

Integração da Realidade Aumentada e da Realidade Virtual em Projetos Artísticos

PATRÍCIA CELORICO DRAGO CANSADO LOUREIRO

TRABALHO DE PROJETO SUBMETIDO COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM
AUDIOVISUAL E MULTIMÉDIA

Orientadores:

Prof. Doutor Jorge Miguel Souto
Escola Superior de Comunicação Social

Prof. Doutor José Pedro Regatão
Escola Superior de Educação de Lisboa

Outubro de 2025

ÍNDICE

ÍNDICE DE CONTEÚDOS

DECLARAÇÃO	VIII
RESUMO	IX
PALAVRAS-CHAVE	IX
ABSTRACT	X
KEYWORDS	X
AGRADECIMENTOS	XI
INTRODUÇÃO	12
Contextualização do Tema	12
Justificação e Relevância do Estudo	13
Objetivos da Pesquisa	15
Estrutura da Tese	15
Metodologia	16
Fases Metodológicas	16
PARTE I - ARTE E TECNOLOGIA: NOVOS LIMITES PARA A CRIAÇÃO ARTÍSTICA	19
Capítulo 1 - A Convergência entre Arte e Tecnologia ao longo da História	19
1.1. História e transformação da arte com o avanço tecnológico	19
1.2. Arte digital, interatividade e processo	38
1.3. Como a tecnologia redefine a criação e a fruição das obras de arte	40
Capítulo 2 - A RA e RV como Ferramentas Criativas	41
2.1. Características técnicas e estéticas da RA e RV aplicadas às artes visuais	42
2.2. Perspetivas sobre o papel das tecnologias na expressão artística	44
2.3. O Continuum entre Realidade e Virtualidade: enquadramento teórico	45
2.4. O Continuum Expandido de Imersividade na Arte (CEA)	51
Capítulo 3 - Experiências Imersivas: Impacto Sensorial e Visual	54
3.1. Análise das experiências imersivas como um novo campo de interação na arte	54
3.2. Estudos de caso de artistas e projetos que utilizam RA e RV para novas experiências artísticas	55
PARTE II - FERRAMENTAS E MÉTODOS PARA INTEGRAÇÃO DE RA E RV NOS	
PROJETOS ARTÍSTICOS	64
Capítulo 4 - Principais Ferramentas de RA e RV utilizadas na Criação Artística	64
4.1. Análise de software e dispositivos adequados para projetos de artes visuais	

4.2. Avaliação de funcionalidades específicas para explorar novas dimensões artísticas	66
4.3. Considerações técnicas, éticas e pedagógicas sobre a aplicação de RA e RV em projetos artísticos	67
Capítulo 5 - Processo Criativo em Projetos com RA e RV	69
5.1. Etapas do processo criativo - <i>Modelo Pedagógico Participativo e Imersivo</i> (MPPI)	69
5.2. Reflexão sobre a adaptação de práticas artísticas tradicionais ao ambiente digital	70
5.3. Temas emergentes e lacunas na investigação com RA e RV na prática artística	73
5.4. Desafios tecnológicos, éticos e económicos no desenvolvimento de aplicações de RA e RV	75
Capítulo 6 - Estudos de Caso em Criação Artística com RA e RV	78
6.1. Descrição de Projetos que integraram RA e RV em artes visuais e multimédia	79
6.2. Impactos observados no processo criativo	80
6.3. Inspirações e desafios na conceção de Projetos interativos e digitais	81
PARTE III - PROJETO PRÁTICO: DESENVOLVIMENTO E EXPLORAÇÃO DE RA E RV	83
Capítulo 7 - Conceção de Projetos Artísticos com RA e RV : Uma Perspetiva Aberta	83
7.1. Planeamento do Projeto prático com foco na integração das tecnologias..	83
7.2. O potencial dos conhecimentos adquiridos para projetos futuros	84
7.3. Estratégias para a criação de uma experiência imersiva e interativa nas obras	85
Capítulo 8 - Execução e Experimentação Artística com RA e RV	85
8.1. Preparação de materiais, escolha de tecnologias e metodologia de execução	85
8.2. Descrição das atividades práticas para experimentar as capacidades das tecnologias	89
8.3. Os <i>telemóveis</i> como mediadores entre a arte, a tecnologia e a educação	104
Capítulo 9 - Análise e Reflexão sobre a Criação Artística com RA e RV	105
9.1. Avaliação do impacto da RA e RV na criação artística (Dados dos Questionários)	105
9.2. Colaboração, exploração criativa e envolvimento (Dados dos Questionários)	111
9.3. Dificuldades técnicas e desafios no processo (Dados dos Questionários)	113
9.4. Avaliação do impacto da RA e RV na criação artística (Dados do <i>Focus Group</i>)	116
CONSIDERAÇÕES FINAIS	120
REFERÊNCIAS	125
ANEXOS	135

Anexo A – Tabelas: ferramentas digitais, plataformas e dispositivos para RA e RV	135
A.1. Grelha colaborativa de análise de aplicações de RA e RV	135
A.2. Aplicações e software específicos para RA e RV	136
A.3. Plataformas e frameworks para RA e RV	140
A.4. Dispositivos (hardware) para RA e RV	143
A.5. Avaliação comparativa das ferramentas mais relevantes (freemium).....	144
Anexo B – Tabelas: Sistematização das fases do projeto em RA e RV	145
B.1. Sistematização das fases do processo de Realidade Virtual (RV)	145
B.2. Sistematização das fases do processo de RA	149
Anexo C - Pedidos de autorização	151
C.1. Autorização da direção da escola	151
C.2. Autorização dos encarregados de educação	153
Anexo D - Fotografias das peças físicas	155
D.1. Esculturas lineares	155
D.2. Esculturas finais tecidas	158
Anexo E – Questionário estruturado.....	161
E.1. Instrumento de recolha de dados: Questionário aplicado	161
E.2. Resultados do questionário estruturado	167
Anexo F - Guia do <i>focus group</i>.....	168
F.1. Guião do <i>focus group</i>	168
F.2. Transcrição do <i>focus group</i>	170
F.3. Matriz de análise do <i>focus group</i>	183
Anexo G – Capturas de ecrã dos ambientes virtuais criados pelos grupos	186
G.1. Ambientes desenvolvidos no CoSpaces Edu (RV).	186
Anexo H – Registos audiovisuais e materiais digitais complementares ...	191

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Continuum Expandido de Imersão na Arte (CEA).....	51
Tabela 2. Propostas de atividades artísticas por categoria do continuum	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>YOU BE MY ALLY</i> , de Jenny Holzer (2020).....	57
Figura 2. <i>Catching and Collecting Forest</i> , do coletivo teamLab (2025).....	59
Figura 3. <i>Your View Matter</i> , de Olafur Eliasson (2022).	60
Figura 4. <i>Rising</i> , de Marina Abramović (2018).	61
Figura 5. <i>Machine Hallucinations: Coral Dreams</i> , de Refik Anadol (2021).	62
Figura 6. <i>Google Cardboard</i>	76
Figura 7. Esculturas lineares suspensas.	86
Figura 8. <i>Corredor da escola com várias esculturas lineares suspensas</i>	86
Figura 9. <i>Perspetiva oblíqua das esculturas lineares suspensas, evidenciando transparência, movimento, sombras e efeito tridimensional</i>	87
Figura 10. <i>Estudante a digitalizar uma escultura com o telemóvel</i>	90
Figura 11. <i>Exemplos da digitalização 3D de esculturas com imperfeições, usando o Polycam</i>	91
Figura 12. <i>Interface do CoSpaces Edu com o ambiente virtual em desenvolvimento pelos estudantes</i>	92
Figura 13. <i>Exemplo de ambiente virtual criado no CoSpaces Edu pelo Grupo 10</i>	93
Figura 14. <i>Exemplo de ambiente virtual criado no CoSpaces Edu pelo Grupo 14</i>	93
Figura 15. <i>Estudantes a visualizar os seus projetos artísticos com os óculos Meta Quest 2</i>	95
Figura 16. <i>Espelhamento para projetor</i>	96
Figura 17. <i>Composição digital desenvolvida na aplicação Picsart</i>	97
Figura 18. <i>Diferença na leitura do trigger devido ao contraste entre parede branca e parede escura</i>	98
Figura 19. <i>Intervenção têxtil nas esculturas lineares</i>	99
Figura 20. <i>Envolvimento dos estudantes na intervenção têxtil das esculturas</i>	100
Figura 21. <i>Esculturas têxteis concluídas</i>	101

Figura 22. <i>Silhueta desenhada manualmente para funcionar como trigger.</i>	102
Figura 23. <i>Print screen do Artivive mostrando vídeo em RA sobre trigger.</i>	103

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. <i>Contexto de contacto com plataformas de RV e RA.</i>	106
Gráfico 2. <i>Ferramentas utilizadas no projeto.</i>	107
Gráfico 3. <i>Etapas de integração das tecnologias digitais.</i>	108
Gráfico 4. <i>O que fiz, como fiz e o que aprendi em RV.</i>	109
Gráfico 5. <i>O que fiz, como fiz e o que aprendi em RA.</i>	110
Gráfico 6. <i>Colaboração e impacto da experiência em RV.</i>	111
Gráfico 7. <i>Colaboração e impacto da experiência em RA.</i>	112
Gráfico 8. <i>Dificuldades sentidas em RV.</i>	114
Gráfico 9. <i>Dificuldades sentidas em RA.</i>	115

DECLARAÇÃO

Declaro ser a autora deste trabalho, apresentado como parte integrante das condições exigidas para a obtenção do grau de Mestra em Audiovisual e Multimédia, que constitui um trabalho original, nunca tendo sido submetido, no seu todo ou em parte, a nenhuma outra instituição de ensino superior, no âmbito das condições exigidas para a obtenção de um grau académico, ou com outro propósito.

Atesto ainda que todas as citações estão devidamente identificadas e declaro ter consciência de que o plágio poderá levar à anulação do trabalho agora apresentado.

[Patrícia Celorico Drago Cansado Loureiro]

RESUMO

Esta investigação explora a integração da Realidade Aumentada (RA) e da Realidade Virtual (RV) no ensino artístico, entendendo-as como extensões das linguagens do audiovisual e da multimédia, com o objetivo de enriquecer o processo de criação e a fruição das obras pelos estudantes. A questão central que orienta o estudo é: como podem a RA e a RV ser integradas em projetos artísticos de estudantes de forma a enriquecer a experiência de criação e a fruição das suas próprias peças artísticas?

Foi adotada a abordagem de Prática como Pesquisa (PaR), combinando análise teórica, desenvolvimento de projetos criativos e recolha de dados através de observação direta, questionários estruturados e focus group. A investigação resultou na proposição de três modelos conceituais originais: o Círculo de Presença Percetiva (CPP), o Continuum Expandido de Imersividade na Arte (CEA), e o Modelo Pedagógico Participativo e Imersivo (MPPI), que estrutura a prática artística em seis etapas, articulando processos manuais e digitais.

Os resultados evidenciam que a RA e a RV, articuladas com técnicas manuais tradicionais e mediadas pelo MPPI, promovem autonomia, criatividade, colaboração e literacia digital, transformando o papel do estudante em participante ativo. A integração entre elementos físicos e recursos audiovisuais e multimédia permite que o trabalho final se caracterize como uma produção artística híbrida, na qual diferentes meios se complementam e funcionam de forma coordenada. O telemóvel revelou-se um mediador central, permitindo acessibilidade e interatividade.

Esta investigação reforça a importância de integrar tecnologias imersivas como linguagens artísticas complementares no âmbito do audiovisual e do multimédia, expandindo os limites da expressão e da fruição estética na educação artística contemporânea, e preparando os estudantes para futuras experiências artísticas e multimédia.

PALAVRAS-CHAVE

Realidade Aumentada; Realidade Virtual; Media Digitais; Imersão; Interatividade; Projeto Artístico; Obra de Arte; Telemóvel

ABSTRACT

This research explores the integration of Augmented Reality (AR) and Virtual Reality (VR) in art education, understanding them as extensions of audiovisual and multimedia languages, with the aim of enriching both the creative process and the experience of students engaging with their own artworks. The central guiding question of this study is: how can AR and VR be incorporated into students' artistic projects in a way that enriches the process of creation and the enjoyment of their own artworks?

A Practice as Research (PaR) approach was adopted, combining theoretical analysis, the development of creative projects, and data collection through direct observation, structured questionnaires, and focus groups. The research resulted in the proposal of three original conceptual models: the Perceptive Presence Circle (PPC), the Expanded Continuum of Immersiveness in Art (ECA), and the Participatory and Immersive Pedagogical Model (PIPM), which structures artistic practice in six stages, integrating manual and digital processes.

The results demonstrate that AR and VR, when combined with traditional manual techniques and mediated through the PIPM, promote autonomy, creativity, collaboration, and digital literacy, transforming the student into an active participant. The integration of physical elements with audiovisual and multimedia resources allows the final work to take the form of a hybrid artistic production, in which different media complement each other and function in a coordinated manner. The smartphone proved to be a central mediator, providing accessibility and interactivity.

This research emphasises the importance of integrating immersive technologies as complementary artistic languages within the field of audiovisual and multimedia, expanding the boundaries of expression and aesthetic engagement in contemporary art education, and preparing students for future artistic and multimedia experiences.

KEYWORDS

Augmented Reality; Virtual Reality; Digital Media; Immersion; Interactivity; Artistic Project; Artwork; Smartphone.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar a minha profunda gratidão à minha família, ao meu marido José Paulo e aos meus filhos, Guilherme e Carlota, pelo apoio, partilha, compreensão e paciência demonstrados ao longo deste percurso. Graças a eles, pude dedicar-me a esta investigação, mesmo quando isso implicou abdicar de momentos em família.

Desenvolvi este trabalho com enorme prazer, dedicação e entusiasmo, abraçando-o de forma interessada e envolvente, tal como procuro levar a vida. A persistência e resiliência foram uma constante, tanto na minha prática letiva como no desenvolvimento deste projeto, permitindo-me ultrapassar desafios e integrar novos conhecimentos, metodologias e tecnologias na prática artística com os meus alunos.

Aos meus alunos, deixo um sincero agradecimento. Agradeço a resistência, o empenho, a sinceridade, a curiosidade, o carinho, o desalento e, por fim, o reconhecimento demonstrado. Foram inúmeras horas de trabalho efetivo e de aprendizagem partilhada. O que realizámos em sala de aula, investigando novas formas de expressão artística e explorando a Realidade Aumentada e a Realidade Virtual, foi uma fonte de inspiração constante. Espero ter contribuído para que se aproximem da arte de uma forma mais crítica, aberta e exploratória.

Aos meus orientadores, Professor Doutor Jorge Souto e Professor Doutor José Pedro Regatão, deixo um especial agradecimento. Foi um privilégio contar com o seu acompanhamento atento e complementar, sempre disponíveis para escutar, ler, ver e valorizar as minhas ideias, respeitando as suas áreas de conhecimento e ajudando-me a consolidar este projeto de investigação. O seu apoio foi essencial para que o trabalho mantivesse coerência, rigor e relevância.

Este percurso não teria sido possível sem todos aqueles que, direta ou indiretamente, me apoiaram e incentivaram. O meu sincero agradecimento por terem feito parte deste processo, que, embora exigente, foi profundamente gratificante e transformador.

INTRODUÇÃO

Contextualização do Tema

No contexto atual, o audiovisual e a multimídia assumem um papel cada vez mais relevante na formação artística, oferecendo novas possibilidades de experimentação e de desenvolvimento de competências criativas. No âmbito do Mestrado em Audiovisual e Multimídia, esta investigação, desenvolvida a partir da minha experiência enquanto professora da disciplina de Projeto e Tecnologias, explora a interseção entre a arte e a tecnologia, mais especificamente como a Realidade Aumentada (RA) e a Realidade Virtual (RV) podem ser incorporadas em projetos artísticos desenvolvidos por estudantes de artes. A questão central que orienta esta pesquisa é: Como podem a RA e a RV ser integradas em projetos artísticos de estudantes, de forma a enriquecer a experiência de criação e a fruição das suas próprias peças artísticas?

