalho colaborativo e comunicação que se possam efetuar no âmbito de atividades e/ou projetos.</li> <li>Utiliza diferentes meios e aplicações que permitam a comunicação e colaboração em ambientes digitais fechados.</li> <li>Apresenta e partilha os produtos desenvolvidos utilizando meios digitais de comunicação e colaboração em ambientes digitais fechados.</li> <li>Conhece e responde as regras de comunicação em ambientes digitais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>O aluno mobiliza as estratégias e ferramentas de comunicação e colaboração.</li> <li>É capaz de identificar diferentes meios e aplicações que permitam a comunicação e a colaboração.</li> <li>Seleciona as soluções tecnológicas, mais adequadas, para realização de trabalho colaborativo e comunicação que se possam efetuar no âmbito de atividades e/ou projetos.</li> <li>Utiliza diferentes meios e aplicações que permitam a comunicação e colaboração em ambientes digitais fechados.</li> <li>Apresenta e partilha os produtos desenvolvidos utilizando meios digitais de comunicação e colaboração em ambientes digitais fechados.</li> <li>Conhece e responde as regras de comunicação em ambientes digitais.</li> </ul>

10. Resposta - Domínio: Colaborar e Comunicar \*

Marcar apenas uma oval.

Tomei conhecimento

Domínio: Criar e Inovar

11.

Domínio: Criar e Inovar					
Critérios	Nível	Mínimo	Níveis		
			Insuficiente	Suficiente	Muito Bom
Trabalho prático	O aluno sempre apresenta uma capacidade inferior à prevista no nível 2.	<ul style="list-style-type: none"> <li>O aluno conhece algumas, mas não aplica corretamente estratégias e ferramentas digitais de apoio à criatividade.</li> <li>Nem sempre explora ideias e não desenvolve constantemente o pensamento computacional e produz artefactos digitais criativos.</li> <li>Não conhece as potencialidades de diferentes aplicações digitais.</li> <li>Nem sempre compreende e não utiliza, por vezes, corretamente técnicas elementares (captura de imagens, som, vídeo e modelação 3D).</li> <li>Raramente analisa que tipos de problemas podem ser resolvidos usando imagens, som, vídeo, modelação e animação.</li> <li>Nem sempre desconstrói corretamente um objeto nos seus elementos constituintes.</li> <li>Raramente desenha objetos, produz narrativas digitais, de forma corretamente, utilizando as técnicas e materiais adequados de captura de imagens, som, vídeo e modelação, tendo em vista soluções adequadas a um problema ou projeto.</li> <li>Nem sempre mobiliza os conhecimentos sobre as normas dos direitos de autor associados à utilização de imagens, do som e do vídeo e modelação 3D.</li> <li>Tem muita dificuldade na integração de conteúdos provenientes de diferentes tipos de suportes, para produzir e modificar, de acordo com normas e diretrizes codificadas, artefactos digitais criativos para expressar ideias, sentimentos e propósitos específicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>O aluno conhece e aplica, por vezes, corretamente estratégias e ferramentas digitais de apoio à criatividade.</li> <li>Explora ideias e desenvolve, por vezes, corretamente o pensamento computacional e produz artefactos digitais criativos.</li> <li>Conhece algumas das potencialidades de diferentes aplicações digitais.</li> <li>Compreende e utiliza, por vezes, corretamente técnicas elementares (captura de imagens, som, vídeo e modelação 3D).</li> <li>Às vezes, analisa que tipos de problemas podem ser resolvidos usando imagens, som, vídeo, modelação e animação.</li> <li>Desconstrói, por vezes, corretamente um objeto nos seus elementos constituintes.</li> <li>Desenha objetos, produz narrativas digitais, por vezes, corretamente, utilizando as técnicas e materiais adequados de captura de imagens, som, vídeo e modelação tendo em vista soluções adequadas a um problema ou projeto.</li> <li>Nem sempre mobiliza os conhecimentos sobre as normas dos direitos de autor associados à utilização de imagens, do som e do vídeo e modelação 3D.</li> <li>Tem algumas dificuldades na integração de conteúdos provenientes de diferentes tipos de suportes, para produzir e modificar, de acordo com normas e diretrizes codificadas, artefactos digitais criativos para expressar ideias, sentimentos e propósitos específicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>O aluno do nível mínimo, dos apresentados recria situações do nível 3 e 5.</li> <li>Explora ideias e desenvolve constantemente o pensamento computacional e produz artefactos digitais criativos.</li> <li>Conhece as potencialidades de diferentes aplicações digitais.</li> <li>Compreende e utiliza constantemente técnicas elementares (captura de imagens, som, vídeo e modelação 3D).</li> <li>Analisa que tipos de problemas podem ser resolvidos usando imagens, som, vídeo, modelação e animação.</li> <li>Desconstrói corretamente um objeto nos seus elementos constituintes.</li> <li>Desenha objetos, produz narrativas digitais, corretamente, utilizando as técnicas e materiais adequados de captura de imagens, som, vídeo e modelação, tendo em vista soluções adequadas a um problema ou projeto.</li> <li>Mobiliza os conhecimentos sobre as normas dos direitos de autor associados à utilização de imagens, do som e do vídeo e modelação 3D.</li> <li>Integra conteúdos provenientes de diferentes tipos de suportes, para produzir e modificar, de acordo com normas e diretrizes codificadas, artefactos digitais criativos para expressar ideias, sentimentos e propósitos específicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>O aluno conhece e aplica corretamente estratégias e ferramentas digitais de apoio à criatividade.</li> <li>Explora ideias e desenvolve constantemente o pensamento computacional e produz artefactos digitais criativos.</li> <li>Conhece as potencialidades de diferentes aplicações digitais.</li> <li>Compreende e utiliza constantemente técnicas elementares (captura de imagens, som, vídeo e modelação 3D).</li> <li>Analisa que tipos de problemas podem ser resolvidos usando imagens, som, vídeo, modelação e animação.</li> <li>Desconstrói corretamente um objeto nos seus elementos constituintes.</li> <li>Desenha objetos, produz narrativas digitais, corretamente, utilizando as técnicas e materiais adequados de captura de imagens, som, vídeo e modelação, tendo em vista soluções adequadas a um problema ou projeto.</li> <li>Mobiliza os conhecimentos sobre as normas dos direitos de autor associados à utilização de imagens, do som e do vídeo e modelação 3D.</li> <li>Integra conteúdos provenientes de diferentes tipos de suportes, para produzir e modificar, de acordo com normas e diretrizes codificadas, artefactos digitais criativos para expressar ideias, sentimentos e propósitos específicos.</li> </ul>

12.