A arte contemporânea tem integrado cada vez mais as novas tecnologias, especialmente a RA e a RV, criando experiências imersivas e interativas que ultrapassam os limites da arte tradicional e oferecem novas dimensões visuais, sensoriais e narrativas. Estas tecnologias podem estimular o ensino-aprendizagem das artes visuais, permitindo aos estudantes explorar processos criativos inovadores. Segundo Carvalho (2023, p. 8), a RA e a RV têm o potencial de transformar o processo criativo e a forma como a arte é apreciada, permitindo uma compreensão mais profunda dos conceitos artísticos. Além disso, estas tecnologias expandem as fronteiras da criação artística e permitem que as experiências artísticas sejam partilhadas em múltiplos contextos e locais, muitas vezes sem necessidade da presença física das obras.

Neste enquadramento, e considerando a especificidade do Mestrado de Audiovisual e Multimídia, este trabalho inscreve-se no cruzamento entre as linguagens audiovisuais e as práticas multimídia. A RA acrescenta camadas digitais e interativas ao mundo físico, enquanto que a RV possibilita a construção de universos imersivos que combinam imagem em movimento, som, narrativa e espacialidade digital. Estas tecnologias materializam a multimedialidade e a interatividade, e afirmam-se como expressão da convergência de meios e da hibridização de linguagens, dimensões centrais na área do audiovisual e da multimídia. Assim, este projeto não se limita a explorar a vertente pedagógica da integração tecnológica, mas

contribui igualmente para refletir sobre o potencial da RA e RV enquanto ecossistemas híbridos que incorporam e expandem as práticas audiovisuais, em diálogo com os domínios da investigação que estruturam o Mestrado em Audiovisual e Multimédia.

Justificação e Relevância do Estudo

Partindo deste contexto inicial, a integração da RA e da RV no ensino artístico revela-se uma ferramenta importante para o desenvolvimento da criatividade e da colaboração entre os estudantes, especialmente quando conjugada com as técnicas plásticas tradicionais. Segundo Mustaquim (2017, citado em Hidayat et al., 2024, p. 65), a RA é uma ferramenta eficaz para ilustrar conceitos abstratos de forma cativante, o que a torna ideal para o ensino de disciplinas artísticas, enriquecendo a experiência sensorial e facilitando o desenvolvimento de competências artísticas. Esta abordagem é complementada pelo uso de recursos audiovisuais e multimédia, que amplificam as possibilidades expressivas e pedagógicas. Hernandez e Duque (2018, pp. 1, 3) também referem que a RA altera a perceção da realidade e incentiva o trabalho em equipa, permitindo aos estudantes visualizarem as suas ideias artísticas de forma dinâmica.

A interação entre o digital e o físico, proporcionada por estas tecnologias, amplia as possibilidades criativas e contribui para a construção de uma experiência educativa mais envolvente. As tecnologias de RA e RV criam ambientes imersivos onde os estudantes se tornam participantes ativos, experimentando técnicas artísticas que os métodos convencionais não permitem. A RV, por exemplo, possibilita explorar objetos virtuais e manipular espaços, aproximando a teoria da prática.

Este aspeto é relevante na educação artística, onde o envolvimento prático é indispensável para o desenvolvimento de competências em várias áreas: na história de arte, através da visualização imersiva de obras e de contextos históricos (Hutson & Olsen, 2021, p. 492); na conservação e restauro digital, que permite analisar e preservar detalhes sem risco de danos materiais (Cai, 2024, p. 16); na curadoria, com a criação de exposições virtuais que permitem o acesso democrático ao património (S. Wang, 2024, p. 53-54); na crítica artística, mediante a análise interativa de obras e a instalação de reconstruções digitais (Back et al., 2019, pp. 1584-1585); e na prática criativa contemporânea, através da experimentação de novos meios expressivos (González-Zamar & Abad-Segura, 2020, p. 6).

Além disso, Xu (2024, pp. 1714-1715) e Wang et al. (2024, pp. 641-642) defendem que a RV, ao promover a colaboração em projetos criativos e ao

proporcionar espaços partilhados de interação, reforça a experiência educativa e fomenta a criatividade. Petrov e Atanasova (2020, p.2) destacam o papel interativo destas tecnologias na melhoria das competências artísticas dos estudantes.

Paralelamente, a integração da RA e da RV na educação artística está em consonância com as teorias de aprendizagem construtivistas, que valorizam a participação ativa e a aprendizagem através da experiência prática. Asare (2023, p.24) salienta que, embora as técnicas tradicionais e digitais possuam desafios distintos, a combinação de ambas proporciona uma experiência educativa mais rica. Esta abordagem permite aos estudantes construir conhecimento através de práticas artísticas diversificadas, favorecendo a troca de ideias e a colaboração (Vygotsky, 1978, citado por Asare et al., 2023, p.26).

A RA, ao sobrepôr informações digitais ao mundo real, enriquece os materiais educativos tradicionais e pode melhorar significativamente a compreensão dos conceitos artísticos por parte dos estudantes (Familoni & Onyebuchi, 2024, p. 644 ; Masneri et al., 2022, p. 565). Neste contexto, tem demonstrado ser eficaz na melhoria da compreensão e retenção dos conteúdos, na colaboração entre pares e na exploração criativa. Roldan et al. (2019, pp. 573-574) sublinham também o impacto positivo destas tecnologias em ambientes museológicos e em projetos educativos, onde a RA e a RV são utilizadas para aprofundar a experiência de aprendizagem e incentivar a experimentação criativa.

Por fim, a combinação de técnicas artísticas plásticas tradicionais com a RA e a RV possibilita novas formas de expressão artística. Estas tecnologias permitem que os estudantes criem obras físicas que podem ser ampliadas digitalmente, proporcionando experiências híbridas que reforçam a relação entre o sensorial e o digital, enriquecendo o processo artístico e preparando os estudantes para carreiras cada vez mais digitais. Tan et al. e Wang et al. (2022, pp. 11-12; 2024, p. 643) destacam esta relevância. Neste sentido, a decisão de utilizar os telemóveis pessoais como principal meio de acesso às experiências de RA e RV reflete a preocupação com a acessibilidade em contextos escolares reais. Valoriza também o telemóvel enquanto dispositivo comunicacional e cultural, profundamente enraizado no quotidiano dos estudantes. Simultaneamente ferramenta e media, o telemóvel torna-se neste projeto o suporte da criação artística e da fruição estética.

Nota. Todas as traduções para o português das citações diretas de obras em língua estrangeira apresentadas nesta tese são de nossa autoria, salvo indicação em contrário.

Objetivos da Pesquisa

O principal objetivo desta investigação é compreender de que forma a integração da RA e da RV pode enriquecer o processo de criação e fruição artística dos próprios estudantes de artes, enquanto autores, observadores e participantes ativos das suas criações, independentemente da sua apresentação pública.

Para alcançar este objetivo, a investigação propõe-se:

- Compreender a evolução histórica destas tecnologias;
- Identificar as ferramentas e plataformas de RA e RV mais adequadas ao contexto artístico;
- Analisar estudos de caso em que a RA e RV foram utilizadas em projetos artísticos ou educacionais;
- Desenvolver propostas práticas de integração de RA e RV em projetos criativos;
- Avaliar o impacto da utilização dessas ferramentas na perceção dos estudantes.

Estrutura da Tese

A tese encontra-se dividida em três partes complementares:

Parte I – Arte e Tecnologia: Novos Limites para a Criação Artística: apresenta a evolução da relação entre arte e tecnologia, com destaque para a RA e a RV, enquadrando teoricamente estas ferramentas enquanto meios expressivos no campo artístico.

Parte II – Ferramentas e Métodos para Integração de RA e RV nos Projetos Artísticos: analisa os dispositivos, aplicações e metodologias utilizadas na criação artística com RA e RV, incluindo estudos de caso.

Parte III – Projeto Prático: Desenvolvimento e Exploração de RA e RV: descreve o planeamento, a execução, a recolha de dados e a análise crítica de um projeto artístico desenvolvido por estudantes, com aplicação prática das tecnologias estudadas.

Metodologia

Para atingir os objetivos propostos, será adotada uma metodologia de *Prática como Pesquisa (Practice as Research–PaR)* (Nelson, 2022, pp.40-60), na qual a prática artística dos estudantes não é apenas um objeto de estudo, mas também um meio de geração de conhecimento. Esta estratégia metodológica é adequada ao caráter experimental da investigação, que combina produção prática com reflexão teórica.

A investigação articula-se em torno de três elementos-chave:

- *know-how*: desenvolvimento de competências práticas para utilização das ferramentas digitais, a partir da experimentação prática com estudantes;
- *know-what*: reflexão crítica sobre o processo criativo e as percepções dos estudantes, recolhidas por instrumentos específicos;
- *know-that*: conhecimento teórico sobre a RA e a RV, incluindo evolução histórica, fundamentos técnicos e aplicações artísticas, construída pela autora a partir de revisão bibliográfica sistemática.

O enquadramento metodológico é multimodal, integrando revisão bibliográfica, pesquisa e análise das ferramentas tecnológicas validadas em contexto de sala de aula, desenvolvimento de projetos criativos com os alunos integrando RA e RV, e recolha de dados por observação direta, questionário estruturado e focus group (ver Anexos E e F.1.).

Foram respeitados os princípios éticos da investigação. A recolha de imagens, registos audiovisuais, aplicação do questionário e realização de *focus groups* decorreram apenas após a obtenção das autorizações formais necessárias (ver Anexos C.1. e C.2.).

Fases Metodológicas

Fase 1: Exploração e avaliação de aplicações de RA/RV

- Pesquisa-ação: os estudantes exploram aplicações de RA/RV existentes para dispositivos móveis.
- Prática colaborativa: em pares, avaliam as aplicações disponíveis em versões gratuitas (*freemium*) e partilham com a turma os resultados da pesquisa, trocando opiniões sobre a adequação de cada ferramenta.

- Recolha de dados: preenchem uma grelha analítica comum, para que compreendam as características e potencialidades das aplicações descobertas/testadas.
- Avaliação em grupo: a turma realiza uma avaliação conjunta das aplicações para selecionar as mais apropriadas para o projeto.

Fase 2: Desenvolvimento do Projeto em Parceria

- Exploração criativa: em pares, experimentam a utilização das aplicações escolhidas para desenvolver a sua peça artística.
- Documentação do processo: o desenvolvimento é documentado através de notas e registos digitais.
- Reflexão e aperfeiçoamento: realizam-se momentos de reflexão crítica ao longo do processo, acompanhados por registos das reflexões e reorientação prática.

Fase 3: Recolha e análise de dados

Para complementar a observação direta e a documentação contínua recolhida durante o desenvolvimento dos Projetos, utilizam-se dois instrumentos de recolha de dados:

- *Questionário estruturado*: aplicado aos 28 estudantes da turma do 11º ano de Artes envolvidos no projeto, realizado através de formulário digital (ver Anexo E). Este questionário é composto maioritariamente por perguntas de resposta fechada em escalas de Likert (1 a 5). Estas escalas permitem recolher dados quantitativos sobre a familiaridade com a RA e a RV, as ferramentas utilizadas, as etapas de integração, as aprendizagens técnicas e artísticas, as dificuldades sentidas, a colaboração entre pares e a perceção da utilidade destas tecnologias na prática artística (Santos & Henriques, 2021, p. 14).
- *Focus Group*: realizado com seis estudantes da turma, selecionados com base na diversidade de experiências e no nível de envolvimento no projeto. Esta técnica qualitativa tem como objetivo aprofundar as percepções dos estudantes sobre a integração da RA e RV, explorando as suas preferências, dificuldades, aprendizagens e a forma como a experiência pode influenciar a sua visão sobre a relação entre a arte e a tecnologia (Swartling, 2007, pp. 1-3).
O *focus group* segue um guião semi-estruturado (ver Anexo F.1) com perguntas abertas, de modo a aprofundar as percepções individuais e coletivas

sobre a integração da tecnologia no processo criativo, captando dimensões subjetivas não captadas pelo questionário (Swartling, 2007, p. 4)

Fase 4: Síntese e Disseminação do Projeto:

Na fase final, apresentam-se os resultados com base na análise dos dados recolhidos (questionários, *focus group*, observação direta) e reflete-se sobre a metodologia, os recursos utilizados e os contributos do projeto para o ensino artístico. A triangulação destes dados permite cruzar diferentes perspetivas e aumentar a fiabilidade das conclusões.

Com o objetivo de valorizar e divulgar o trabalho desenvolvido, prevê-se a realização de uma exposição no primeiro período do ano letivo de 2025-2026, aberta à comunidade escolar e, se possível, à comunidade educativa alargada. A exposição incluirá as estruturas físicas desenvolvidas pelos estudantes, os registos audiovisuais do processo criativo e a apresentação das experiências de RA e RV, através de dispositivos móveis, projeções e, idealmente, óculos de RV.

Para viabilizar esta componente de imersão proporcionada pelos óculos de RV, a escola solicitou apoio ao Departamento de Educação da Câmara Municipal de Cascais para a disponibilização de dois óculos Meta Quest 3.

PARTE I - ARTE E TECNOLOGIA: NOVOS LIMITES PARA A CRIAÇÃO ARTÍSTICA

Capítulo 1 - A Convergência entre Arte e Tecnologia ao longo da História

1.1. História e transformação da arte com o avanço tecnológico

A relação entre a arte e a tecnologia é um processo complexo e dinâmico que se tem desenvolvido ao longo dos séculos, com a tecnologia a desempenhar um importante papel na transformação da produção artística. Desde as primeiras manifestações artísticas, as inovações tecnológicas influenciaram a forma como os artistas criam as suas obras. Simultaneamente, também alteraram a forma como o público as aprecia. Até aos dias de hoje, a evolução das ferramentas, dos materiais e das técnicas reflete as transformações culturais, sociais e económicas das época histórica. No contexto contemporâneo, tecnologias emergentes como a Realidade Aumentada (RA) e a Realidade Virtual (RV) têm redefinido os limites da arte, permitindo novas formas de interação, imersão e experiência, tanto para os criadores como para o público.

No período **Paleolítico**, algumas das maiores realizações do homem foram simultaneamente consideradas monumentos artísticos e científicos. As pinturas rupestres do Paleolítico, como a Caverna de Chauvet (Combiér & Jouve, 2021, p. 131), são identificadas como os primeiros atos de pintura e consideradas as primeiras manifestações do homem a serem analisadas à luz da ciência, apresentando exemplos de ilusões visuais. Nestas pinturas, a interação com a superfície irregular das rochas criava um efeito tridimensional. Por outro lado, alguns indivíduos que trabalhavam o metal destacaram-se pela qualidade estética das suas criações e pelo contributo que deixaram para a história da química, ao conseguirem identificar diferentes materiais e as suas propriedades (Wilson, 2002, p. 40).

Avançando para a **Antiguidade**, civilizações como a Egípcia, Grega e Romana começaram a explorar a tecnologia disponível na época para criar obras de arte que representavam a realidade e possuíam significados simbólicos e espirituais. As ferramentas utilizadas pelos artistas eram simples, mas eficazes no seu propósito. O cinzel de ferro, por exemplo, tornou-se essencial na escultura de estátuas de pedra na Grécia Antiga, permitindo aos artistas um maior nível de precisão e sofisticação,

refletindo o interesse pelo conhecimento da anatomia e representação fiel da figura humana (Gombrich, 2012, p. 87). O desenvolvimento da arquitetura monumental, como nos templos gregos e romanos, pode ser visto como a fusão da arte com a engenharia, onde a inovação tecnológica na construção de estruturas, como os arcos e as cúpulas, possibilitou a criação de espaços funcionais e de grande impacto visual (Gombrich, 2012, pp. 77, 121), antecipando o conceito de espaço imersivo que, viria a ser explorado nas tecnologias contemporâneas da RV e RA (Grau, 2003, p. 31).

(...) a estreita relação da arte com as máquinas em particular com a tecnologia em geral, incluindo os novos meios de imagem e a sua distribuição, atravessa todas as épocas, desde a Antiguidade Clássica até aos dias de hoje. (...) a ideia de instalar um observador num espaço de imagem ilusória hermeticamente fechado não surgiu com a invenção técnica das realidades virtuais assistidas por computador. Pelo contrário, a realidade virtual faz parte do núcleo da relação dos humanos com as imagens. Está enraizada em tradições artísticas (...) que remontam pelo menos à época clássica, e agora reaparece nas estratégias de imersão da arte virtual contemporânea. (Grau, 2003, pp. 4-5)

O desejo de criar espaços de ilusão e envolver visualmente o observador remonta ao mundo clássico, como demonstram as pinturas murais do final da República Romana, que utilizavam elementos miméticos e ilusórios para expandir visualmente as superfícies arquitetónicas. O *Grande Friso na Villa dei Misteri* em Pompeia, criado cerca de 60 a.C., apresentava frescos concebidos para envolver emocionalmente os observadores, inserindo-os numa cena mítica associada a ritos de iniciação (Grau, 2003, p. 25).

Na **Idade Média**, o uso da tecnologia esteve profundamente ligado ao domínio e influência da igreja católica sobre a sociedade. A arte medieval era essencialmente religiosa, refletindo os dogmas e doutrinas da Igreja, que exercia uma grande influência sobre a produção cultural e intelectual da época. Os artistas utilizavam as técnicas e os materiais disponíveis para expressar os valores espirituais, seguindo as orientações e restrições da Igreja. Exemplos disso são os ícones bizantinos e as iluminuras em manuscritos, que desempenhavam um papel central como expressões de fé e como formas de educação visual para uma população predominantemente analfabeta (Gombrich, 2012, pp. 238, 164-165).

Apesar das limitações tecnológicas da época, algumas descobertas científicas surgiram e desenvolveram-se nos séculos seguintes, como a *câmara obscura*. As primeiras observações conhecidas sobre o fenómeno da projeção da luz através de uma abertura remontam a Aristóteles (Mannoni, 2000, p. 4). No século XI, Alhazen (Ibn al-Haytham) realizou investigações pioneiras (Lefèvre, 2007, p. 53). Posteriormente, no século XIII, astrónomos e óticos como Roger Bacon e John Pecham, ambos frades ingleses, exploraram o princípio da projeção da luz, deixando importantes contribuições para o conhecimento do fenómeno (Lefèvre, 2007, pp. 96-97). Estas descobertas representaram importantes avanços científicos e técnicos, considerando que a Igreja Católica detinha o controlo sobre a preservação e transmissão do conhecimento científico, ainda que muito limitado ao âmbito da teologia e da filosofia.

Durante os **séculos XIV e XV**, a xilogravura consolidou-se como uma técnica simples de reprodução de imagens e de textos, permitindo a disseminação do conhecimento e da arte de forma mais ampla. Foi a precursora da imprensa, uma das grandes descobertas do período (Gombrich, 2012, pp. 281-282). Como refere Benjamin (2012, p. 13) “à xilogravura juntam-se, no decorrer da Idade Média, a estampa em cobre e a água-forte”. Segundo Wilson (2002, p. 41), a invenção da xilogravura democratizou o acesso ao conhecimento, sendo um marco na interseção entre arte e ciência e possibilitando a reprodução precisa de ilustrações científicas que influenciaram artistas e estudiosos.

Um exemplo notável de pintura mural do século XIV encontra-se nos frescos de 1343 da *Chambre du Cerf*, no Palácio Papal em Avignon, atribuídos a Matteo Giovanetti. Estas pinturas criam a sensação de imersão, com cenas de caça que se estendem sem molduras, ao longo de toda a sala, envolvendo o espectador numa paisagem contínua (Grau, 2003, pp. 33-34).

Na arquitetura medieval, destacaram-se importantes inovações tecnológicas, especialmente no estilo gótico, com a introdução do arco em ogiva e o desenvolvimento dos vitrais coloridos que representavam cenas bíblicas. Estes avanços permitiram a criação de catedrais grandiosas, cujos espaços internos, iluminados por vitrais, ofereciam aos fiéis uma experiência visual imersiva que refletia a relação entre arte, espiritualidade e espaço (Gombrich, 2012, pp. 186, 189).

O **Renascimento** que se desenvolveu entre os séculos XIV e XVI, foi marcado por transformações profundas devido à convergência entre as descobertas científicas e

as inovações artísticas (Panofsky, 1991, pp. 41, 66). Durante este período, os artistas começaram a integrar os princípios da geometria e da perspectiva nas suas obras (Panofsky, 1991, p.66), utilizando as ferramentas mais avançadas da época. Além disso, o conhecimento de anatomia permitiu-lhes representar o corpo humano com maior rigor e perfeição (Gombrich, 2012, pp. 312-314). Segundo Gombrich (2012, p. 475), o Renascimento também foi um período de grande transformação na arte, quando a atividade de pintor ou escultor deixou de ser apenas uma ocupação, passando a ser vista como uma vocação distinta. Nesse contexto, a arte continuou a estar essencialmente voltada para a nobreza e para a elite, mas começou a ganhar um novo sentido de expressão e reflexão, rompendo com as antigas convenções.

O século XV marcou o início da revolução tipográfica, com invenção da impressão por tipos móveis de Gutenberg, um marco que permitiu a multiplicação de livros e de imagens, facilitando a disseminação do conhecimento e da arte de maneira mais ampla e acessível (Gombrich, 2012, p. 281). Este avanço transformou a produção cultural ao possibilitar a reprodução em massa de representações artísticas, como ilustrações e gravuras, de grande importância para um público semianalfabeto (Steinberg, 1996, p. 6). A impressão dessas imagens contribuiu ainda para a disseminação de estilos artísticos, símbolos religiosos e técnicas no continente europeu, tornando-os acessíveis a um público mais amplo, especialmente aqueles com pouco acesso à leitura (Steinberg, 1996, pp. 102-103).

O desenvolvimento da perspectiva linear foi uma das inovações tecnológicas mais importantes do Renascimento, permitindo que os artistas representassem a tridimensionalidade num plano bidimensional (Panofsky, 1991, p.62), criando a sensação de profundidade e de realismo nas obras. Um exemplo notável é o fresco de 1516 na *Sala delle Prospettive*, de Baldassare Peruzzi, em Roma, onde a técnica de perspectiva matemática foi usada para criar um espaço ilusório que simula uma varanda aberta para uma paisagem, ampliando visualmente a arquitetura real da sala (Grau, 2003, p. 38). Esse modelo visual baseava-se na crença de que a visão era um processo ativo e racional, através do qual o observador compreendia e organizava o espaço de forma lógica, interagindo intelectualmente com a realidade representada.

Embora a *câmara obscura* já fosse conhecida nesse período, no final do século XVI foi equipada com lentes e espelhos, transformando-se numa *câmara obscura ótica* do início do período moderno, aplicada em experiências científicas e como ferramenta auxiliar para artistas, sendo considerada uma curiosidade técnica e um dispositivo para criar entretenimento espetacular (Lefèvre, 2007, pp. 6-8). No entanto,

estudiosos como Giovanni Battista della Porta começaram a explorar as suas potencialidades, nomeadamente a projeção de imagens em superfícies (Crary, 1992, pp. 29, 37). Através da câmara obscura ótica constatou-se que a perceção dos raios luminosos ocorriam na retina e não no humor vítreo, chamando a atenção para a diferença entre uma imagem "virtual", como a produzida por um espelho, e uma imagem "real", como a projetada num ecrã (Lefèvre, 2007, p. 8).

Além da perspetiva linear, o estudo da ótica, da alquimia e anatomia também contribuíram para a inovação artística e científica do Renascimento. Os artistas incorporaram conceitos científicos nas suas criações, iniciando uma era em que a arte e a ciência, apesar de pertencerem a áreas diferentes, eram vistas como complementares (Wilson, 2002, p. 41).

Leonardo da Vinci, por exemplo, usou os conhecimentos científicos da anatomia para criar representações realistas e detalhadas do corpo humano (Gombrich, 2012, pp. 293-294). A sua permanente pesquisa na natureza, que incluía para além do estudo do corpo humano, o estudo do voo dos pássaros e insetos, das leis das ondas e correntes, o crescimento das plantas e a harmonia dos sons, permitiu-lhe aprofundar o conhecimento sobre os fenómenos naturais, que se refletiu nas suas obras. Leonardo e outros artistas do Renascimento consideravam a investigação científica uma extensão natural da prática artística, o que levou a avanços significativos em ambas as áreas (Wilson, 2002, p. 41).

As invenções de Leonardo, como a "máquina voadora", refletem o seu desejo de compreender e replicar os fenómenos naturais através da observação e da experimentação. O estudo detalhado do voo dos pássaros e insetos revela a abordagem empírica do seu conhecimento e a tentativa de traduzir as leis da natureza através da criação de dispositivos funcionais, explorando os limites entre a ciência e a arte (Gombrich, 2012, p. 294).

No **século XVI**, os espaços de ilusão ganharam enorme popularidade, especialmente através das pinturas em grande escala nos tetos, que passaram a ser utilizados para expandir visualmente o espaço arquitetónico, aplicando técnicas de ilusão que fundiam o real com o representado. A técnica de ilusão de ótica, presente em espaços como a *Stanza dei Giganti de Giulio Romano no Palazzo Te* e nos frescos de *Paolo Veronese na Villa Barbaro in Maser de Palladio*, pode ser vista como tentativa inicial de criar experiências imersivas, fazendo com que o espectador se sentisse parte do espaço representado, antecipando conceitos modernos de imersão encontrados em tecnologias como a Realidade Virtual (Grau, 2003, pp. 46-48).

Havia três as realizações tangíveis dos mestres italianos para as quais podiam apontar. Uma foi a descoberta da perspectiva científica, a segunda o conhecimento de anatomia — e, simultaneamente, a representação perfeita do belo corpo humano — e, em terceiro lugar, o conhecimento das formas clássicas de construção, que pareciam simbolizar, para as pessoas desse período, tudo o que era digno e belo. (Gombrich, 2012, p. 341)

Nos **séculos XVII e XVIII**, as descobertas científicas e os avanços tecnológicos impulsionaram o desenvolvimento da arte, expandindo a compreensão do homem sobre percepção, representação visual e interação com o espaço. Estas transformações influenciaram as técnicas, os temas abordados e a forma como os artistas passaram a encarar a arte e a realidade, estabelecendo bases para novas formas de criação e fruição artística.

Durante o período **Barroco**, no século XVII, os artistas aprofundaram a exploração da percepção, utilizando conceitos de ótica e da física para criarem ilusões de profundidade e de movimento. A técnica do *chiaroscuro*, que explorava o contraste entre a luz e a sombra, permitiu-lhes criar obras mais expressivas, com maior impacto emocional e visual.

Para além da evolução das técnicas artísticas, a imprensa expandiu-se aumentando a circulação de informação científica, cultural e social. O aparecimento de jornais e de publicações periódicas promoveu a troca e a circulação de ideias em diferentes domínios. Publicações como *L'Art de faire les devises*, publicada em Paris em 1645, o *Atlas de Blaeu* (Atlas novus, 1634-1662; Atlas major, 1650-1662) e os *Philosophical Transactions*, de 1665 (Steinberg, 1996, pp. 88, 90, 124), ao divulgarem os novos conhecimentos que influenciaram a arte e a percepção do mundo, combinando ciência, tipografia e gravura, foram importantes marcos na comunicação científica e artística da época. Embora surgidos no final do século XVI, os *Sacri Monti*, locais de peregrinação, tiveram o seu período de maior desenvolvimento foi no século XVII, proporcionando aos visitantes uma experiência imersiva (Grau, 2003, pp. 45-46).

As descobertas de Johannes Kepler sobre a ótica e o aperfeiçoamento da *câmara obscura*, cujo apogeu decorreu entre 1600 e 1800 (Lefèvre, 2007, pp. 9-10), influenciaram a arte. A *câmara obscura*, utilizada no século XVII para observação astronómica, estudos sobre o funcionamento do olho humano e investigações de ótica,

ficou associada ao trabalho de artistas como Johannes Vermeer, Diego Velázquez, Canaletto e Gaspar Van Wittel (Lefèvre, 2007, pp. 18, 46, 142). A invenção da *lanterna mágica*, inicialmente utilizada pelo jesuíta Anastasius Kircher na década de 1640 e aperfeiçoada por Christiaan Huygens em 1659, permitiu projetar imagens pintadas em vidro através de uma fonte de luz, criando ilusões visuais que anteciparam os princípios do cinema (Lefèvre, 2007, p. 143).

Outros estudos científicos, como as leis da refração da luz de Kepler (1604) e a obra *La Dioptrique* de René Descartes (1637), aprofundaram a compreensão da percepção visual, influenciando a forma como a luz, a perspectiva e a profundidade eram exploradas na arte (Lefèvre, 2007, pp. 6, 16-17, 76). Muitos artistas desenvolveram métodos de trabalho que envolviam espelhos planos de alta qualidade (como os venezianos), lentes de telescópios, esferas de vidro cheias de água, e realizavam camadas preparatórias em tons neutros, sobre as quais aplicavam veladuras (glazes) (Lefèvre, pp. 159-166, 205).

O Barroco destacou-se pelo fascínio pela ilusão, quer ao nível da iluminação, quer da perspectiva e criação de experiências sensoriais mais profundas. A manipulação da luz, do movimento e da profundidade procurava provocar no observador a sensação de participação ativa na cena. Esta teatralidade estendeu-se à arte religiosa como se pode testemunhar no trabalho de artistas como Lorenzo Bernini, cuja escultura *O êxtase de Santa Teresa* explora a luz e o dinamismo para intensificar a experiência espiritual. Giovanni Battista Gaulli, por sua vez, utilizou técnicas de *trompe-l'œil* no teto da *Igreja dos Jesuítas*, em Roma, criando a ilusão de que a abóboda se abre para o céu, envolvendo o público numa cena visualmente impactante (Gombrich, 2012, p. 438, 440).

No **século XVIII**, a divulgação do conhecimento técnico e artístico intensificou-se. A imprensa começou a ser utilizada como instrumento de poder e influência cultural, disseminando tratados científicos, periódicos e enciclopédias. A publicação da obra *Opticks* de Isaac Newton (1704), contribuiu para a compreensão da cor e da luz, influenciando a teoria das cores e a forma como os artistas representavam a luminosidade e os contrastes cromáticos nas suas pinturas (Gage, 1999, p. 15).

No contexto português, a *Gazeta de Lisboa*, lançada em 1716, foi um dos primeiros jornais nacionais a publicar a que é considerada a primeira notícia gráfica da

imprensa portuguesa e, em 1723, uma das mais antigas ilustrações infográficas da imprensa europeia sem recurso a mapas (Lopes et al., 2022, p. 295; Sousa, 2020, p. 12). A crescente publicação de tratados científicos e artísticos, como a Enciclopédia de Denis Diderot e Jean le Rond d'Alembert (1751 e 1772), foi decisiva para a transmissão de ideias iluministas e para a disseminação de inovações tecnológicas, transformando a forma como a arte era produzida e compreendida (Steinberg, 1996, p. 95).

O **Iluminismo**, movimento intelectual predominante do século XVIII, promoveu uma visão racional do mundo e influenciou a arte ao valorizar a clareza, a simetria e a harmonia. Rompendo com a teatralidade do estilo Barroco, abriu caminho ao Rococó, um estilo mais delicado e ornamental, caracterizado por cores suaves, formas sinuosas e uma maneira mais leve de representar a realidade. Jean-Honoré Fragonard e Thomas Gainsborough surgem como exemplos paradigmáticos desta estética (Gombrich, 2012, p. 472).