Mobilização de conhecimentos	O aluno conhece algumas, mas não aplica corretamente estratégias e ferramentas digitais de apoio à criatividade	O aluno conhece e aplica, por vezes, corretamente estratégias e ferramentas digitais de apoio à criatividade	O aluno conhece e aplica corretamente estratégias e ferramentas digitais de apoio à criatividade
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Explora ideias e desenvolve, por vezes, corretamente o pensamento computacional e produz artefactos digitais criativos.</li> <li>Compreende e utiliza, por vezes, corretamente técnicas elementares (enquadramento, legendas, entre outras) de captura e edição de imagens, sons, vídeo e modelação 3D.</li> <li>Mobiliza conhecimentos para analisar que tipos de problemas podem ser resolvidos usando, imagens, sons, vídeo, modelação e animação.</li> <li>Descompõe, por vezes, corretamente um objeto nos seus elementos constituintes.</li> <li>Mobiliza conhecimentos para desalar objetos, produzir narrativas digitais, de forma correta, atendendo as técnicas e materiais adequados de captura de imagens, sons, vídeo e modelação, tendo em vista soluções adequadas a um problema ou projeto.</li> <li>Mobiliza os conhecimentos sobre as normas dos direitos de autor associados à utilização de imagens, de sons e de vídeo e modelação 3D.</li> <li>Tem dificuldades na integração de conteúdos provenientes de diferentes tipos de suportes, para produzir e modificar, de acordo com normas e direitos conhecidos, artefactos digitais criativos para explorar ideias, sentimentos e propostas específicas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Explora ideias e desenvolve, por vezes, corretamente o pensamento computacional e produz artefactos digitais criativos.</li> <li>Compreende e utiliza, por vezes, corretamente técnicas elementares (enquadramento, legendas, entre outras) de captura e edição de imagens, sons, vídeo e modelação 3D.</li> <li>Mobiliza conhecimentos para analisar que tipos de problemas podem ser resolvidos usando, imagens, sons, vídeo, modelação e animação.</li> <li>Descompõe, por vezes, corretamente um objeto nos seus elementos constituintes.</li> <li>Mobiliza conhecimentos para desalar objetos, produzir narrativas digitais, por vezes, corretamente, utilizando as técnicas e materiais adequados de captura de imagens, sons, vídeo e modelação, tendo em vista soluções adequadas a um problema ou projeto.</li> <li>Mobiliza os conhecimentos sobre as normas dos direitos de autor associados à utilização de imagens, de sons e de vídeo e modelação 3D.</li> <li>Tem algumas dificuldades na integração de conteúdos provenientes de diferentes tipos de suportes, para produzir e modificar, de acordo com normas e direitos conhecidos, artefactos digitais criativos para explorar ideias, sentimentos e propostas específicas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Explora ideias e desenvolve constantemente o pensamento computacional e produz artefactos digitais criativos.</li> <li>Compreende e utiliza corretamente técnicas elementares (enquadramento, legendas, entre outras) de captura e edição de imagens, sons, vídeo e modelação 3D.</li> <li>Sabe analisar que tipos de problemas podem ser resolvidos usando, imagens, sons, vídeo, modelação e animação.</li> <li>Sabe descompor corretamente um objeto nos seus elementos constituintes.</li> <li>Sabe desalar objetos, produzir narrativas digitais, corretamente, utilizando as técnicas e materiais adequados de captura de imagens, sons, vídeo e modelação, tendo em vista soluções adequadas a um problema ou projeto.</li> <li>Mobiliza os conhecimentos sobre as normas dos direitos de autor associados à utilização de imagens, de sons e de vídeo e modelação 3D.</li> <li>Consegue integrar conteúdos provenientes de diferentes tipos de suportes, para produzir e modificar, de acordo com normas e direitos conhecidos, artefactos digitais criativos para explorar ideias, sentimentos e propostas específicas.</li> </ul>

13. Resposta - Domínio: Criar e Inovar \*

Marcar apenas uma oval.

Tomei conhecimento

Ponderações

14.

Segurança, responsabilidade e respeito em ambientes digitais	15%
Investigar e Pesquisar	10%
Comunicar e Colaborar	10%
Criar e Inovar	35%
Atitudes	30%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

15. Resposta - Ponderações \*

Marcar apenas uma oval.

Tomei conhecimento

## Anexo E – Formulário inquérito por questionário avaliação diagnóstica

RV\_RA Diagnóstico

<https://docs.google.com/forms/u/0/d/1hZwkbHlgE5eQLrdf4agb9IkZ5>

### RV\_RA Diagnóstico

*\* Indica uma pergunta obrigatória*

1. 1 - Sabes o que significa Realidade Virtual? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim  
 Não

2. 2 - Sabes o que significa Realidade Aumentada? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim  
 Não

3. 3 - Sabias que a escola possui dois kits de RV/RA? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim  
 Não

4. 4 - Já ouviste falar em algum destes dispositivos de Realidade Virtual? (podes escolher mais do que uma opção) \*

*Marcar tudo o que for aplicável.*

- Nunca ouvi falar  
 Meta Quest Pro  
 Apple Vision Pro  
 Pico 4 Enterprise  
 HTC Vive XR Elite  
 Sony PlayStation VR2  
 Valve Index

5. 5 - Já ouviste falar em algum destes dispositivos de Realidade Aumentada? (podes escolher mais do que uma opção) \*

*Marcar tudo o que for aplicável.*

- Nunca ouvi falar  
 Microsoft HoloLens 2  
 Magic Leap 2  
 Vuzix (Ultra, Shield, M4000)  
 Lenovo ThinkReality A3  
 Google Glass Enterprise Edition 2  
 Nreal/Xreal (Light, Air)  
 TCL RayNeo

6. 6 - Sabes o que são plataformas e ferramentas de desenvolvimento RV/RA? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim  
 Não

7. 7 - Conheces alguma destas plataformas e ferramentas? (podes escolher mais do que uma opção) \*

*Marcar tudo o que for aplicável.*

- Nunca ouvi falar
- Unity
- Unreal Engine 5
- OpenXR
- WebXR
- 8thWall

8. 8 - Conheces alguma destas entidades? (podes escolher mais do que uma opção) \*

*Marcar tudo o que for aplicável.*

- RIVET
- VOXON
- META
- ROTO
- ROKID
- NIAN TIC
- VARJO
- MOJOVISION
- ULTRALEAP

9. 9 - Já ouviste falar em simuladores? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não

10. 10 - Sabes o que são cubos para realidade aumentada? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não

Secção sem título

11. 11 - Sabes o que significa AVATAR? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não

12. 12 - Tens o teu próprio AVATAR? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não

13. 13 - Sabes para que serve a plataforma CoSpaces? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não

14. 14 - Sabes para que serve a plataforma ArtSteps? \*

Marcar apenas uma oval.

- Sim  
 Não

15. 15 - Sabes o que significa ambiente imersivo? \*

Marcar apenas uma oval.

- Sim  
 Não

16. 16 - Sabes para que serve a plataforma Tinkercad? \*

Marcar apenas uma oval.

- Sim  
 Não

17. 17 - Alguma vez criaste um objeto em 3D? \*

Marcar apenas uma oval.

- Sim  
 Não

18. 18 - Conheces algum destes tipos de formato de ficheiro? (podes escolher mais do que uma opção) \*

Marcar tudo o que for aplicável.

- .obj  
 .stl  
 .brd  
 .fbx  
 .dae  
 .glTF  
 Desconheço

19. 19 - Questão extra: Sabes o que significa realidade mista? \*

Marcar apenas uma oval.

- Sim  
 Não

20. 20 - Questão extra: Sabes o que significa realidade estendida? \*

Marcar apenas uma oval.

- Sim  
 Não

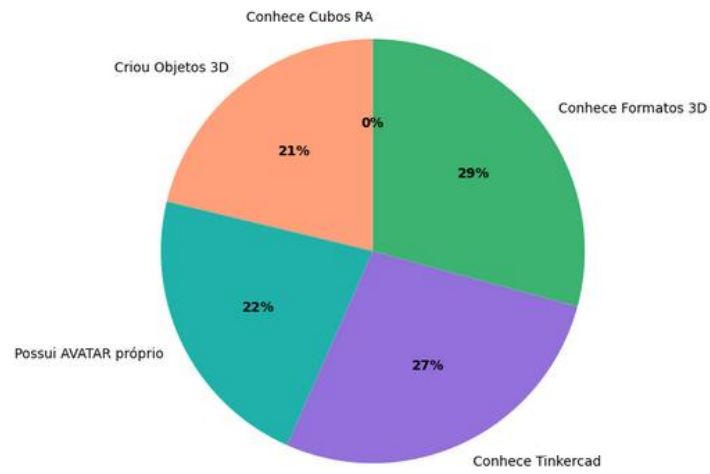
---

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pela Google.

Google Formulários

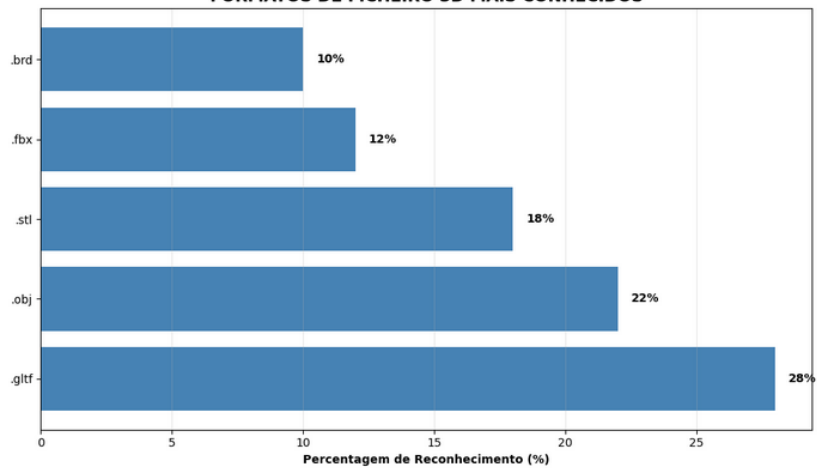
## Anexo F – Totalidade dos gráficos da avaliação diagnóstica