Como reação ao Rococó, surge o **Neoclassicismo** por volta de 1750, influenciado pelo racionalismo iluminista e pelos avanços científicos da época. Este movimento apropriou-se dos valores estéticos da Antiguidade Clássica, incorporando o rigor anatómico, a proporção e a perspetiva. Jacques Louis David, com obras como *A Morte de Marat* (1793), simbolizou os ideais morais e políticos da Revolução Francesa de 1789 (Gombrich, 2012, p. 485). A invenção da litografia por Alois Senefelder, em 1796, revolucionou a reprodução de imagens, permitindo uma maior circulação de ilustrações científicas e artísticas (Steinberg, 1996, p. 142), antecipando a evolução das técnicas de impressão que surgiram no século XIX (Ivins, 1953, p. 89).

No mesmo século, o uso da câmara obscura tornou-se mais documentado, auxiliando a observação e a representação do mundo com maior precisão. As pinturas de Bernardo Bellotto (Canaletto) exemplificam este uso, embora no final do século XVIII a técnica começasse a desaparecer, antecedendo a invenção da câmara fotográfica (Lefèvre, 2007, pp. 9-10). A procura por uma maior ilusão da realidade fez com que os dispositivos óticos, como a *lanterna mágica* continuassem a ser aperfeiçoados. Ao ser utilizada para projetar imagens pintadas em vidro através de uma fonte de luz, permitia a criação de ilusões visuais e narrativas dinâmicas. Estes espetáculos de projeção anteciparam os princípios do cinema e contribuíram para a exploração de experiências visuais imersivas (Mannoni, 2000, p. 91).

No **século XVIII**, a Revolução Industrial, iniciada por volta de 1760, trouxe a mecanização dos processos de impressão, acelerando a circulação da informação e

transformando a forma como o conhecimento técnico e artístico era partilhado. Nesse contexto de maior difusão de ideias e imagens, em 1787, Robert Barker patenteou os panoramas, sob a designação de *La nature à coup d'œil* (Barker, n.d.), proporcionando ao espectador a sensação de imersão total numa paisagem pintada a grande escala em telas circulares ou semicirculares. Estas instalações foram muito populares no século XVIII e ao longo do século XIX, e permitiam ao público a sensação de estar a “viajar” sem sair do lugar. Inicialmente foram utilizadas para representar paisagens e cidades, mas evoluíram para cenas históricas e batalhas, tornando-se uma forma de entretenimento que envolvia o público numa experiência visual contínua e servia como meio de difusão de conhecimento.

Os panoramas podem ser considerados precursores de ambientes de realidade virtual (Grau, 2003, pp. 56-57), antecipando o princípio da imersão sensorial que seria explorado mais tarde por tecnologias como os sistemas CAVE (*Cave Automatic Virtual Environment*), no século XX. Tal como os panoramas, os CAVE criavam a ilusão da realidade sem interrupções externas, e foram concebidos para proporcionar experiências contínuas e envolventes. Enquanto os panoramas dependiam apenas da disposição das telas e da iluminação para criar a sensação de imersão, o CAVE utiliza projeções em múltiplas superfícies e sensores de movimento para envolver o espectador/utilizador num ambiente tridimensional interativo. Nos panoramas a interação limitava-se à deslocação do observador dentro do espaço de exibição; já no CAVE a imersão é ampliada pela possibilidade de exploração digital do ambiente em tempo real. No entanto, ambos os sistemas têm como objetivo transportar o espectador para um outro espaço (Carlson, 2017, pp. 533-534; Grau, 2003, pp. 97-98).

Ao nível da arquitetura e do urbanismo, o século XVIII assistiu ao crescimento de espaços concebidos para criar experiências imersivas e emocionais. Os jardins paisagísticos ingleses, como os de Lancelot “Capability” Brown, exemplificam essa intenção, com lagos artificiais, colinas e ruínas a comporem paisagens visualmente envolventes, como se observa nos icónicos *Stowe Gardens*, em Buckinghamshire (Finch & Woudstra, 2020, p. 2). No mesmo período, os teatros também evoluíram, sendo projetados com preocupações acústicas e visuais, como o *Teatro alla Scala*, em Milão, inaugurado em 1778, projetado por Giuseppe Piermarini, com o objetivo de proporcionar uma experiência imersiva, aliando desempenho acústico a visibilidade e conforto visual (D’Orazio & Nannini, 2019, p. 262). A arquitetura teatral setecentista procurava envolver o espectador, aprofundando a ilusão dramática e antecipando as

futuras experiências sensoriais que viriam a ser exploradas no cinema. Os avanços na música também contribuíram para a criação de experiências imersivas.

Os avanços tecnológicos do século XVIII começaram a transformar a construção de edifícios e de espaços urbanos. O ferro fundido passou a ser usado de forma estrutural, ainda que de forma limitada em elementos como colunas, vigas e pontes, representando a transição para soluções construtivas mais resistentes e duradouras. Um exemplo emblemático é a *Iron Bridge*, em *Coalbrookdale* (1779), a primeira ponte integralmente construída em ferro fundido, demonstrando o potencial do material para estruturas de grande vão (Gagg & Lewis, 2011, p. 1964).

O **século XIX**, com a Revolução Industrial, foi um período de grandes inovações tecnológicas que influenciaram profundamente a arte e os meios de comunicação. A industrialização, o alargamento dos canais de distribuição e a organização do comércio trouxeram importantes avanços na impressão, permitindo a produção em massa de livros, jornais e imagens. Esses desenvolvimentos ampliaram o acesso à cultura e democratizaram a informação para um público mais amplo e letrado, principalmente através da litografia e da xilogravura, que permitiram reproduzir obras artísticas e ilustrar jornais e revistas de grande circulação (Steinberg, 1996, p. 136; Ivins, 1980, pp. 93-96; Sousa, 2020, pp. 21-22).

A litografia, inventada por Alois Senefelder em 1798, consolidou-se no século XIX como uma técnica de impressão em grande escala, a reprodução de desenhos, pinturas e gravuras com grande qualidade a custos reduzidos (Steinberg, 1996, p. 142). Segundo Benjamin (2012, p. 13), esta inovação marcou uma nova era na história da reprodução, possibilitando que a arte gráfica acompanhasse ilustrativamente o quotidiano e se adaptasse à evolução da imprensa.

Paralelamente, a introdução de prensas mecânicas e a substituição das antigas prensas de madeira por modelos em ferro aceleraram o processo de impressão e reduziram os custos, aumentando o impacto da produção gráfica. A maior revolução, no entanto, surgiu com a invenção da prensa movida a vapor por Friedrich König (Steinberg, 1996, p. 139).

Os primeiros jornais ilustrados, como o *The Illustrated London News* (1842) e o *Illustrierte Zeitung* (1843), integraram imagens e textos, aproveitando o desenvolvimento da litografia e da xilogravura (Steinberg, 1996, pp. 141, 164).

Em Portugal, a imprensa cresceu significativamente ao longo do século XIX, consolidando-se como força pública de grande impacto. A instabilidade política

incentivou a proliferação de jornais, tornando a informação mais acessível. A iconografia nacional nas revistas ilustradas aumentou o impacto visual da imprensa e contribuiu para a construção de uma identidade nacional. A xilogravura tornou-se um dos principais meios de produção visual, permitindo ao público familiarizar-se com monumentos, paisagens e acontecimentos do país (Sousa, 2020, pp. 21-22). O lançamento do *Diário de Notícias*, em 1864 marcou a transição para um modelo de jornalismo mais informativo (Lopes et al., 2022, p. 296). No final do século, surgiram publicações dedicadas à cobertura gráfica da atualidade, como *O Ocidente*, fundado em 1877, e iniciou-se a reprodução de fotografias na imprensa, sendo a *Revista Ilustrada*, de 1890, uma das pioneiras na utilização da fotogravura (Sousa, 2020, p. 49).

Tal como Benjamin (2012, p. 15) destacou, a revolução técnica da reprodução visual foi expandida com a invenção da fotografia. Inventada em 1839, permitia captar e reproduzir a realidade com maior precisão (Rosenblum, 1997, p. 17). Joseph Nicéphore Niépce realizou o primeiro registo fotográfico em 1826 (Benjamin, 2012, p. 15), antecedendo o daguerreótipo desenvolvido por Louis Daguerre, apresentado publicamente em 1839 no Palácio do Instituto, em Paris (Manovich, 2001, p. 21).

A fotografia redefiniu a representação da realidade na arte, influenciando movimentos artísticos como a Escola de Barbizon e o Impressionismo, ao explorar novas formas de captar a luz, as tonalidades e as composições (Rosenblum, 1997, p. 17). Como Gombrich (2012, p. 524-525) refere, com o desenvolvimento da fotografia, e particularmente com a máquina fotográfica portátil e o instantâneo, os pintores começaram a questionar a necessidade de representar a realidade de forma precisa, um domínio que a fotografia realizava de forma mais eficiente e económica.

Paralelamente, deu-se uma profunda transformação no entendimento da percepção visual. Segundo Crary (1992, p. 27), o modelo da câmara obscura entrou em declínio nas décadas de 1820 e 1830, à medida que surgiram novas concepções sobre a visão e o papel do observador. Neste período, surgiram diversos dispositivos óticos inovadores, contribuindo para uma nova compreensão da percepção visual. Entre eles destaca-se o caleidoscópio, inventado em 1815, que explorava padrões simétricos através da reflexão múltipla. Em 1822, Louis Daguerre desenvolveu o diorama, um dispositivo que criava experiências visuais dinâmicas por meio de mudanças de luz e movimento (Crary, 1992, pp. 112-113). O taumatrópio, criado em 1825 por John Ayrton Paris, demonstrava o fenómeno da persistência retiniana (Crary, 1992, p. 105), enquanto que, por volta de 1830, Joseph Plateau aperfeiçoou este conceito com o fenacístoscópio, que gerava a ilusão de movimento pela rápida rotação de imagens

diante de um espelho (Crary, 1992, p. 109). Em 1834, surgiram dois dispositivos semelhantes: o zootropo, inventado por William G. Horner, e o estroboscópio, desenvolvido pelo matemático Stampfer, ambos contribuindo para o estudo da percepção do movimento (Crary, 1992, p. 110). Finalmente, em 1838, Charles Wheatstone inventou o estereoscópio, que explorava a visão binocular para criar a ilusão de profundidade, antecipando experiências imersivas numa escala mais pessoal (Crary, 1992, p. 127).

Estas invenções refletiram uma profunda transformação nas ideias sobre a percepção e a visão como um processo ativo e dinâmico, influenciado pelos avanços na ótica e na fisiologia da visão. Esse novo entendimento refletiu-se na produção artística da época, que passou a questionar os limites entre o visível e o invisível, o real e o imaginado.

Durante o **século XIX**, formaram-se também as bases dos meios de comunicação e da computação moderna. Em 1833, Charles Babbage iniciou o desenvolvimento da *Máquina Analítica*, precursora do computador digital moderno.

Na década de 1880, começaram a ser desenvolvidos os primeiros sistemas de televisão, que introduziram a padronização da amostragem no tempo e no espaço (Manovich, 2001, p. 30).

Em 1887, Thomas Edison e o seu assistente, William Dickson, experimentaram gravar e exibir filmes utilizando uma câmara especial (Manovich, 2001, p. 51). Por volta de 1890, o cinema começou a utilizar projetores mecânicos, um passo importante no desenvolvimento da exibição de imagens em movimento. Esta inovação exigia a padronização das dimensões das imagens e das taxas de amostragem temporal (Manovich, 2001, p. 298). Em 1907, a transmissão de fax permitiu a amostragem de imagens bidimensionais, uma inovação que, posteriormente, se integraria com outras tecnologias para o desenvolvimento de novas formas de *media* (Manovich, 2001, p. 50).

Esses avanços estabeleceram a ligação entre a arte, a ciência e as novas tecnologias de reprodução visual, consolidando o século XIX como um período de profunda transformação cultural, perceptiva e de democratização do acesso à informação.

No início do **século XX**, os artistas começaram a experimentar novos materiais e técnicas pouco convencionais, procurando romper com as tradições e explorar novas formas de expressão. Esse impulso inovador levou à incorporação de materiais

industriais, como o metal e o plástico, na pintura e na escultura, como se observa nas obras de Kurt Schwitters e Zoltan Kemeny (Gombrich, 2012, pp. 557, 606). Este interesse abriu caminho para a integração das tecnologias emergentes na prática artística.

As invenções tecnológicas surgidas no final do século XIX e no início do século XX, como a fotografia, o cinema, a gravação de som, a luz eléctrica e o rádio, impulsionaram novas experiências artísticas, as quais foram posteriormente ampliadas pela música electrónica. As reações dos artistas a essas transformações foram diversas: alguns integraram-se na indústria, como na Bauhaus e na arte socialista; outros glorificaram o futuro tecnológico ou comentaram-no de forma irónica (Wilson, 2002, p. 41).

O impacto das novas tecnologias na arte não foi recebido de forma passiva. Segundo Lévy (1999, p. 14), as tecnologias digitais foram impulsionadas por interesses económicos, políticos e sociais, e moldaram a produção artística e a própria sociedade. A cibercultura deu origem a novos géneros artísticos e musicais, ampliando as possibilidades expressivas através da interatividade e da conectividade das redes emergentes (Lévy, 1999, p. 14).

A evolução da arte electrónica reflete a transformação gradual das ferramentas artísticas, desde a invenção dos primeiros instrumentos eletrónicos. **Em 1920**, o cientista e músico russo Lev Theremin criou o primeiro instrumento eletrónico baseado em ondas senoidais, cuja frequência e amplitude podiam ser manipuladas em tempo real. Na década de **1950** surgiram os primeiros sintetizadores musicais, baseados na modificação de sinais existentes, essa inovação abriu caminho para os sintetizadores de vídeo na década seguinte e, conseqüentemente, para o aparecimento da arte electrónica (Manovich, 2001, p. 126).

A Segunda Guerra Mundial e os bombardeamentos de Hiroshima e Nagasaki foram marcos decisivos na história da humanidade, confrontando-a com a possibilidade da sua própria aniquilação. Esse cenário de destruição e reflexão existencial ecoou intensamente na produção artística da época (Oliveira, 2015, p. 17-18). Após o conflito, o avanço tecnológico acelerou e marcou uma transformação decisiva no campo artístico. Em 1945 surgiram os primeiros computadores, inicialmente destinados para fins militares e científicos. Contudo, só a partir de 1953 é que computadores como o Manchester Transistorized Computer e o IBM 701 começaram a ser utilizados em contextos civis, abrindo caminho para aplicações em áreas como a ciência, a indústria e a comunicação (Computer History Museum, 2025).

Esses progressos tecnológicos transformaram a indústria e a ciência, e forneceram novos meios e possibilidades expressivas para a prática artística.

Nesse período, movimentos como a arte cinética e a arte computacional passaram a explorar o computador como meio criativo (Wilson, 2002, pp. 388-389). Durante os anos de 1960, surgiram iniciativas que exploravam a interseção entre arte, ciência e tecnologia. Destaca-se o trabalho desenvolvido nos *Bell Labs*, centro de investigação da *Bell Telephone Company*, que promoveu colaborações inovadoras entre artistas e cientistas, num ambiente marcado pela experimentação (Carlson, 2017, pp. 80, 269). Neste contexto, artistas como Ben Laposky, John Whitney Sr., Max Mathews e Lillian Schwartz criaram ambientes gerados por computador, influenciados por movimentos como o Fluxus e grupos como o ZERO (Paul, 2020, p. 2.05).