### EXPERIÊNCIA PRÁTICA E FERRAMENTAS

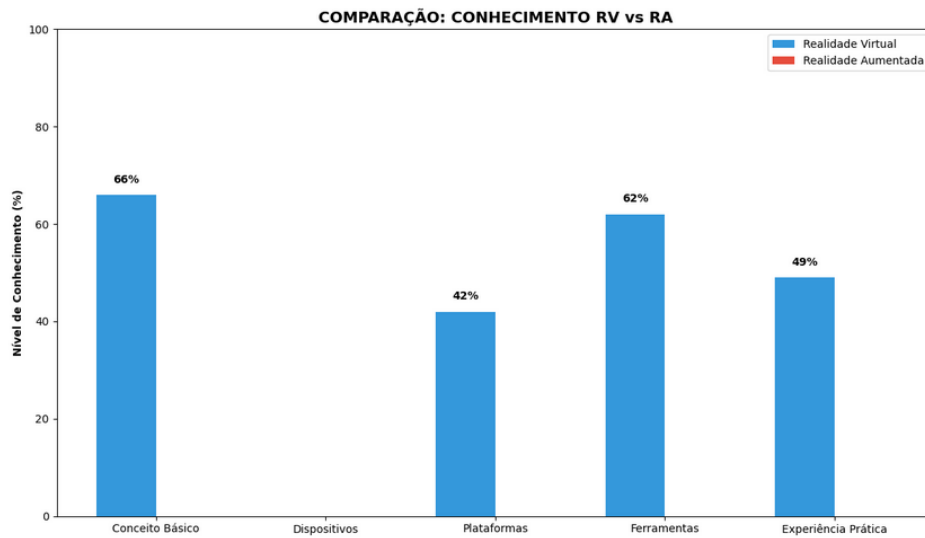


Experiência em 3D

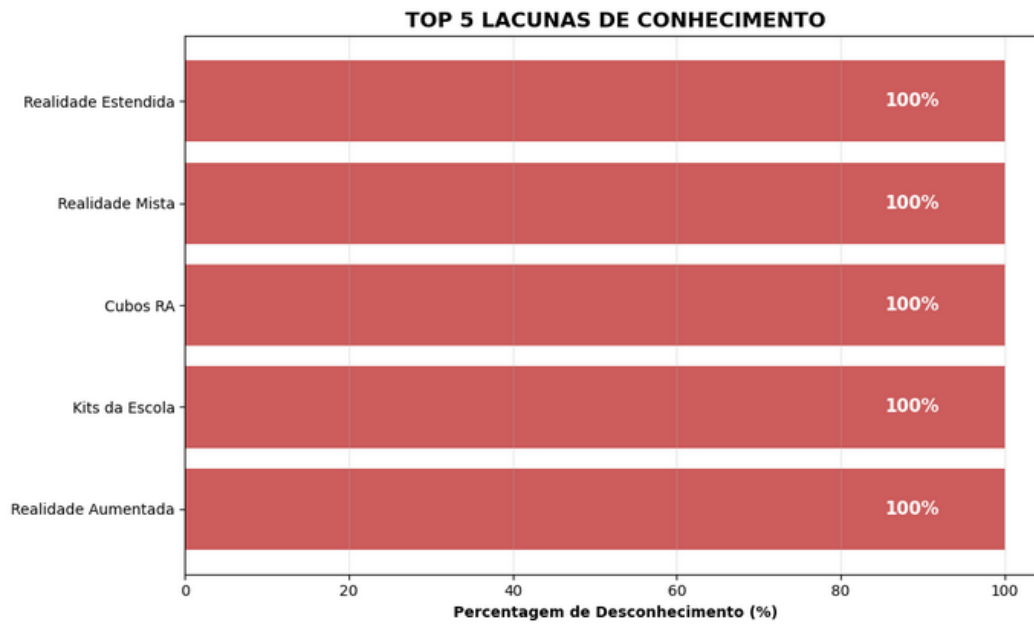
### FORMATOS DE FICHEIRO 3D MAIS CONHECIDOS



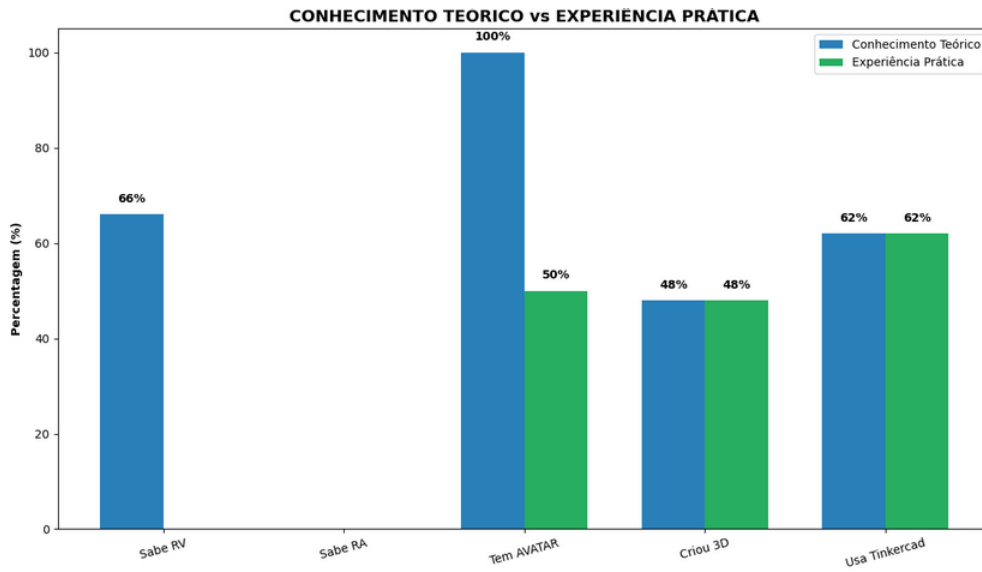
Conhecimento dos formatos de ficheiros 3D



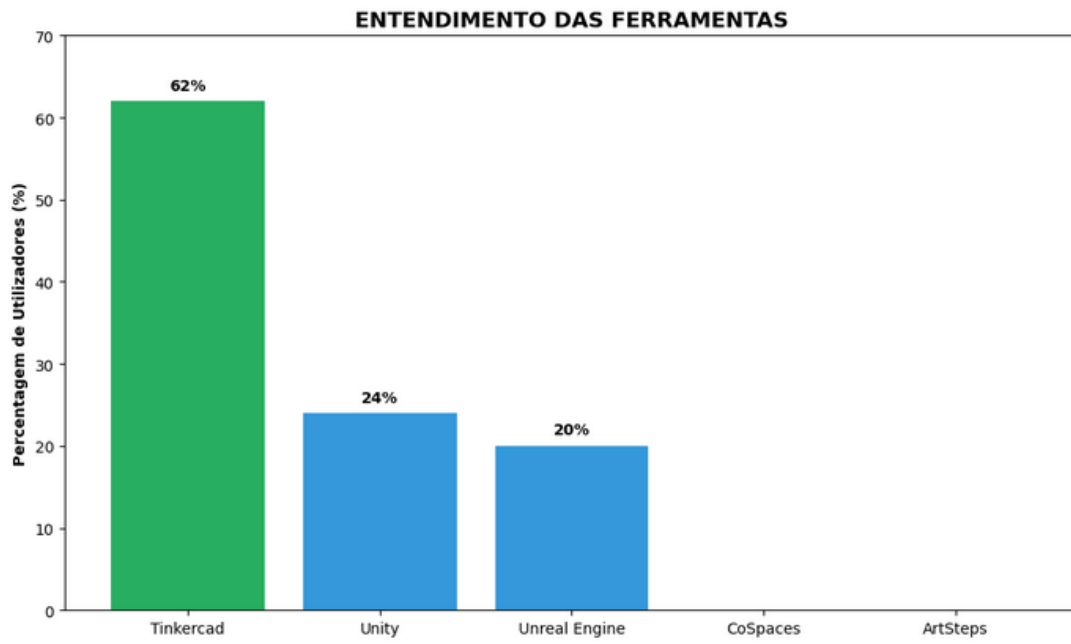
Análise comparativa do conhecimento da Realidade Virtual e Aumentada



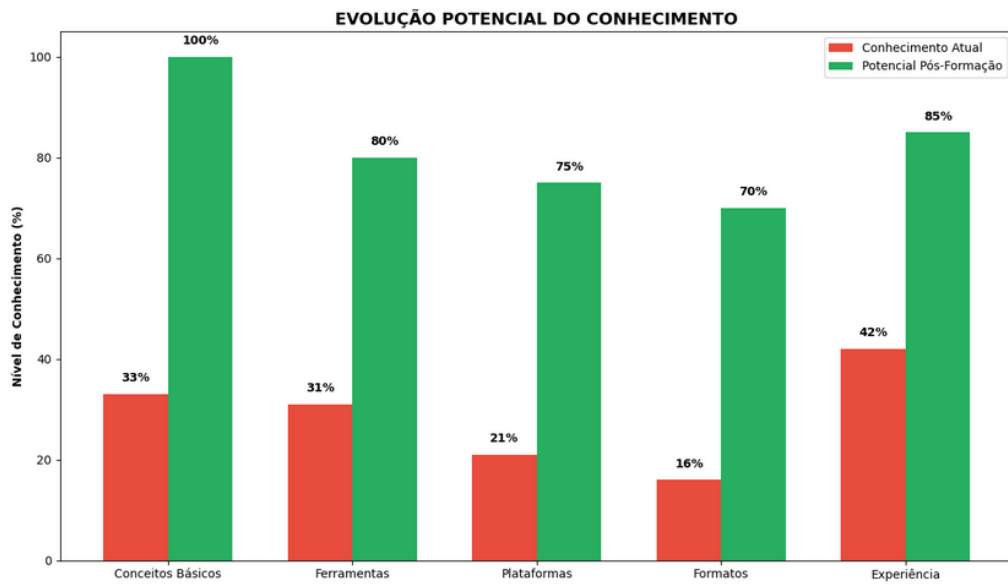
Lacunas de conhecimento



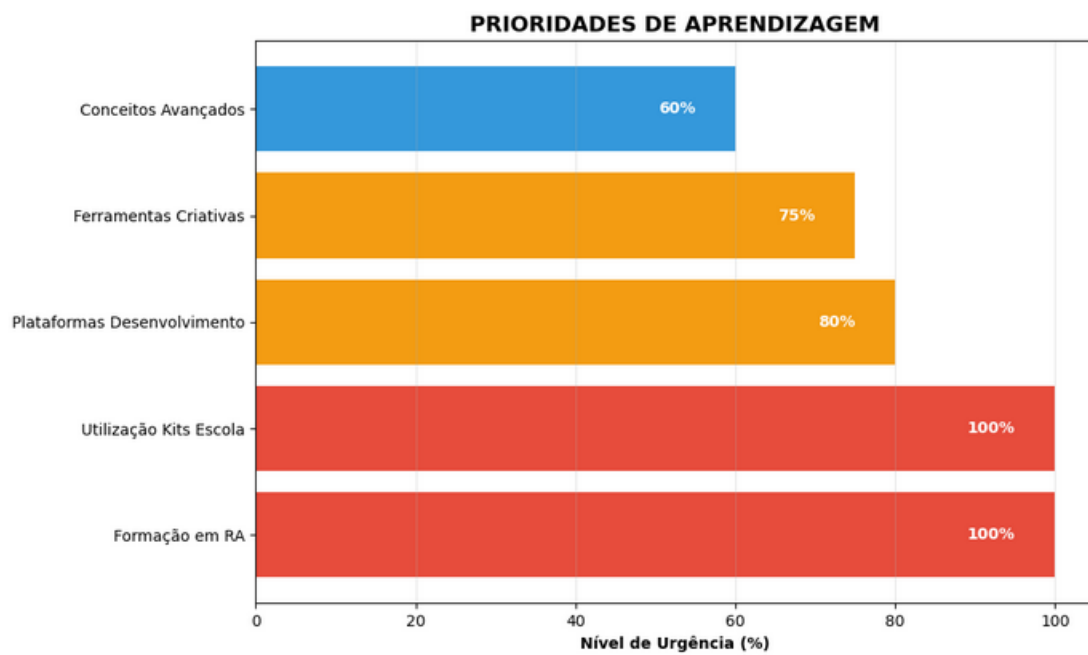
Conhecimento teórico vs experiência prática