Simultaneamente, a arte computacional ganhou força, impulsionada pelo interesse em explorar o potencial criativo dos algoritmos. Pioneiros como Frieder Nake (Carlson, 2017, p. 270) e Vera Molnár (Carlson, 2017, p. 272) destacaram-se na arte generativa, desenvolvendo composições visuais baseadas em regras matemáticas. Ainda nos Bell Labs, Ken Knowlton e Leon Harmon (Carlson, 2017, p. 81) exploraram a criação de imagens por computador, enquanto John Whitney (Carlson, 2017, p. 36) e Lillian Schwartz (Carlson, 2017, p. 281) exploraram a animação digital e a visualização computacional.

As primeiras experiências com RV surgiram nas **décadas de 1960 e 1970**. Em 1962, Morton Heilig, criou o *Sensorama*, uma máquina que combinava imagem, som, cheiro e movimento para proporcionar experiências imersivas, ainda sem interatividade (Oliveira, 2015, p. 57). Este projeto pioneiro estabeleceu as bases para a interação sensorial que caracteriza a RV moderna. Em 1965, Ivan Sutherland, apresentou o conceito de *The Ultimate Display*, uma solução de RV com gráficos interativos, feedback tátil, som, cheiro e gosto (Sutherland, 1965, pp. 506-508). Três anos depois, desenvolveu o primeiro *headset* de RV capaz de rastrear movimentos da cabeça (Sutherland, 1968, pp. 757-764). Outros pioneiros, como David Em, exploraram ambientes virtuais interativos em tempo real, levando as experiências artísticas para novas dimensões (Carlson, 2017, p. 284).

Esta nova perspectiva revolucionou a concepção da arte, que deixou de ser estática e apreciada passivamente, tornando-se um espaço onde o espectador e o criador participam ativamente no processo criativo e experiencial. Este conceito é determinante para a arte digital contemporânea.

Em **1966**, a colaboração entre o engenheiro Billy Klüver e o artista Robert Rauschenberg originou a fundação da E.A.T. (*Experiments in Art and Technology*), uma organização que promoveu a cooperação entre engenheiros e artistas, com apoio dos Bell Labs (Carlson, 2017, p. 269). Neste contexto, Harold Cohen, artista e professor da Universidade da Califórnia em San Diego, liderou um dos mais relevantes projetos de investigação no domínio da inteligência artificial aplicada à arte. A partir de 1968, começou a desenvolver algoritmos computacionais para modelar o processo criativo associado ao desenho e à pintura. O seu programa AARON, controlava uma pequena máquina robótica de desenho (plotter), capaz de produzir imagens de forma autónoma (Wilson, 2002, p. 791). Este trabalho contribuiu para uma nova conceção da obra de arte como plataforma interativa, permitindo a participação ativa e, em certos contextos, remota do público, através das tecnologias da informação e da comunicação (Oliveira, 2015, p. 87).

Na **década de 1970**, a invenção do microprocessador impulsionou grandes transformações económicas e sociais ao miniaturizar os computadores e permitir a sua expansão para além dos *mainframes*. Este avanço abriu caminho para o computador pessoal e diversificou as suas funções, passando a ser utilizado para criar textos, imagens, músicas, organizar informação, simular processos e proporcionar entretenimento com jogos, sobretudo em países desenvolvidos. Também contribuiu para a democratização do acesso às tecnologias digitais e para o crescimento de indústrias de software, jogos e conteúdos digitais (Lévi, 1999, pp. 31-32).

Um marco importante foi a invenção da primeira máquina fotográfica digital, pelo engenheiro Steve Sasson, nos laboratórios da Kodak, em **1975**. Esta inovação revolucionou a forma como a imagem era capturada, eliminando o rolo fotográfico e transformando a fotografia em informação digital manipulável, armazenável e partilhável. A fotografia digital abriu novas possibilidades para a criação e distribuição de conteúdo visual, tornando-se central na comunicação moderna (Oliveira, 2015, p. 69).

Em 1978, surgiram os MUDs (*Multi-User Dungeons*), ambientes virtuais multiutilizador baseados em texto, que permitiam interações em tempo real num espaço digital partilhado. Embora concebidos para jogos (Bartle, 2003, p. 6), estes ambientes foram antecessores das experiências colaborativas e imersivas (Bartle, 2003, p. 6-7) que mais tarde evoluíram para plataformas tridimensionais como o *Second Life* (2003), que recorria à representação visual 3D para explorar espaços

simulados e a interação com avatares, promovendo a presença no mundo virtual e a criação partilhada de conteúdos digitais (Pannicke & Zarnekow, 2009, p. 185).

No **final da década de 1970**, começaram a ser utilizados efeitos digitais (Digital Video Effects - DVE) em editores de vídeo, adicionando uma nova dimensão à arte visual. Nos anos 1980, surgiram softwares de criação gráfica, como o MacDraw (1984), que ampliaram as ferramentas digitais disponíveis para criação artística (Manovich, 2001, p. 126).

Nesse período, a informática fundiu-se com as telecomunicações, cinema e televisão, criando o conceito de multimídia. A digitalização entrou em áreas como a música e a comunicação, impulsionada por tecnologias como os hiperdocumentos, interfaces amigáveis, videojogos e CD-ROMs (Lévi, 1999, p. 32). Esse contexto transformou profundamente as práticas artísticas, levando os artistas a utilizarem os computadores como ferramentas de expressão e de exploração de novas formas de criação e manipulação visual, o que marcou o início da arte digital (Paul, 2020, pp. 2.03 - 2.04).

A RV começou a ser explorada em jogos e simulações, com o aparecimento de espaços públicos dedicados a experiências de RV (Manovich, 2001, p. 277), enquanto artistas pioneiros começaram a integrar o corpo do participante nos ambientes digitais, como fez Myron Krueger, cujas experiências interativas marcaram o desenvolvimento da arte eletrônica (Wilson, 2002, pp. 735-736).

Em **1989**, o cientista de computação norte-americano Jaron Lanier, cunhou o termo "Realidade Virtual" e em parceria com Thomas Zimmerman, fundou a *VPL Research*, a primeira empresa a produzir aplicações comerciais de RV, como luvas de dados e óculos de RV. Estes avanços coincidiram com a crescente disponibilidade de computadores pessoais, o que facilitou o desenvolvimento de experiências virtuais mais complexas (Grau, 2003, pp. 167, 169). Dispositivos como luvas de dados e visores montados na cabeça (head-mounted displays-HMDs) permitiram experiências mais imersivas, possibilitando a criação de ambientes virtuais com rastreamento de movimentos e cenários gerados por computador (Oliveira, 2015, pp. 60-61).

No **final dos anos 1980 e início da década de 1990**, o crescimento exponencial das redes de computadores (Castells, 2002, p. 80; Lévy, 1999, p. 32) levou à criação do ciberespaço, um novo ambiente de comunicação, sociabilidade e circulação de informação e conhecimento (Lévy, 1999, p.47). O aumento da potência dos processadores, associado à redução do custo dos computadores pessoais (Castells, 2002, pp. 77-78, 80, 91; Lévy, 1999, p. 32) aumentou o acesso à

tecnologia, enquanto a expansão da memória (Castells, 2002, p. 78; Lévy, 1999, p. 34) favoreceu o desenvolvimento da informática e do software (Castells, 2002, p. 89).

Em **1989**, no CERN (*Centre Européen pour la Recherche Nucléaire*), Tim Berners-Lee apresentou uma proposta baseada no conceito de hipertexto, que daria origem à World Wide Web (Berners-Lee, 1989, p. 1). No ano seguinte (1990), em colaboração com Robert Cailliau, definiu os fundamentos técnicos da Web, nomeadamente a HTML (*HyperText Markup Language*), o HTTP (*HyperText Transfer Protocol*) e o URL (*Uniform Resource Locator*), que possibilitaram organizar e aceder à informação em rede de forma simples e universal (Castells, 2002, p. 88). Em 1991, a criação da Commercial Internet Exchange (CIX), consolidou a internet como espaço comercial (Winston, 2003, p. 333).

Paralelamente, surgiram sistemas de arte imersiva, como o CAVE (*Cave Automatic Virtual Environment*), que projetava vídeo e som 3D nas paredes de uma sala, permitindo a exploração do espaço com óculos tridimensionais (Carlson, 2017, pp. 61-62; Oliveira, 2015, p. 533). Artistas como Jeffrey Shaw exploraram o potencial da RV com obras interativas que rastreavam os movimentos do público (Wilson, 2002, pp. 709-710).

No mesmo período, o engenheiro Thomas P. Caudell introduziu o termo "Realidade Aumentada", no contexto de um projeto da Boeing 747, concebido para auxiliar a montagem das aeronaves através da sobreposição de elementos digitais no ambiente físico (Caudell & Mizell, 2003, p. 659).

Em **1999**, Hirokazu Kato desenvolveu o *ARToolKit*, uma biblioteca *open source* que democratizou o desenvolvimento de aplicações de RA (HIT Lab University of Washington, n.d.). No mesmo ano, em colaboração com Mark Billinghurst, estabeleceu as bases técnicas para o rastreamento de marcadores e a calibração de Head-Mounted Display (HMD), elementos essenciais para a consolidação dessa ferramenta (Kato & Billinghurst, 1999, p. 85). Esses avanços, aliados à crescente popularização dos computadores pessoais, contribuíram para transformar a arte no final do século XX.

Segundo Manovich (2001, p. 37), o progresso nos *media* digitais, na interface homem-computador, na interatividade, na virtualidade e nas tecnologias cinematográficas, transformou a arte no século XX. O cinema e a fotografia, ao introduzirem novas formas de narrativa e de organização espacial e temporal, influenciaram a arte e outras formas de media e arte visuais (Manovich, 2001, p. 28-32).

A arte digital consolidou-se com movimentos como a arte cinética, a arte computacional e a videoarte, que desde as décadas de 1950 e 60 integraram a tecnologia e desafiaram percepção tradicional, oferecendo novas experiências visuais (Manovich, 2001, p. 122-144). Na década de 1980, programas como o *Photoshop* e o *Illustrator*, facilitaram a manipulação digital e abriram caminho para o desenvolvimento de novos estilos e linguagens (Manovich, 2001, p. 138-140).

No final do século XX, a arte interativa consolidou-se como uma nova forma de relação entre o espectador e a obra, marcando o início de uma nova era na arte electrónica. Entre os artistas que exemplificam essa transformação, destaca-se Myron Krueger, reconhecido como um dos “pioneiros da arte que utilizou tecnologias de detecção de posição e gestos” (Wilson, 2002, p. 735). O seu projeto artístico *Videoplace*, desenvolvido em 1970 e reformulado em 1975 (Aparício, 2020, p. 12; Grau, 2003, p. 166) proporcionava aos participantes a sensação de agir dentro do espaço virtual (Aparício, 2020, p. 14). Krueger defendeu a experimentação artística com tecnologias emergentes, argumentando que a RV oferece uma interface mais pessoal e direta com as máquinas, envolvendo o corpo do utilizador em vez de depender apenas de manipulações simbólicas da mente. O seu livro *Artificial Realities* foi considerado visionário (Wilson, 2002, p. 737).

Outro marco desse período foi *The Legible City*, de Jeffrey Shaw (1989), considerada um clássico, um espaço inovador navegável por computador (Grau, 2003, p. 241). Neste ambiente virtual, o utilizador explora uma cidade composta por letras e palavras, combinando narrativa, interatividade e ambiente urbano (Manovich, 2001, p. 260). Cada letra tridimensional corresponde a um edifício real, preservando a memória do espaço físico e propondo uma reflexão entre o virtual e o real (Grau, 2003, p. 241-242).

Nos anos 90, novos artistas aprofundaram as experiências imersivas e interativas com abordagens inovadoras. Char Davies, com *Osmose* (1994-1995) e *Éphémère*, desafiou a representação convencional em mundos artificiais. Os seus ambientes virtuais distinguem-se do espaço poligonal dominante da computação gráfica 3D tradicional, sendo compostos por formas orgânicas, texturas translúcidas e partículas fluidas que remetem a plantas, paisagens, corpo e água (Manovich, 2001, p. 261; Wilson, 2002, p. 700). A interface de navegação de *Osmose* foi particularmente inovadora, ao recorrer à respiração e ao equilíbrio corporal do participante para controlar o movimento no espaço virtual, inspirando-se na experiência do mergulho. Este sistema criava uma sensação de flutuação,

contrastando com os modos de navegação mais comuns noutros mundos virtuais, como o voo ou a condução. Paralelamente, o público podia acompanhar a experiência do participante através da projeção do ambiente virtual num ecrã de grandes dimensões, bem como observar os seus gestos corporais, projetados sob a forma de silhueta numa segunda superfície translúcida (Manovich, 2001, p. 261). Davies, que começou como pintora, recorreu ao software *Softimage*, para criar experiências imersivas centradas na dimensão filosófica do corpo no ciberespaço (Wilson, 2002, p. 700).

No mesmo período, Eduardo Kac destacou-se ao explorar a telepresença, esbatendo a fronteira entre a interação física e virtual à distância (Wilson, 2002, p. 532). O projeto *Ornitorrinco*, iniciado em 1992 e com iterações como *Ornitorrinco in Eden* (1994), permitia que os utilizadores controlassem remotamente um robô sem fios e observassem o mundo através dos seus “olhos”. A escolha de tecnologias obsoletas, que denunciavam a descartabilidade tecnológica, acrescentava uma dimensão crítica ao trabalho (Grau, 2003, p. 271; Wilson, 2002, p. 534). O trabalho de Kac suscitou discussões teóricas sobre as implicações da telepresença na arte e na cognição, permitindo-lhes intervir à distância e repensar o conceito de presença no espaço virtual (Grau, 2003, p. 271; Wilson, 2002, p. 537).

Estes desenvolvimentos consolidaram a integração das tecnologias digitais na prática artística, preparando terreno para o aparecimento de novas formas de arte no século XXI, marcadas pela imersão, pela interatividade e pela redefinição do conceito espaço, tempo e presença.

No início do **século XXI**, o rápido desenvolvimento das tecnologias digitais transformou vários aspetos da vida humana, incluindo a criação artística.

Um dos impactos mais relevantes foi a democratização do acesso à informação, impulsionada pela diluição das barreiras geográficas e pela rapidez dos meios virtuais. A evolução da internet contribuiu gradualmente para a diversificação e disseminação de conteúdos digitais, desde documentos a obras de arte, além de incentivar a participação dos utilizadores no processo de curadoria e gestão desses conteúdos (Roesler, 2012, p. 2).

Neste contexto, as plataformas online tornaram-se ferramentas indispensáveis para os artistas contemporâneos, funcionando como espaços de produção, partilha e fruição artística. Estas plataformas permitiram novas formas de expressão, transformando tanto o processo criativo como a experiência do público (Liggett et al., 2023, p. 29, 30). Desde o lançamento de redes sociais como o Facebook e da

plataforma de partilha de vídeos YouTube em 2004, a arte digital democratizou-se ainda mais, permitindo aos artistas criar e partilhar conteúdos em tempo real e interagir diretamente com um público global. Ao longo dessa década, a arte digital evoluiu, passando de experimental para uma expressão de massas (Paul, 2020, pp.2.05, 2.07, 2.09).

Simultaneamente, novas formas de arte mediática, como “o vídeo, os gráficos computacionais e a animação, a net art e a arte interativa na sua forma mais avançada, a arte virtual, com os seus subgéneros de telepresença e arte genética, começaram a influenciar as teorias da imagem e da arte” (Grau, 2003, p. 3). Estas práticas introduziram suportes técnicos alternativos e alteraram a forma de pensar e experimentar a obra de arte.