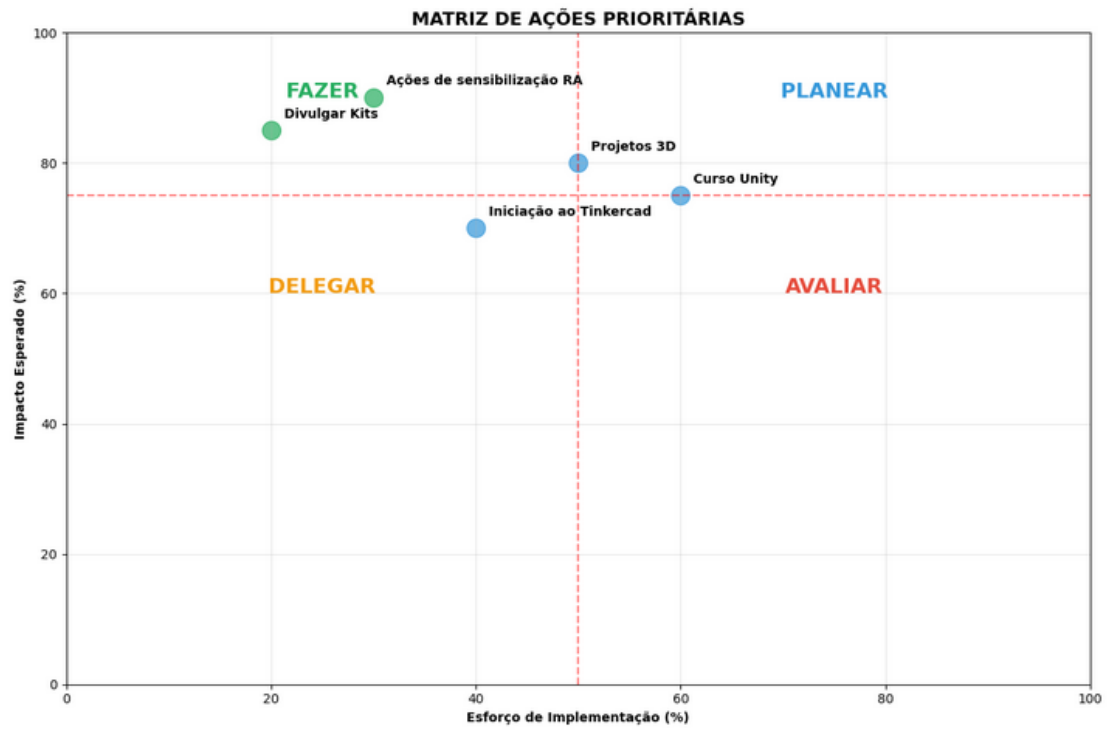
Entendimento das ferramentas



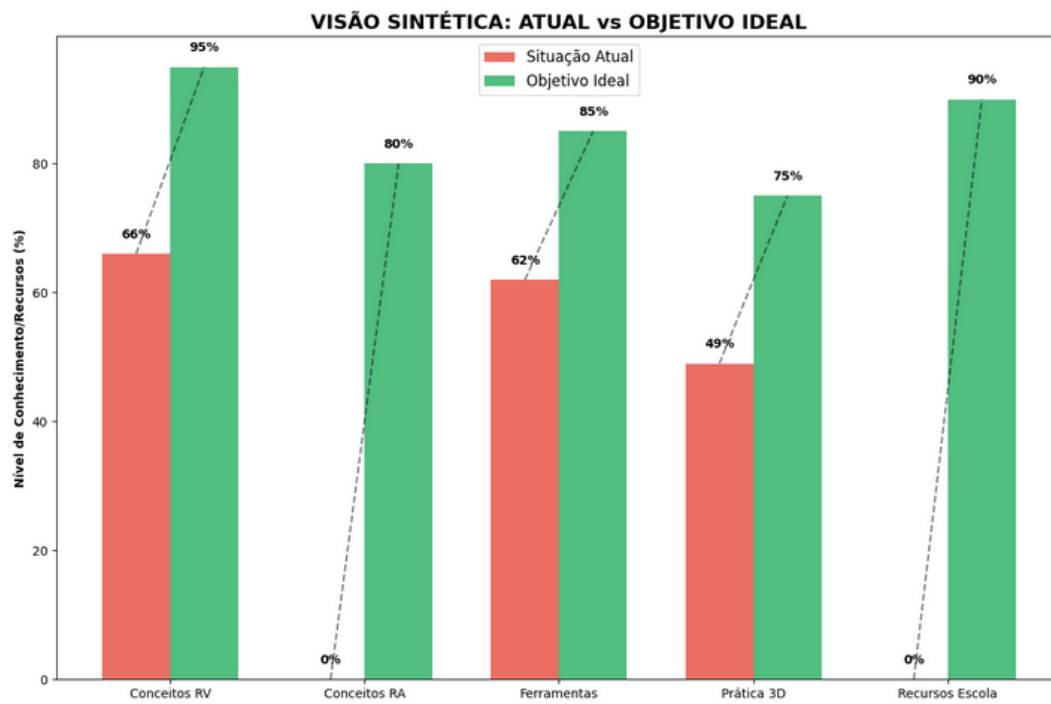
Evolução do conhecimento por área



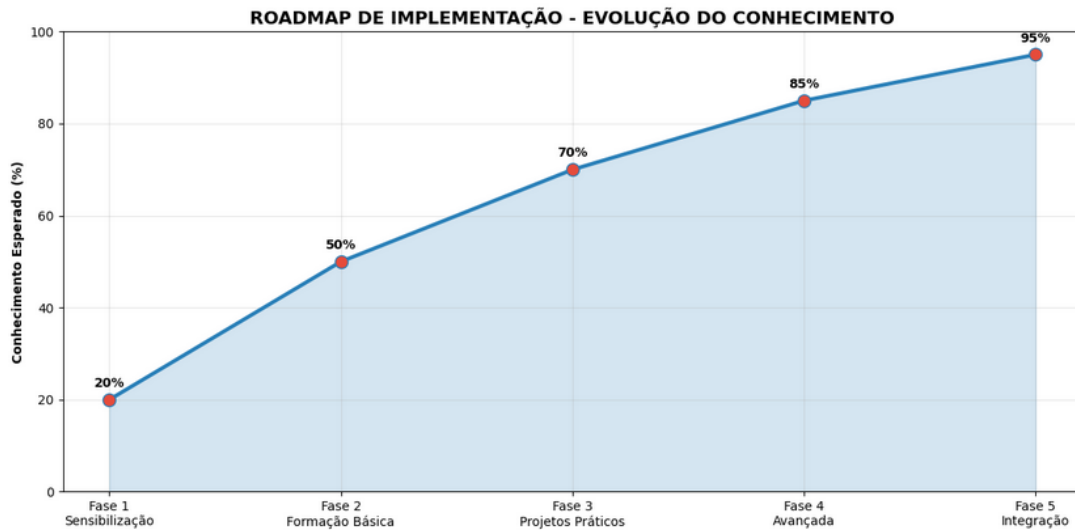
Prioridades de aprendizagem



Matriz de ações prioritárias



Síntese visual final



Roadmap de implementação

## Anexo G – Formulário inquérito por questionário avaliação formativa

RV\_RA AVA Formativa

<https://docs.google.com/forms/u/0/d/1HTKHN56Q4Gs53em4TjOLV>

### RV\_RA AVA Formativa

\* Indica uma pergunta obrigatória

Atividade

1. A composição de grupos de trabalho foram bem definidos? \*

Marcar apenas uma oval.

- Sim  
 Não

2. Os objetivos de aprendizagem foram claros? \*

Marcar apenas uma oval.

- Sim  
 Não

3. Os meios foram os suficientes? \*

Marcar apenas uma oval.

- Sim  
 Não

4. O método de trabalho foi o ideal? \*

Marcar apenas uma oval.

- Sim  
 Não

5. Os materiais utilizados foram os suficientes? \*

Marcar apenas uma oval.

- Sim  
 Não

Conhecimentos

6. A Realidade Virtual \* 10 pontos

Marcar apenas uma oval.

- Cria um ambiente digital completamente separado do mundo físico, onde o utilizador é imerso, através de dispositivos como óculos VR, numa realidade fabricada digitalmente.
- Cria um ambiente analógico completamente ligado do mundo físico, onde o utilizador é imerso, através de dispositivos como óculos VR, numa realidade fabricada digitalmente.
- Cria um ambiente digital e analógico completamente separado e também ligado do mundo físico, onde o utilizador é imerso, através de dispositivos como óculos VR, numa realidade não fabricada digitalmente.

RV\_RA AVA Formativa

<https://docs.google.com/forms/u/0/d/1HTKHN56Q4Gs53em4TjOLV>

7. A Realidade Aumentada \* 10 pontos

Marcar apenas uma oval.

- Mistura o ambiente físico real com elementos digitais. Através de um dispositivo como um smartphone, tablet ou óculos de AR, o utilizador pode ver o mundo ao seu redor com sobreposições de informações, gráficos ou animações que interagem com o espaço físico.
- Não mistura o ambiente físico real com elementos digitais. Através de um dispositivo como um smartphone, tablet ou óculos de AR, o utilizador pode ver o mundo ao seu redor com sobreposições de informações, gráficos ou animações que interagem com o espaço físico.
- Mistura o ambiente físico real com elementos analógicos. Através de um dispositivo como um smartphone, tablet ou óculos de AR, o utilizador pode ver o mundo ao seu redor com sobreposições de informações, gráficos ou animações que não interagem com o espaço físico.

8. Em 1929 Edwin Link inventou o simulador de voo eletromecânico chamado Link Trainer? \* 5 pontos

Marcar apenas uma oval.

- Sim  
 Não

9. Em 1962 Morton Heilig não desenvolveu um simulador denominado Sensorama? \* 5 pontos

Marcar apenas uma oval.

- Sim  
 Não

10. As Universidades e a NASA contribuem nos avanços tecnológicos da renderização, simulação 3D e sensores? \* 5 pontos

Marcar apenas uma oval.

- Sim  
 Não

#### Prática

11. Os óculos de Realidade Virtual devem estar sempre ligados à internet? \* 5 pontos

Marcar apenas uma oval.

- Sim  
 Não

12. A plataforma MergeEdu serviu-te para criares um cubo para a Realidade Aumentada? \* 5 pontos

Marcar apenas uma oval.

- Sim  
 Não

13. O Tinkercad permitiu-te criares objetos 3D complexos e abstratos? \* 5 pontos

Marcar apenas uma oval.

- Sim  
 Não

RV\_RA AVA Formativa

<https://docs.google.com/forms/u/0/d/1HTKHN56Q4Gs53em4TjOLV>

14. A plataforma CoSpaces e ArtSteps permitem uma experiência imersiva e social? \* 5 pontos

Marcar apenas uma oval.

- Sim  
 Não

15. A aplicação Object Viewer permite-te acederes a vários recursos digitais de aprendizagem? \* 5 pontos

Marcar apenas uma oval.

- Sim  
 Não

16. O trabalho colaborativo permite mais qualidade no que estavas a fazer e a aprender? \* 10 pontos

Marcar apenas uma oval.

- Sim  
 Não

17. O trabalho que tiveste na construção de objetos 3D e depois visualizados nos óculos, permitiram-te explicar com maior clareza, por exemplo, a estrutura do DNA, o sistema solar ou a tabela periódica? \*

Marcar apenas uma oval.

18. Conseguiste transferir conhecimentos para outras disciplinas? \*

Marcar apenas uma oval.

- Sim  
 Não

19. Aprendes formalmente quando estás: \*

15 pontos

Marcar apenas uma oval.

- Estar na sala de TIC  
 Não estar na sala de TIC  
 Estar no exterior da escola

20. Aprendes informalmente quando estás: \*

15 pontos

Marcar apenas uma oval.

- Numa biblioteca ou exterior da escola  
 Numa biblioteca ou na sala de TIC  
 Nenhuma das opções anteriores

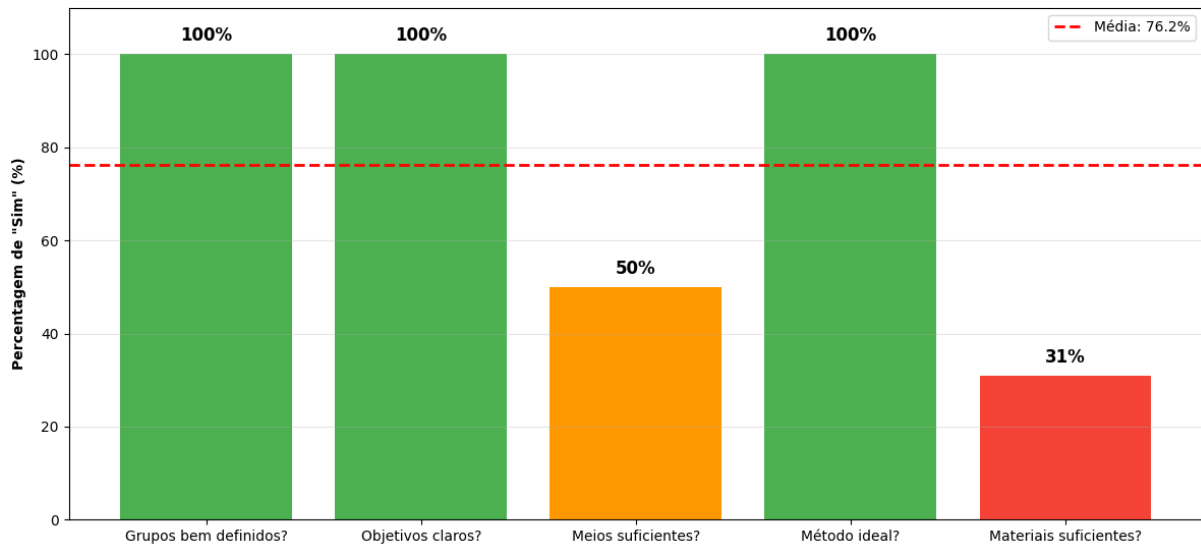
---

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pela Google.

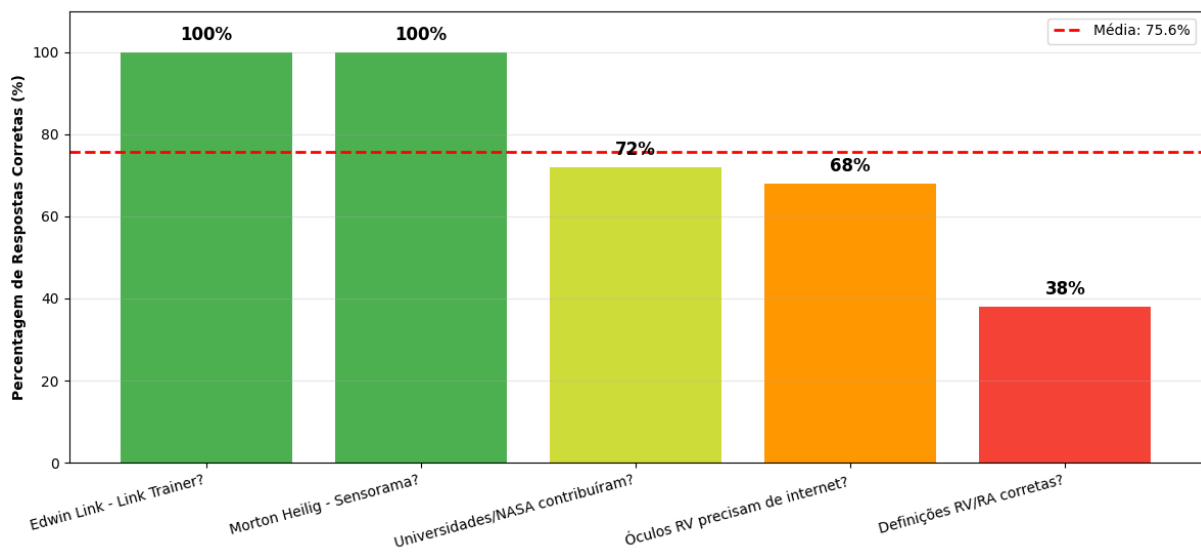
Google Formulários

## Anexo H – Totalidade dos gráficos da avaliação formativa

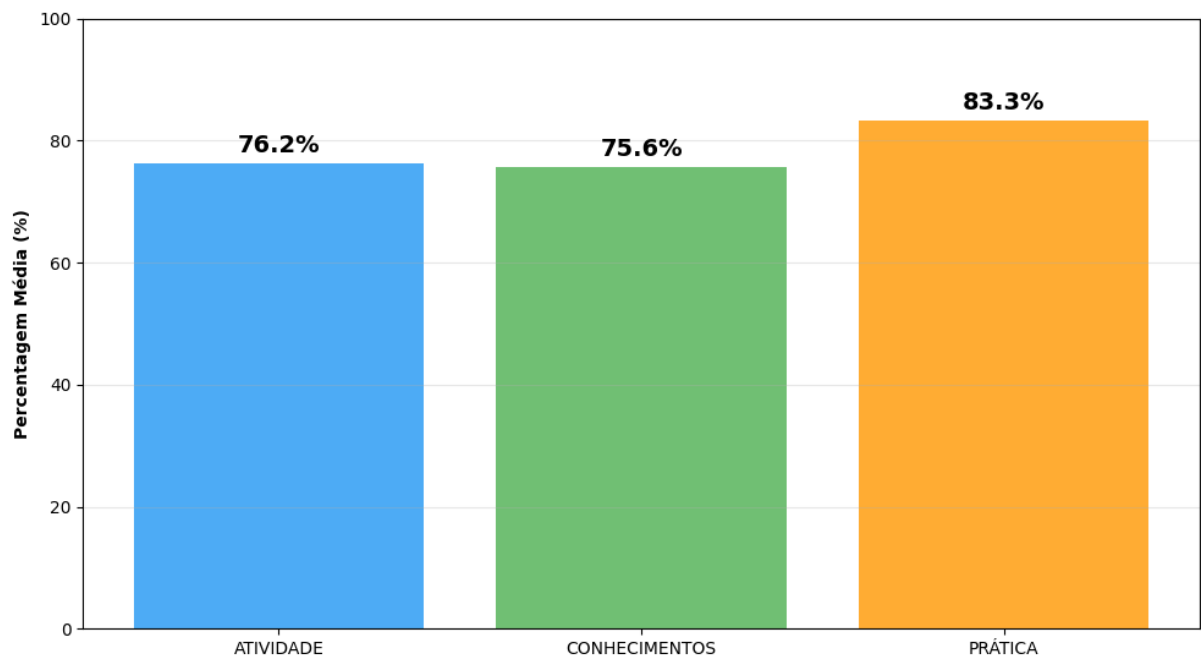
### CATEGORIA ATIVIDADE - Respostas "Sim"



### CATEGORIA CONHECIMENTOS - Respostas Corretas



### COMPARAÇÃO ENTRE CATEGORIAS - Médias Gerais



## Anexo I – Formulário inquerito por questionário avaliação sumativa

RV\_RA AVA Sumativa

[https://docs.google.com/forms/d/1i0dOlrLPaWIFz0mjLc\\_wtjOOTxw..](https://docs.google.com/forms/d/1i0dOlrLPaWIFz0mjLc_wtjOOTxw..)

### RV\_RA AVA Sumativa

*\*Indica uma pergunta obrigatório*

1. 1 - Classifica o grau de satisfação quanto ao uso dos óculos de Realidade Virtual. \*

1 2 3 4 5  
☆ ☆ ☆ ☆ ☆

2. 2 - Classifica o grau de satisfação quanto ao uso do cubo para a Realidade Aumentada. \*

1 2 3 4 5  
☆ ☆ ☆ ☆ ☆

3. 3 - Classifica o grau de satisfação quanto à criação de objetos 3D. \*

1 2 3 4 5  
☆ ☆ ☆ ☆ ☆

4. 4 - Classifica o grau de satisfação quanto à utilização do CoSpaces. \*

1 2 3 4 5  
☆ ☆ ☆ ☆ ☆

5. 5 - Classifica o grau de satisfação quanto à utilização do ArtSteps. \*

1 2 3 4 5  
☆ ☆ ☆ ☆ ☆

6. 6 - Classifica o grau de satisfação quanto à utilização do Tinkercad. \*

1 2 3 4 5  
☆ ☆ ☆ ☆ ☆

7. 7 - Avalia o grau de facilidade da instalação da aplicação Object Viewer. \*

1 2 3 4 5  
☆ ☆ ☆ ☆ ☆

8. 8 - Em que espaço físico experimentaste a realidade virtual e aumentada? \*

Marcar apenas uma oval.

- Sala de aulas de TIC  
 Biblioteca escolar

9 - Utilizaste o manual físico para carregar os conteúdos nos óculos ClassVR? \*

Marcar apenas uma oval.

- Sim  
 Não

10. 10 - Criaste os teus próprios objetos 3D? \*

Marcar apenas uma oval.

- Sim  
 Não

11. 11 - Os teus objetos 3D identificam-se com que disciplina? (podes escolher mais do que uma) \*

Marcar tudo o que for aplicável.