O vídeo introduziu o fluxo temporal e uma narrativa visual contínua, alterando a perceção da obra como um objeto fixo. A animação e os gráficos abriram a possibilidade de simular e manipular digitalmente formas e espaços, ampliando a capacidade representativa da arte. A net art inaugurou um território artístico distribuído e interativo, dependente da conectividade da internet e da participação ativa do público (Grau, 2003, p. 3). Ao surgirem, estas formas de expressão deslocaram a centralidade da obra de arte, enquanto objeto material, para processos dinâmicos, interativos e muitas vezes efémeros, questionando as categorias clássicas da teoria da arte, como a representação, a autoria ou a permanência da obra (Grau, 2003, p. 3-4) e lançando as bases para que a RV se afirmasse como meio central da nova cultura digital no século XXI (Grau, 2003, p. 4).

Estas transformações abrem caminho para uma compreensão mais dinâmica e interativa da arte, o que ajuda a enquadrar a proposta deste projeto que procura explorar com os estudantes de artes a integração entre práticas físicas e digitais, ampliando as possibilidades criativas no contexto escolar.

1.2. Arte digital, interatividade e processo

Com a evolução das ferramentas digitais, o universo da arte expandiu-se, revelando uma maior diversidade ao nível da arte digital. Paul (2020, p. 2.04) chama a atenção para a necessidade de distinguir entre obras que utilizam tecnologias digitais apenas como ferramentas, como as esculturas concebidas por CAD (Computer-Aided Design) ou fotografias digitais, e as *digital-born* (nativas digitais),

que exploram propriedades do meio digital, como a interatividade, a variabilidade e a participação do público. A arte digital contemporânea, não apenas simula os meios tradicionais, como também cria experiências processuais, computacionais e sensíveis ao tempo, rompendo assim com os padrões estéticos anteriores (Neto, 2020, p. 15).

A utilização de tecnologias digitais, ao contrário das práticas artísticas convencionais, como a pintura e a escultura, pode oferecer aos artistas uma maior liberdade criativa, permitindo-lhes manipular imagens, sons e formas de modo inovador. Esta liberdade surge desafiando as fronteiras entre a arte e a tecnologia e redimensiona as noções de imagem, de representação e de interatividade.

As tecnologias imersivas como os *Head-Mounted Displays* (HMDs) permitem aos artistas e espectadores uma nova relação com a arte, possibilitando-lhes experiências mais profundas e envolventes. Estes dispositivos tornaram possível a ideia de "entrar" dentro da imagem, lançando as bases para a popularização da RV.

Paralelamente, a propagação dos dispositivos móveis tornou as tecnologias digitais e as novas formas de arte mais acessíveis ao público em geral, tanto para a sua utilização e fruição como para a sua criação (Keskin, 2019, p. 26). Os softwares de edição de imagem e a popularização de ferramentas de modelação 3D permitiram aos artistas explorar novas formas visuais (Manovich, 2001, p. 60). A fotografia imersiva a 360° (Neto, 2020, p. 94), aliada à RV, alcançou novas dimensões artísticas, possibilitando a criação de ilusões espaciais exploráveis de forma interativa.

Desde o início dos anos 2000, a RA e a RV expandiram-se para áreas como educação, saúde, entretenimento e arquitetura. Em 2008, a aplicação Wikitude introduziu a RA nos dispositivos móveis (Alves & Ferreira, 2015, p. 62), seguida por outras plataformas como Layar, Metaio, Aurasma e Augment (Bidarra & Oliva, 2022, p. 100). Inicialmente concebida por Caudell (1992) para fins industriais, a RA tornou-se popular através de jogos como o Pokémon GO (2016) e filtros fotográficos para aplicações móveis (Alexandre & Marques, 2022, p. 38). Simultaneamente, a RV reapareceu com dispositivos como o Oculus Rift (2012) e HTC Vive, tornando a experiência imersiva mais acessível (Boyles, 2017, p. 1 ; Harley, 2020, p. 1146). Segundo Oliveira e Silva (2023), o conceito de metaverso, popularizado em 2021, consiste em:

Descrever um ambiente virtual imersivo que simula a realidade, com a hibridização entre o mundo tangível e os conteúdos digitais, sendo uma definição que implica uma revolução da internet, pois o utilizador é

transportado para este universo através de diferentes tecnologias digitais. (p. 64)

Louise Poissant (in Domingues, 2003) sublinha que as imagens sintéticas estão em constante “movimento e transformação” (p. 84), uma característica que define a sua “temporalidade”, e reforça a ideia de uma arte que é vivida e modificada pelo próprio espectador. Refere ainda que “esta espacialização das trocas em ambientes virtuais, nos quais podemos circular, tocar-nos, evoluir, ultrapassa a visualização” (p. 92).

Segundo Michel Bret, “nós percebemos o real e construímos modelos dele para manipulá-lo, prevê-lo, comunicá-lo, imaginá-lo... Os computadores têm a particularidade de poder tratar modelos calculáveis” (in Domingues, 2003, p. 106).

A redução de dimensão dos dispositivos, como HMDs, projetores portáteis e planetários virtuais, aliada ao aparecimento de dispositivos vestíveis (wearables), como luvas táteis e fatos hápticos, intensificou a sensorialidade da arte digital (Keskin, 2019, p. 34; Neto, 2020, pp. 103-112). Através destes dispositivos, os utilizadores conseguem visualizar e reagir fisicamente aos estímulos virtuais, simulando o toque, a temperatura ou a resistência dos materiais reais.

1.3. Como a tecnologia redefine a criação e a fruição das obras de arte

A tecnologia e, em particular, a internet democratizaram o acesso à arte, ao permitir que os artistas partilhem as suas criações a nível global, sem depender exclusivamente de instituições tradicionais (Wilson, 2002, p. 561). Ferramentas como CAD e softwares de RV contribuíram para o desenvolvimento da escultura digital, enquanto os meios interativos e computacionais permitiram explorações estéticas e críticas inovadoras (Fang, 2024, p. 1; Liggett et al., 2023, p. 2).

A interdisciplinaridade das práticas digitais dissolveu as fronteiras existentes entre a pintura, a escultura, a performance, o som e o movimento, promovendo uma estética híbrida (Paul, 2020, p. 206). A interatividade tornou o espectador num participante ativo da própria obra, transformando a sua fruição passiva em experiência corpórea e relacional (Wilson, 2002, p. 9). Esta evolução estética e tecnológica revela uma mudança de paradigma na arte contemporânea, considerando que o significado, a experiência e a interação assumem uma posição central sobre a execução técnica

(Roldan et al., 2019, p. 573). Se no passado a técnica ocupava o centro da criação artística, atualmente, a poética pessoal e os conceitos simbólicos e estéticos assumem essa posição. Apesar das ferramentas digitais continuarem a exigir domínio técnico, são frequentemente utilizadas para explorar ideias e conceitos que entram em diálogo crítico com a cultura contemporânea. Essa mudança reflete a crescente valorização dos significados em detrimento da execução, permitindo aos artistas utilizarem a tecnologia como meio de investigação e expressão.

No entanto, isto levanta a questão de saber como é que um 'pincel digital' pode ser comparado com o pincel tradicional utilizado pelos pintores ao longo dos séculos. É evidente que tem algumas capacidades acrescidas e pode ser alterado para produzir efeitos diferentes. No entanto, continua a ser uma ferramenta e o artista é livre de a utilizar da forma que desejar. (Liggett et al., 2023, p. 6)

É neste cruzamento entre o digital e o tradicional que a arte contemporânea encontra novas possibilidades expressivas. Em vez de assumirem uma posição de oposição, a sua coexistência revela-se fértil: técnicas manuais como o desenho ou a escultura ganham novas leituras quando articuladas com ferramentas digitais, permitindo a criação de formas híbridas que ampliam a linguagem criativa e desafiam os próprios limites da fruição artística.

Capítulo 2 - A RA e RV como Ferramentas Criativas

Este capítulo aprofunda o papel da RA e da RV como ferramentas criativas no contexto contemporâneo. A imersão e a interatividade, conceitos explorados no capítulo anterior, neste capítulo ganham contornos mais definidos e aplicados, e destacam-se como características centrais destas tecnologias, que alteram a forma como os artistas concebem, constroem e partilham as suas obras.

A convergência entre arte e tecnologia tem sido apontada por vários autores como uma característica marcante do nosso tempo. Segundo Oliver Grau (2003), "a arte e a ciência estão mais uma vez aliadas ao serviço dos métodos mais complexos de produção de imagens da atualidade" (pp. 4-5). O autor destaca que os novos media estão a provocar uma profunda transformação na própria teoria da arte e da

imagem. Grau defende que a arte virtual se inscreve numa longa tradição de espaços de ilusão e imersão, desde os frescos da antiguidade até aos panoramas e experiências imersivas contemporâneas, e que o desejo de criar uma realidade ilusória envolvente não é exclusivo da era digital, tendo raízes em diversas épocas da história da arte. Assim, a ideia de imersão e a instalação do observador num "espaço de imagem hermeticamente fechado" não começou com a realidade virtual digital, mas é parte do cerne da relação histórica entre o ser humano e a imagem (Grau, 2003, pp. 4-5).

2.1. Características técnicas e estéticas da RA e RV aplicadas às artes visuais

A RA e a RV são tecnologias emergentes que se tornaram, progressivamente, ferramentas criativas muito exploradas no campo artístico. Ambas ampliam a nossa perceção sensorial e oferecem novas possibilidades de criação, representação e fruição estética.

A RA caracteriza-se por sobrepor elementos virtuais ao ambiente físico, proporcionando uma experiência híbrida e interativa.

O termo surgiu em 1992, introduzido pelos cientistas e investigadores Thomas P. Caudell e David Mizell, durante o desenvolvimento de sistemas de apoio à montagem do Boeing 747 (Caudell & Mizell, 1992, pp. 659-660). A tecnologia ganhou notoriedade anos mais tarde, com o aparecimento de jogos como o *Pokémon GO* e os filtros de RA para aplicações móveis, que a tornaram mais acessível ao grande público (Ling, 2017, p. 10)

No domínio artístico, a RA revelou-se bastante promissora. Segundo Keskin (2019, p. 26), a RA integra conteúdos digitais no espaço físico e intensifica a perceção e o envolvimento do público com a obra. Para Grau (2003, p. 7), estas experiências permitem uma ligação intensa entre o espectador e o ambiente virtual, que se traduz na sensação de imersão num "espaço vivo", enquanto Geroimenko (2018, p. 211) salienta o potencial da RA para unir o mundo físico com o digital, dando origem a composições visuais esteticamente mais ricas e conceptualmente mais profundas.

Um exemplo interessante é a chamada "RA baseada em projeção", que utiliza imagens ou vídeos projetados em tempo real sobre superfícies físicas. Este tipo de tecnologia tem sido aplicada em diversos contextos, nomeadamente, no teatro contemporâneo, onde as projeções transformam cenários e objetos, criando

atmosferas imersivas e dinâmicas. Segundo Lee et al. (2015, p. 43), esta técnica liberta o espaço cénico das limitações tradicionais, oferecendo ao espectador uma experiência próxima da realidade virtual.

Por outro lado, a RV, proporciona outro tipo de imersão. Trata-se de ambientes digitais gerados por computador, nos quais o utilizador se encontra completamente imerso, sem ligação visual direta ao mundo físico.

No "Contínuo Real Virtual", proposto por Milgram, Takemura, Utsumi e Kishino (1994, pp. 282-283), a RV ocupa o extremo virtual, enquanto a RA fica a meio caminho, entre o real e o virtual. Com o tempo, a RV tornou-se mais acessível. O desenvolvimento de visores económicos e a evolução dos telemóveis de alta definição possibilitaram experiências imersivas de qualidade (Cardoso et al., 2020, p. 11). Hoje em dia, muitos artistas utilizam softwares de modelação 3D e aplicações interativas para desenvolverem obras dentro de ambientes totalmente digitais. Para Earnshaw et al. (2020, p. 320), uma das principais vantagens da RV é essa liberdade criativa, sem as limitações físicas do mundo real. Contudo, este mesmo aspeto pode tornar-se uma fragilidade, quando as obras são exibidas fora do ambiente imersivo, como por exemplo num ecrã plano de computador, perdem grande parte do seu impacto visual e sensorial.

Outro ponto importante a destacar é a interatividade, considerando que tanto na RA como na RV, o envolvimento do utilizador é um fator crucial. As aplicações móveis de RV utilizam técnicas como o *tracking* de movimento analisado, através de sensores de Geolocalização que permitem que os movimentos do corpo sejam reproduzidos no mundo virtual de forma natural e fluida. Além disso, muitas plataformas integram o reconhecimento de voz e de gestos, que tornam a experiência mais fluida, intuitiva e personalizada (Cardoso et al., 2020, p. 113).

De forma geral, enquanto a RV substitui completamente o mundo real por um universo digital, a RA sobrepõe camadas virtuais ao espaço físico, mantendo o utilizador ancorado na realidade. Esta característica torna a RA particularmente interessante para projetos artísticos híbridos, que combinam materiais tradicionais com elementos digitais em tempo real, como já está a acontecer em diversas áreas criativas, desde as artes plásticas ao design de interação.

Nesta investigação, estas funcionalidades serão exploradas não de forma abstrata, mas aplicadas concretamente ao trabalho prático dos estudantes,

permitindo-lhes desenvolver peças que articulam elementos físicos e digitais de forma inovadora.

2.2. Perspetivas sobre o papel das tecnologias na expressão artística

A partir da década de 1990, a RA começou a ser aplicada em sistemas de navegação, integrando tecnologias como *wearable computers* e rastreamento por GPS, que permitiam sobrepor informações virtuais ao ambiente físico. Com a evolução tecnológica e a popularização dos telemóveis a partir de 2004, a RA tornou-se mais acessível ao público, deixando de ser apenas uma ferramenta especializada, e começou a fazer parte do quotidiano possibilitando experiências interativas (Billinghurst et al., 2014, p. 124). Esta evolução acabou por abrir caminho para novas possibilidades de aplicação, incluindo nas artes.

Os telemóveis modernos, cada vez mais potentes e versáteis, funcionam como computadores multifuncionais portáteis, o que tem contribuído para a expansão rápida do mercado móvel e para o aumento da utilização da RA e da RV (Milosevic et al., 2017, p. 266). Hoje em dia, estes dispositivos permitem experiências imersivas e interativas a preços acessíveis, o que tem contribuído para democratizar o acesso a estas tecnologias e ampliar o seu alcance artístico.

Um dos aspetos mais interessantes da RA e da RV em dispositivos móveis é precisamente a mobilidade. O facto de podermos transportar estas tecnologias connosco, combinando-as com a possibilidade de adquirir conhecimento através do *Mobile Learning*, cria oportunidades para aprender, explorar e criar em qualquer lugar.

Além disso, estas ferramentas envolvem os sentidos de forma muito direta, intensificando a interação entre o utilizador e o dispositivo. Os telemóveis por exemplo, possibilitam a navegação, comunicação, captura de imagens, criação de vídeos e partilha de experiências em tempo real, o que no contexto artístico, tem originado novas dinâmicas de fruição e interação com a arte.

A conectividade global tem sido um importante fator neste processo. Segundo o relatório *We Are Social & Meltwater* (2024), mais de 66% da população mundial tem acesso à Internet, 69% utiliza telemóveis e 62% possui contas ativas nas redes sociais. Em Portugal, Amaral et al. (2023, p. 255) indicam que mais de 90% dos jovens adultos entre 18 e 30 anos utilizam diariamente aplicações móveis, sobretudo

redes sociais e ferramentas de comunicação. Esta integração constante das ferramentas digitais no dia-a-dia contribui para que a RA e a RV se tornem mais naturais na vida das pessoas, facilitando a sua incorporação também nas práticas artísticas.

Ao juntar tecnologia, mobilidade e conectividade, a RA e a RV têm vindo a conquistar um espaço cada vez mais relevante na expressão artística contemporânea. Permitem aos artistas explorar formas híbridas de criação, que combinam o físico e o digital, e oferecem ao público experiências mais ricas, mais imersivas e mais participativas. Para os criadores, estas ferramentas abrem possibilidades de experimentação, permitindo desenvolver obras interativas, sensoriais e facilmente adaptáveis a diferentes contextos, sem, no entanto, comprometerem as potencialidades das técnicas artísticas convencionais.

2.3. O Continuum entre Realidade e Virtualidade: enquadramento teórico

O conceito de *Reality-Virtuality Continuum* (RVC) foi proposto originalmente por Paul Milgram e Fumio Kishino, no artigo seminal *A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays* (1994). Esta proposta surgiu da necessidade de compreender e categorizar as experiências tecnológicas então emergentes, que combinavam elementos do mundo real com o mundo virtual (Milgram & Kishino, 1994, p. 1321).

Os autores apresentaram o *continuum* como uma linha conceptual entre dois extremos: a realidade física pura (*Real Environment-RE*) e a realidade totalmente virtual (*Virtual Environment-VE*), situando a Realidade Mista (*Mixed Reality-MR*) entre ambos.

Esta última inclui tanto a RA, onde elementos virtuais são integrados no ambiente real, como a Virtualidade Aumentada (VA), na qual elementos do mundo real são incorporados num espaço virtual.

Para caracterizar estas experiências, Milgram e Kishino desenvolveram ainda uma taxonomia (sistema de classificação estruturado) tridimensional baseada em três critérios:

- *Extent of World Knowledge* (EWK), que se refere ao grau de conhecimento do sistema sobre o mundo real (p. 1325);
- *Reproduction Fidelity* (RF), ou seja, o nível de fidelidade com que o sistema representa o mundo real (p. 1326);

- *Extent of Presence Metaphor* (EPM), referente ao grau de naturalidade da presença percebida pelo utilizador (p. 1327).

Nas décadas seguintes, vários investigadores ampliaram, complementaram ou reinterpretaram este modelo original.

Em 1997, Ronald Azuma definiu a RA, como a integração de elementos virtuais num ambiente real, em tempo real e de forma interativa, sem substituir o mundo físico (1997, p. 356), posicionando a RA como uma subcategoria da Realidade Mista.

Dois anos depois, Koleva, Benford e Greenhalgh (1999) introduziram o conceito de *Mixed Reality Boundaries* (fronteiras da realidade mista), propondo que estas atuem como janelas bidirecionais entre os espaços físico e virtual, valorizando a coexistência e interação simultânea (p. 119). As suas propriedades foram organizadas em três categorias principais:

- Permeabilidade (visibilidade, audibilidade e solidez), que indica o grau de passagem sensorial e física entre as realidades, determinando se é possível ver, ouvir ou atravessar de uma realidade para a outra (p. 122);
- Situação (localização, alinhamento mobilidade e segmentação), referindo-se à posição física e virtual, ao alinhamento entre fronteiras e à capacidade de movimento dentro dos espaços;
- Dinâmica (tempo de vida e configurabilidade); que engloba aspetos temporais da fronteira, como a sua durabilidade e a possibilidade de adaptação pelos utilizadores aos diferentes contextos (p. 123).

Acrescentaram ainda duas meta-propriedades: *simetria* (grau de equivalência entre os lados físico e virtual) e *representação* (como as fronteiras são apresentadas ao utilizador) (Koleva et al., 1999, pp. 125-126).

Em 2007, Lindeman e Noma, propuseram uma nova classificação das tecnologias de RA, destacando a integração *multissensorial*. O seu modelo introduz o conceito de fusão física dos estímulos sensoriais, incorporando audição, tato, olfato e paladar ao *continuum*. Destacam a utilização de tecnologias como a condução óssea e o sistema *Microphone-Hear-Through* para misturar sons reais e virtuais, evidenciando a importância do ponto de fusão dos estímulos no corpo do utilizador como fator determinante da experiência (Lindeman & Noma, 2007, p. 176).

Em 2012, Normand, Servières e Moreau, reviram as taxonomias existentes para aplicações de RA e propuseram uma nova taxonomia funcional, com o objetivo

de alargar a abordagem tradicional centrada quase exclusivamente na dimensão visual. A proposta dos autores assenta em quatro critérios principais:

- Número de graus de liberdade exigidos pelo sistema de rastreio (tracking): refere-se à forma como a posição e orientação do utilizador, da câmara ou dispositivo são monitorizadas. Estes graus de liberdade podem variar desde a simples deteção de um ponto fixo (0D), passando pelo rastreio bidimensional (latitude e longitude), até sistemas mais complexos, com seis graus de liberdade que incluem a posição tridimensional e ângulos de rotação (p. 4).
- *Modo de visualização utilizado* (augmentation type): define como o elementos virtuais são integrados na perceção do mundo real. Os autores distinguem entre:
 - *Video see-through* (VST), no qual o utilizador observa o mundo real através de um ecrã onde a imagem captada pela câmara é combinada, em tempo real, com os elementos digitais;
 - *Optical see-through* (OST), onde os elementos virtuais são projetados nas lentes de óculos transparentes;
 - *Spatial augmented reality* (SAR), em que os elementos virtuais são projetados diretamente sobre os objetos reais do ambiente, dispensando dispositivos pessoais para a sua visualização, como Projetores fixos ou móveis que interagem diretamente com o mundo real (p. 5).
- Base temporal do conteúdo apresentado pela aplicação (temporality): considera a relação temporal entre o conteúdo virtual e o mundo real, podendo representar eventos do passado, do presente, do futuro ou até conteúdos completamente imaginários e fictícios (p. 5).
- Modalidades de renderização envolvidas (rendering modalities): além da dimensão visual, reconhece a utilização de outros sentidos na experiência de RA, como o som, o feedback tátil, os estímulos olfativos e até gustativos, com o objetivo de enriquecer a interação do utilizador com o ambiente (p. 5).

Esta taxonomia permite uma classificação mais ampla e flexível das aplicações de RA.

Embora estas modalidades sensoriais adicionais ainda sejam pouco utilizadas, os autores defendem que devem ser consideradas por serem uma componente relevante para a experiência aumentada, sendo cada vez mais viáveis devido ao avanço das tecnologias imersivas.

Mais recentemente, em 2018, Steve Mann, Tom Furness, Yu Yuan, Jay Iorio e Zixin Wang apresentaram o conceito de Realidade Multimediada (Multimediated Reality), também designado como *All Reality (All R)*. Definem esta realidade como “uma realidade mediada multissensorial e multidimensional que inclui não apenas multimídia interativo para os nossos cinco sentidos, mas também sentidos adicionais, como sonar sensorial e radar sensorial” (Mann et al., 2018, p. 1).

Esta abordagem vai além da simples combinação do real com o virtual, incorporando a modificação intencional da realidade, um conceito que denominam de *Mediality*, e que introduz um segundo eixo ao *continuum* (Mann et al., 2018, p. 7).

Entre os seus princípios-chave, incluem: a multidimensionalidade (Ex: padrões de propagação e interferência de ondas) (p. 15); multissensorialidade (ex: sensores tecnológicos, como o sonar ou o radar) (p. 13); multimodalidade (ex: meios de interação homem-máquina, como redes sociais, jogos e *storytelling*) (p. 16); multiescala (ex: tecnologias vestíveis (*wearables*) até a ambientes inteligentes, como *smart buildings, smart cities*) (p. 14) e a multiveillance (ex: vigilância e privacidade nos ambientes imersivos) (p. 17).

Em 2019, Speicher, Hall e Nebeling analisaram a literatura existente e concluíram que não havia uma definição consensual de Realidade Mista (RM). Identificaram seis noções distintas de RM (Speicher et al., 2019, pp. 2-3) e, com o objetivo de clarificar as definições existentes, propuseram um *framework* composto por sete dimensões para classificar aplicações de RM: número de ambientes, número de utilizadores, nível de imersão, nível de virtualidade, grau de interação, tipo de input e tipo de output (Speicher et al., 2019, pp. 7-9). Concluem que o modelo de Milgram e Kishino é insuficiente para descrever as experiências contemporâneas, que são multisensoriais e distribuídas em múltiplas plataformas (Speicher et al., 2019, pp. 3-4).

Em 2021, Skarbez, Smith e Whitton reviram o modelo de Milgram e propuseram uma atualização baseada em três pontos principais (Skarbez et al., 2021, pp. 1-2):

- 1) O *continuum* não é linear nem contínuo; mesmo a mais avançada realidade virtual mantém uma ligação com o mundo real (pp. 2-3);
- 2) Todas as experiências mediadas tecnologicamente são, de alguma forma, realidade mista (pp. 3-4);

3) Propuseram uma nova taxonomia centrada no utilizador, baseada em três eixos: *Extent of World Knowledge* (EWK), *Immersion* (IM) e *Coherence* (CO), que avalia o grau de integração e consistência da experiência (pp. 5-6).

Esta proposta representa uma mudança de paradigma, deixa de se focar exclusivamente na tecnologia e passa a valorizar o papel ativo do utilizador na construção da experiência. Em vez de descrever apenas os dispositivos, passa a avaliar a qualidade da experiência sensorial e cognitiva proporcionada pela realidade mista.

Em 2023, Cristian Pamparău propôs uma formalização matemática do *continuum* realidade-virtualidade (RVC), através da composição de múltiplos contínuos RV numa única experiência XR. Introduziu a função:

$$F_i : RV_1 \circ RV_2 \circ \dots \circ RV_i \rightarrow RV, 2 \leq i \leq n, n \in \mathbb{N} \text{ (Pamparău, 2023, p. 802),}$$

Cada função F_i está associada a um protocolo de transição XR (*XR Transition Protocol*), que consiste num conjunto de elementos técnicos, de hardware e/ou software, que possibilitam a passagem entre as diferentes experiências XR, garantindo a continuidade, a coerência sensorial e imersão do utilizador.

Estes protocolos podem ser comandos físicos (por exemplo, teclas), de localização espacial (sensores de movimento em ambientes físicos), de voz, gestos, ou eventos programados (Pamparău, 2023, p. 803).

Antes da formulação do conceito de *Diminished Virtuality*, surgiram propostas que desafiaram a lógica aditiva da RA. Em particular o conceito de *Diminished Reality*, ou *Realidade Diminuída* (RD), introduziu a ideia de subtrair seletivamente elementos do meio físico em tempo real, mantendo a coerência preceptiva da cena. Esta abordagem ganhou relevância com as investigações Herling e Broll (2010, p. 207; 2012, p. 141), que propuseram uma solução chamada de *PixMix* (2012, p. 149), capaz de realizar *image inpainting* em tempo real com uma câmara, rastreamento ou homografia e compensação de iluminação dinâmica. A RD representa em termos conceptuais a inversão da RA, ao permitir que elementos do mundo real sejam ocultados ou removidos, antecipando questões que viriam a ser mais tarde aprofundadas no conceito *Diminished Virtuality*.

Finalmente, em 2024, Egger e colaboradores propuseram uma reinterpretação do *continuum realidade-virtualidade*, introduzindo o conceito de *Diminished Virtuality* (DV). Esta proposta amplia a lógica da Realidade Diminuída, ao permitir a subtração seletiva não só de elementos do mundo real, mas também de componentes do ambiente virtual, como imagens, objetos ou informações.

Esta proposta desafia a linearidade do *continuum* de Milgram e Kishino. Os autores propõem um “diagrama de XR que se repete (em oposição a um continuum numa linha reta com duas extremidades) como inspiração” (Egger et al., 2024, p. 5).

Além disso, ao distinguirem um “continuum de aumento-diminuição” que “mostra o grau de aumento e diminuição” (Egger et al., 2024, p. 4), os autores introduzem uma nova dimensão que complementa o eixo entre a realidade e a virtualidade.

Neste modelo as experiências de aumento, RA e Virtualidade Aumentada (VA), são posicionadas no extremo superior deste eixo, e as experiências de diminuição, Realidade Diminuída (RD) e Virtualidade Diminuída (VD), ocupam o extremo inferior. Assim, o continuum passa a ser concebido como um espectro bidirecional, que permite a transição entre real e virtual, e a adição e subtração de elementos, aumentando as possibilidades dentro da realidade mista.

Esta nova abordagem exige tecnologias como *inpainting* em tempo real, modelação geométrica do ambiente e adaptação dinâmica da iluminação, para permitir tratar a diminuição como um processo ativo e tecnologicamente diferente da simples sobreposição, permitindo uma navegação dinâmica entre diferentes camadas de realidade (Egger et al., 2024, p. 4).

A sucessão destes modelos teóricos evidencia que o continuum realidade-virtualidade deve ser entendido como um campo teórico em evolução. À medida que as experiências imersivas ganham maior complexidade e hibridez, os modelos tendem a integrar dimensões perceptivas, tecnológicas e fenomenológicas. Esta evolução abre espaço para uma nova leitura do continuum, que será desenvolvida na conclusão, através da apresentação de uma proposta conceptual própria, inspirada neste percurso teórico.

2.4. O Continuum Expandido de Imersividade na Arte (CEA)

Com base na análise dos modelos propostos por Milgram e Kishino (1994), Mann et al. (2018), Speicher et al. (2019), Skarbez et al. (2021), Pamparău (2023) e Egger et al. (2024), propõe-se um modelo que procura integrar as principais dimensões de imersividade, medialidade e manipulação sensorial. Este modelo, o *Continuum Expandido de Imersividade na Arte* (CEA), pretende ser uma ferramenta de análise e de aplicação prática no contexto das artes contemporâneas (ver Tabela 1).

Tabela 1. Continuum Expandido de Imersão na Arte (CEA)

Nível	Designação	Descrição	Autores/Fontes	Eixos Complementares para Avaliação Artística
0	Realidade Física Pura (RF)	Sem qualquer mediação digital.	Milgram e Kishino (1994) – Real Environment (RE)	Imersão: Nenhuma; Multissensorialidade: Física natural; Interação: Real direta; Escala: Física real; Temporalidade: Linear
1	RA	Integra elementos virtuais no ambiente real em tempo real e de forma interativa.	Milgram e Kishino (1994); Azuma (1997)	Imersão: Baixa a moderada; Multissensorialidade: Visual + outras; Interação: Interativa; Escala: Local; Temporalidade: Real-time
2	Realidade Mista (RM)	Integra de forma dinâmica elementos do mundo real e virtual, respondendo em tempo real às ações do utilizador.	Milgram e Kishino (1994); Speicher et al. (2019)	Imersão: Moderada; Multissensorialidade: Variável; Interação: Alta; Escala: Local a ampliada; Temporalidade: Real-time
3	Virtualidade Aumentada (VA)	Espaços virtuais que incorporam elementos do mundo real, mantendo a interação com	Milgram e Kishino (1994); Speicher et al. (2019)	Imersão: Moderada a alta; Multissensorialidade: Amplificada; Interação: Alta; Escala: Virtual;

Nível	Designação	Descrição	Autores/Fontes	Eixos Complementares para Avaliação Artística
		objetos físicos		Temporalidade: Flexível
4	Realidade Virtual (RV)	Ambiente totalmente virtual e imersivo, com interação completa do utilizador	Milgram e Kishino (1994); Slater e Sanchez-Vives (2016); Skarbez et al. (2021)	Imersão: Alta; Multissensorialidade: Multisensorial; Interação: Total; Escala: Virtual; Temporalidade: Flexível
5	Realidade Multimediada (All-R)	Realidade mediada multissensorial e multidimensional, incluindo sentidos adicionais e modificação intencional da realidade (Mediality).	Mann et al. (2018) – conceito de "Mediated Reality"	Imersão: Muito alta; Multissensorialidade: Multissensorial ampliada (incl. novos sentidos); Interação: Avançada; Escala: Multiescalar; Temporalidade: Multitemporal
6	Realidade Multiescalar e Multiveilada	Integra corpo, espaço e dados, incluindo interfaces invisíveis, sensores tecnológicos e sistemas de vigilância, com adaptação contextual ao utilizador	Mann et al. (2018); Pamparău (2023); Egger et al. (2024)	Imersão: Extrema; Multissensorialidade: Complexa; Interação: Contextual e adaptativa; Escala: Multiambientes; Temporalidade: Dinâmica
7	Realidade Diminuída (RD)	Subtração seletiva de elementos do mundo real ou virtual, proporcionando experiências personalizadas, adaptativas e tecnologicamente mediadas.	Mann et al. (2018); Herling e Broll (2010, 2012); Egger et al. (2024)	Imersão: Variável; Multissensorialidade: Adaptativa; Interação: Personalizada; Escala: Variável; Temporalidade: Adaptativa. Observação: Inclui Diminished Virtuality para remoção de elementos virtuais

Nota 1. Esta tabela sintetiza os níveis de imersão e as dimensões sensoriais propostas no modelo CEA.
Fonte: Elaboração própria (2025).