- ET/EV  
 Português  
 Matemática  
 Geografia  
 Educação Física  
 Inglês  
 Francês  
 Ciências Naturais  
 Físico-Química  
 ICLC/EMRC  
 TIC  
 Outra

12. 12 - As experiências com os óculos e o cubo ajudaram-te a compreender conceitos complexos ou abstratos? \*

Marcar apenas uma oval.

- Sim  
 Não

13. 13 - Quais foram as experiências que mais gostaste? (podes escolher mais do que uma) \*

Marcar tudo o que for aplicável.

- Vídeos 360º  
 Lugares históricos  
 Anatomia humana  
 Figuras geométricas  
 Outra

14. 14 - Classifica o tempo de utilização de ambas as tecnologias. \*

1 2 3 4 5  
☆☆☆☆☆

15. 15 - Sentiste algum desconforto (visão, náuseas...) aquando o uso dos óculos \*  
ClassVR?

Marcar apenas uma oval.

- Sim  
 Não  
 Algum desconforto

16. 16 - Voltarias a repetir a experiência? \*

Marcar apenas uma oval.

- Sim  
 Não

17. 17 - Avalia o teu grau de motivação para aprender com a realidade virtual. \*

1 2 3 4 5  
☆ ☆ ☆ ☆ ☆

18. 18 - Avalia o teu grau de motivação para aprender com a realidade aumentada. \*

1 2 3 4 5  
☆ ☆ ☆ ☆ ☆

19. 19 - Avalia o teu grau de motivação quando trabalhas em grupo. \*

1 2 3 4 5  
☆ ☆ ☆ ☆ ☆

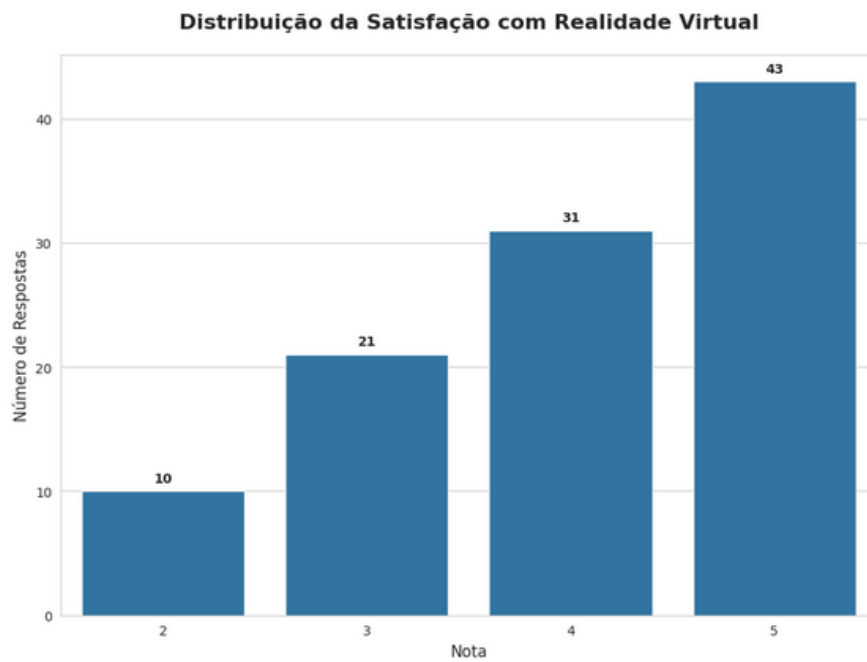
20. 20 - Avalia o teu envolvimento na utilização de ambas as tecnologias. \*

1 2 3 4 5  
☆ ☆ ☆ ☆ ☆

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pela Google.

Google Formulários

## Anexo J – Totalidade dos gráficos da avaliação sumativa

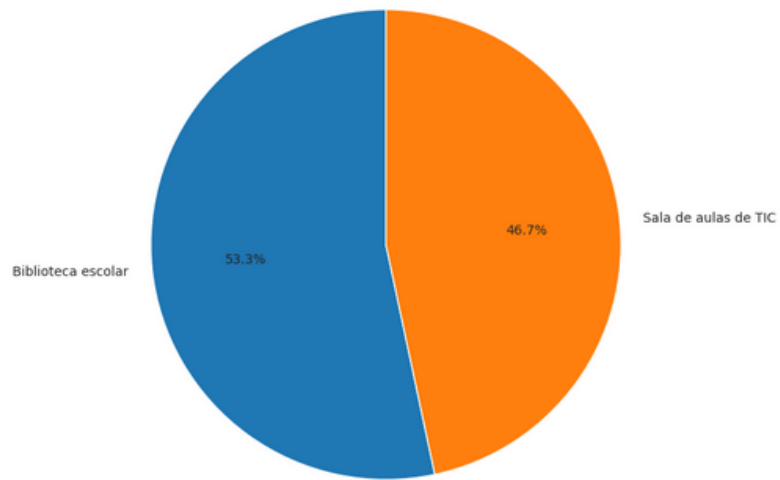


Grau de satisfação com a VR



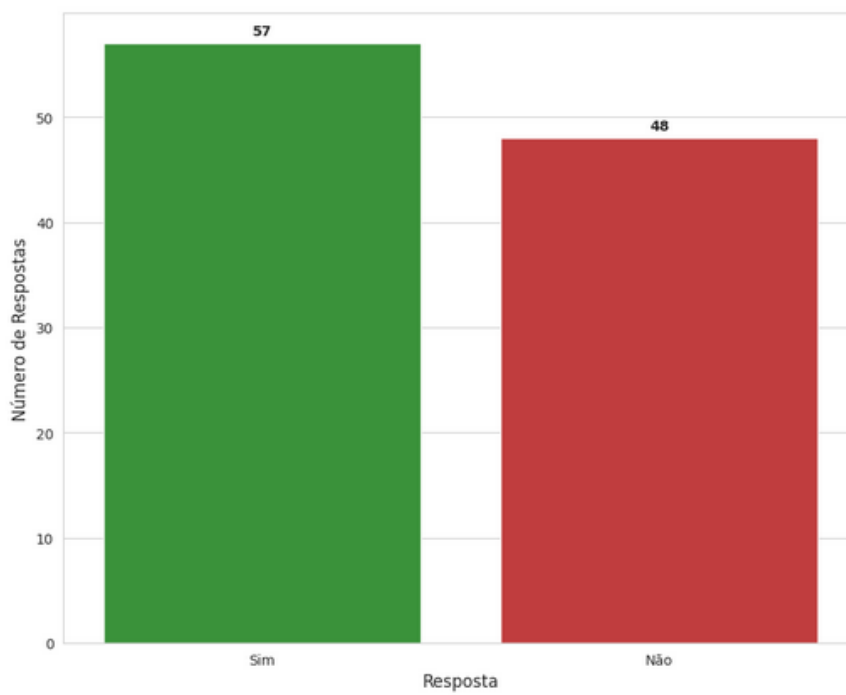
Grua de facilidade na instalação da App

### Espaço Físico da Experiência

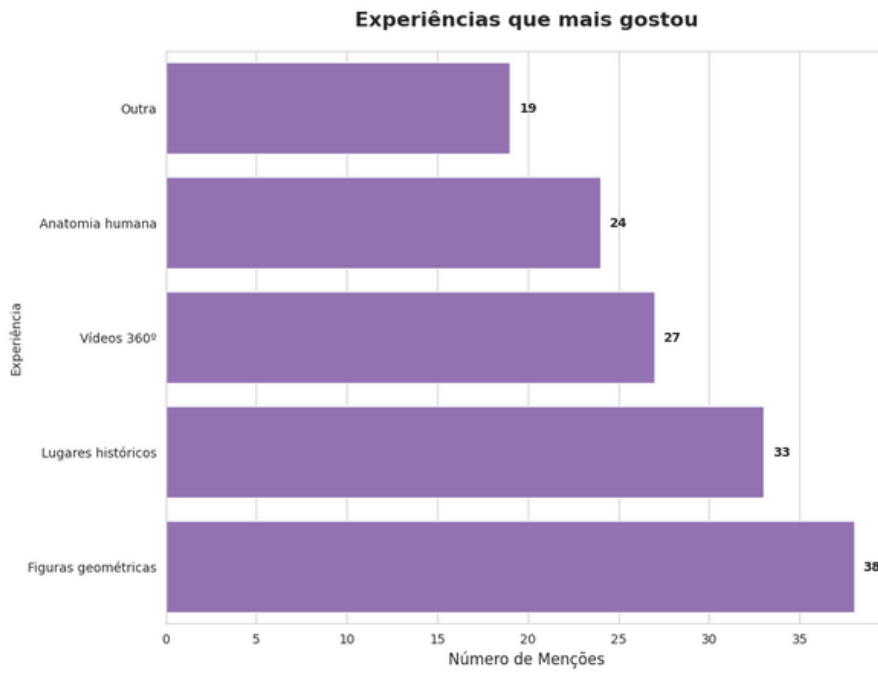


Indicação do local da experiência imersiva

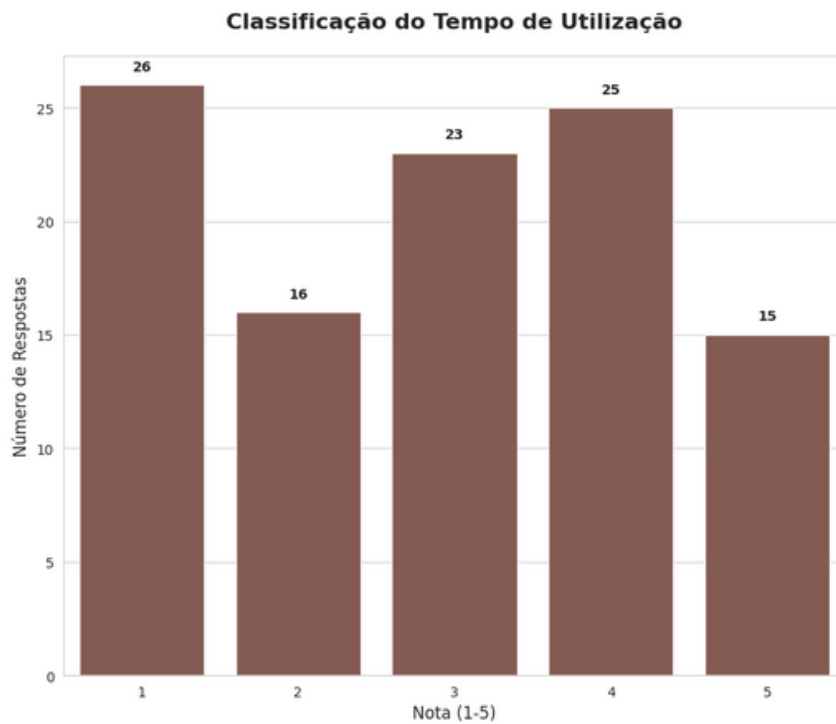
### Ajuda na Compreensão de Conceitos Complexos ou Abstratos



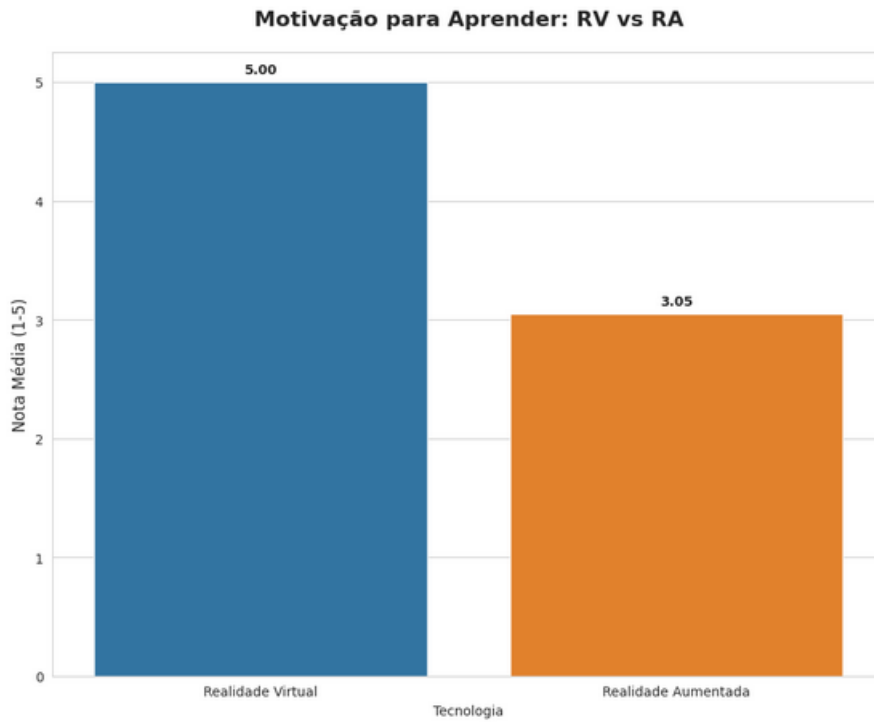
Indicação quanto à compreensão dos conceitos complexos e abstratos



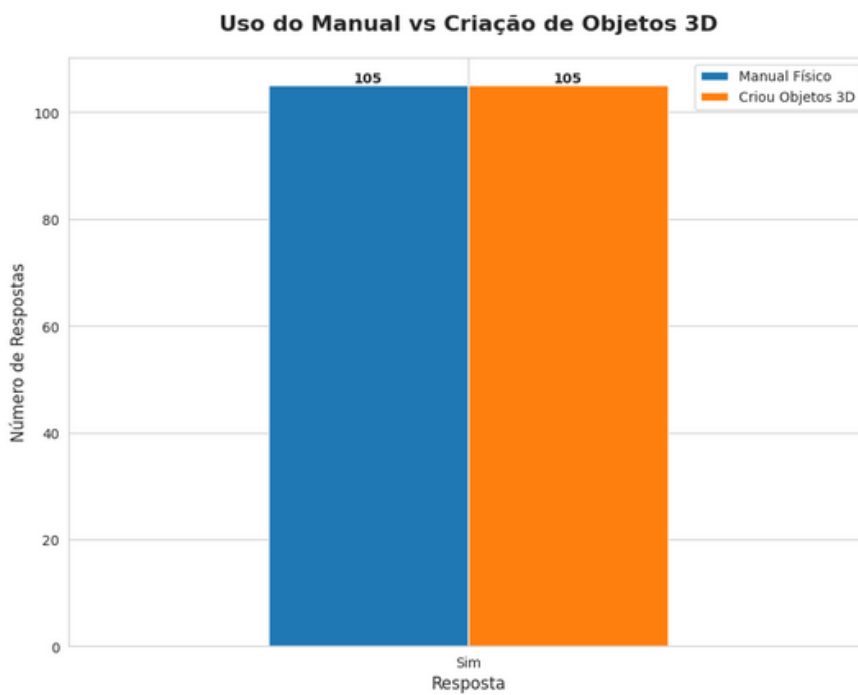
Indicação da experiência que o aluno mais gostou



Indicação do tempo dedicado à experiência



Nível de motivação para aprender com as tecnologias VR/AR



Indicação do uso do manual e da criação de objetos 3D

---

<sup>i</sup> <https://www.markbolas.com>

<sup>ii</sup> <https://www.jku.at/en/institute-of-computer-graphics/about-us/team/oliver-bimber>

<sup>iii</sup> <https://ict.usc.edu/about-us/leadership/research-leadership/albert-skip-rizzo>

<sup>iv</sup> [https://www.epfl.ch/labs/lnco/olaf\\_blanke](https://www.epfl.ch/labs/lnco/olaf_blanke)

<sup>v</sup> <https://people.epfl.ch/daniel.thalmann>

<sup>vi</sup> <https://people.unisa.edu.au/Mark.Billinghurst>

<sup>vii</sup> <https://www.giusepperiva.com>

<sup>viii</sup> <https://vrclist.com/world/441111>

<sup>ix</sup> <https://vrclist.com/world/479463>

<sup>x</sup> <https://vrclist.com/world/465741>

<sup>xi</sup> <https://vrclist.com/world/459563>

<sup>xii</sup> <https://vrclist.com/world/490675>

<sup>xiii</sup> Da pesquisa efetuada destacamos um trabalho de 2014, caso o utilizador/leitor queira aprofundar o assunto. O trabalho está disponível em: Coroado, L. M. F. (2014). Visualização e interação em realidade virtual imersiva: modos de visualização para arquitetura: sistema VIARModes [Dissertação de mestrado, ISCTE – Instituto Universitário de Lisboa]. Repositório do Iscte. <http://hdl.handle.net/10071/8799>