A partir das definições das categorias do Continuum Realidade-Virtualidade proposto por Milgram e Kishino, é possível traçar propostas de atividades dirigidas a estudantes de Artes visuais do ensino secundário. Estas sugestões procuram articular práticas artísticas tradicionais com tecnologias imersivas, incentivando novas formas de criação e expressão que, muitas vezes, podem ser exploradas com ferramentas acessíveis como o telemóvel, alargando assim o campo da experimentação estética e pedagógica (ver Tabela 2).

Tabela 2. Propostas de atividades artísticas por categoria do continuum

Categorias	Descrição	Atividades realizadas
Realidade Física (RF)	Ambiente real, sem qualquer mediação digital.	<ul style="list-style-type: none"> - Escultura, instalações ou maquetes físicas - Pintura ou desenho tradicional - <i>Land art</i> (intervenção no espaço natural) - Fotografia e vídeo de obras físicas - Diários gráficos manuais
RA	Elementos digitais sobrepostos à realidade, visualizados por dispositivos móveis.	<ul style="list-style-type: none"> - Criação de marcadores em apps - Sobreposição de desenhos digitais a imagens reais - Exposições com <i>QR codes</i> que ativam animações - Vídeos interativos com RA - Mapeamento digital em objetos físicos
Realidade Mista (RM)	Integração em tempo real de elementos reais e virtuais.	<ul style="list-style-type: none"> - Instalações com sensores de som/movimento - Projeções mapeadas em esculturas/superfícies 3D - Ambientes híbridos com <i>feedback</i> sensorial - Performances artísticas com interação virtual ao vivo
Virtualidade Aumentada: (VA)	Ambientes digitais com incorporação de elementos reais como vídeo, som ou imagem digitalizada.	<ul style="list-style-type: none"> - Digitalização de peças reais com apps de fotogrametria - Inclusão de fotos em ambientes 3D - Colagens digitais com materiais captados do real - Integração de sons reais em ambientes virtuais
Realidade Virtual (RV)	Mundo totalmente digital e imersivo, criado por computador.	<ul style="list-style-type: none"> - Criação de cenários 3D (apps acessíveis) - Visitas virtuais com imagens a 360º - Exploração de espaços RV com <i>headset</i> ou telemóveis - Animações em espaços digitais imersivos - Obras imersivas com som, luz e movimento .

Nota 2. Sugestões de atividades artísticas para estudantes de Artes visuais do ensino secundário. Fonte: Elaboração própria (2025).

Capítulo 3 - Experiências Imersivas: Impacto Sensorial e Visual

3.1. Análise das experiências imersivas como um novo campo de interação na arte

As experiências de RA e de RV têm vindo a afirmar-se como uma vertente relevante de interação na arte contemporânea. Longe de substituir as formas artísticas não digitais, que continuam a evoluir e a explorar relações profundas entre a obra e o público, estas tecnologias expandem o campo da experiência artística, permitindo uma interação que pode ser participativa e imersiva.

Ao integrar elementos imersivos, permitem ao público assumir um papel mais ativo na experiência artística, não apenas como observador, mas como parte integrante do processo de fruição.

Segundo Oliver Grau (2003), "a imersão é mentalmente absorvente e um processo, uma mudança, uma passagem de um estado mental para outro" (p. 13), o que nos ajuda a compreender de que forma os ambientes digitais têm vindo a alterar a forma como percebemos e nos relacionamos com as obras de arte. A imersão, nestes contextos, não se resume à ideia de "estar dentro" de um espaço digital, mas refere-se também a um envolvimento emocional, físico e sensorial, que ativa a percepção, a memória e a imaginação do participante.

Neste processo, os dispositivos tecnológicos assumem um papel central na mediação sensorial. Ambas as tecnologias podem utilizar sensores: a RV recorre a sensores para controlar os movimentos da cabeça e do corpo, enquanto a RA utiliza câmaras e sensores para captar o ambiente real e integrá-lo no conteúdo virtual. Adicionalmente, a RV pode integrar dispositivos de feedback tátil, como luvas ou controladores hápticos, para aumentar a imersão, simulando sensações físicas. Na RA, esse feedback pode surgir através de vibrações em dispositivos móveis.

O áudio espacial é utilizado em ambas as realidades: na RV, reforça a sensação de presença no ambiente digital, permitindo ao utilizador perceber os sons à sua volta como se estivesse realmente no espaço; na RA, promove interações mais envolventes com o espaço físico, fazendo com que os sons digitais simulados pareçam surgir de objetos ou locais específicos do ambiente real.

A proposta de Milgram e Kishino (1994, p. 1321), continua a ser útil para pensar nestas novas experiências que integram o real com o virtual. No entanto, a evolução tecnológica e artística dos últimos anos levou a que vários autores

expandissem, aprofundassem ou reinterpretassem este modelo inicial, com o objetivo de descrever de forma mais precisa a complexidade das experiências contemporâneas e, em alguns casos, projetar as possibilidades futuras destas tecnologias em constante evolução.

Steve Mann e os seus colaboradores (2018, p. 1), por exemplo, propuseram o conceito de *Realidade Multimediada*, que ultrapassa a simples fusão entre o real e o virtual, ao incorporar a modelação intencional da realidade, através do que denominaram *medialidade*. Neste contexto, a experiência imersiva deixa de ser exclusivamente visual e espacial. Passa a envolver múltiplos sentidos e dimensões, o que amplia o espaço de ação da arte e do corpo, tanto do artista como dos participantes, no espaço digital.

Skarbez, Smith e Whitton (2021, pp. 5-6), sugeriram uma abordagem centrada na perceção do utilizador, substituindo a ideia de um *continuum linear* por um modelo baseado em três dimensões principais: o nível de conhecimento do sistema sobre o mundo real, o nível de imersão proporcionado e a coerência da experiência para quem a vive. Esta abordagem centra-se na perceção subjetiva, bem como na imersividade sensorial e emocional de quem interage diretamente com a obra.

Na arte contemporânea, essas tecnologias ampliaram o campo de experimentação do criador e do espetador. O artista passou a poder transitar entre o real e o virtual durante o processo criativo, explorando experiências sensoriais e modos de presença imersiva que, tradicionalmente, não estariam acessíveis. Através da sua própria presença incorporada nos ambientes virtuais, ou seja, da vivência sensorial e interativa da obra enquanto a concebe, o artista experimenta e ajusta em tempo real os elementos da criação. O espetador, por sua vez, passou a poder interagir, sentir e até influenciar ou alterar a obra, tornando a fruição artística uma experiência mais dinâmica, envolvente e participativa.

3.2. Estudos de caso de artistas e projetos que utilizam RA e RV para novas experiências artísticas

Neste subcapítulo, são apresentados exemplos de obras que utilizam RA, Realidade Mista (RM) e RV para criar novas experiências artísticas. Apesar de esta investigação incidir sobre a RA e RV, optou-se por incluir a RM por representar uma

zona híbrida de crescente relevância na prática artística contemporânea e por permitir explorar soluções tecnológicas que combinam o espaço físico com o digital, o que é particularmente interessante no contexto educativo.

Cada projeto analisado explora níveis diferentes de imersão, interação e envolvimento sensorial. As obras foram classificadas segundo o *Continuum Expandido de Imersão na Arte* (CEA) (ver Tabela 1), o que permite compreender o nível de imersão e a complexidade tecnológica de cada experiência artística, além de possibilitar a comparação dos diversos níveis de mediação entre o real e o virtual.

Este posicionamento facilita a análise de como diferentes níveis de imersão influenciam a participação dos artistas e do público. Os estudos de caso que se seguem ilustram como a tecnologia está a transformar a criação e a fruição artística, ampliando as possibilidades expressivas e promovendo uma relação mais ativa, sensorial e adaptativa entre os participantes e a obra.

Obras com elevado nível conceitual e artístico:

Estas obras destacam-se pela sua profundidade estética, reflexão crítica e contribuição relevante para o campo da arte contemporânea.

1. Jenny Holzer – *YOU BE MY ALLY* (2020)

Nível: 1 – Realidade Aumentada (RA)

Nacionalidade da artista: Norte-americana

Figura 1. *YOU BE MY ALLY*, de Jenny Holzer (2020).



Nota. Adaptado de University of Chicago Arts Blog (2020).

Disponível em <https://www.uchicagoartsblog.art/archive/2020/11/18/for-alum-jenny-holzer-the-personal-is-always-political>.

A obra *YOU BE MY ALLY* (Holzer, 2020), resulta de uma colaboração com a Universidade de Chicago e explora a Realidade Aumentada como meio para ressignificar a leitura do espaço público através da palavra escrita. O título da obra reflete a intenção de Holzer em usar a palavra escrita como meio para promover a reflexão sobre a solidariedade e o papel do indivíduo na comunidade, convidando o espectador a contemplar a importância da solidariedade em tempos de desafios sociais e políticos. Além disso, a obra funciona como uma forma de comunicação artística e social, utilizando a arte e a tecnologia para fomentar a reflexão crítica sobre questões contemporâneas.

Através de uma aplicação móvel acessível diretamente no navegador e disponível no site oficial da universidade, os utilizadores podiam visualizar, em tempo real, vinte e nove excertos de textos literários selecionados a partir do currículo principal da Universidade de Chicago, como obras de autores como W.E.B. Du Bois, Toni Morrison, Helen Keller, Audre Lorde e Virginia Woolf. Estes excertos foram escolhidos em colaboração com estudantes e professores da universidade e projetados virtualmente sobre locais emblemáticos do campus, como a *Harper Memorial Library*, a *Regenstein Library*, a *Rockefeller Chapel* ou os *Main Quadrangles*, escolhidos pela sua centralidade e valor histórico e simbólico para a comunidade académica.

A proposta, embora tecnicamente simples, convida a uma experiência contemplativa, onde o espetador é convidado a mover-se fisicamente pelo espaço para encontrar e observar os textos, que parecem flutuar no ar ou inscrever-se na arquitetura envolvente. Neste contexto, a Realidade Aumentada atua como mediadora entre a palavra e o lugar, promovendo uma relação mais íntima e atenta com o ambiente físico.

Apesar da interação com a obra ser limitada, visto não existir a manipulação direta dos elementos visuais, a componente reflexiva tinha uma forte presença, oferecendo uma experiência imersiva no plano simbólico e crítico. Esta intervenção digital no espaço urbano assumiu também uma dimensão política e educativa, ao destacar diferentes vozes da tradição literária, num gesto de inscrição e reinscrição da memória coletiva.

2. teamLab – *Catching and Collecting Forest* (2025).

Nível: 2 – Realidade Mista (RM)

Nacionalidade do coletivo: Japonês (com base em Tóquio)

Figura 2. *Catching and Collecting Forest*, do coletivo teamLab (2025).



Nota. Adaptado do You Tube (teamLab, 2025).
Disponível em <https://youtu.be/7knW1gnyKMs?si=ShVwdAOqbZ1ZNCLP>

A obra *Catching and Collecting Forest*, do grupo japonês teamLab (2025), propõe uma experiência imersiva que mistura o espaço físico real com elementos digitais interativos, utilizando dispositivos móveis para criar uma realidade mista. Os visitantes entram em ambientes que reproduzem florestas e habitats naturais, onde podem interagir com animais virtuais capturados pela câmara do telemóvel.

A instalação também envolve, diferentes sentidos: a visão, os sons da natureza e dos animais virtuais, que enriquecem a experiência, criando uma atmosfera que envolve o corpo e a mente.

Essa fusão entre o mundo natural e o digital provoca uma sensação de presença intensa, na qual a tecnologia está ao serviço da imagem e da imersão completa do espectador. Assim, o público deixa de ser apenas observador e torna-se parte ativa desse espaço híbrido, explorando, sentindo e aprendendo a partir da mediação digital

Essas dinâmicas de interação entre o físico e o digital podem ser compreendidas dentro de um contexto mais amplo das exposições de arte digital,

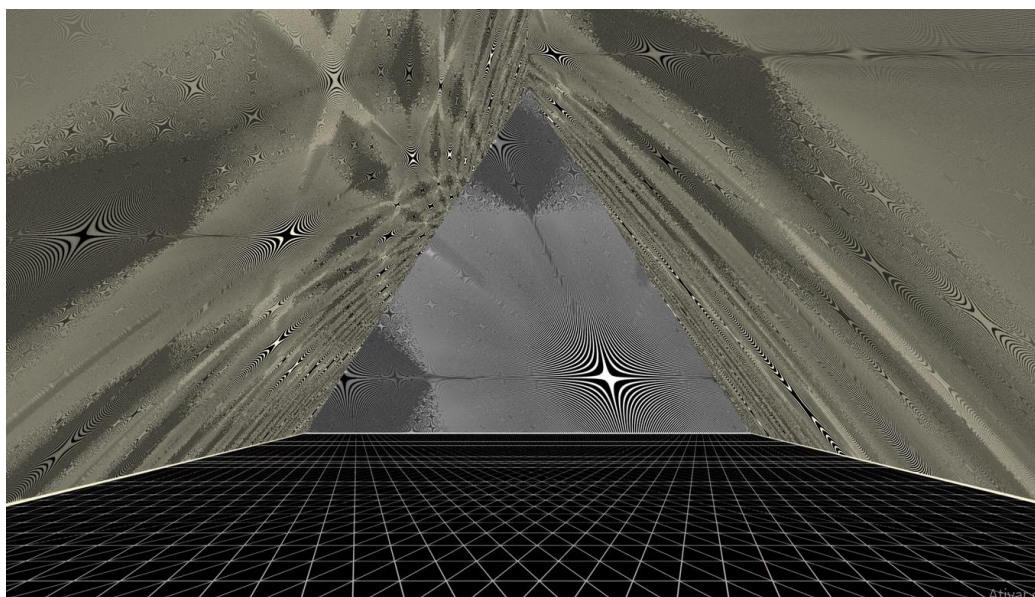
como sugere Felicity Moreau (2025, p. 116), ao afirmar que "a arte digital não se resume apenas à tecnologia; trata-se da expressão humana na era digital". Essa perspectiva destaca a importância de considerar a arte digital não apenas como um meio técnico, mas como uma forma de comunicação e de vivência humana.

3. Olafur Eliasson – *Your View Matter* (2022)

Nível: 4 – Realidade Virtual (RV)

Nacionalidade do artista: Dinamarquês/Islandês

Figura 3. *Your View Matter*, de Olafur Eliasson (2022).



Nota. Adaptado de Soe.tv (2022).

Disponível em <https://www.soe.tv/video/your-view-matter-2022>

A obra *Your View Matter*, de Olafur Eliasson (2022), propõe uma experiência imersiva criada em RV e explorada com recurso a *headsets* RV.

O espectador é transportado para ambientes totalmente virtuais, abstratos e geométricos, baseados em sólidos platônicos (formas geométricas regulares da geometria clássica, cujas faces, ângulos e arestas são simétricos e uniformes), onde os padrões visuais e sonoros reagem diretamente aos seus movimentos.

Essa interação corporal transforma a experiência numa vivência dinâmica e sensorial, na qual a percepção espacial e temporal do participante é constantemente

ativada. A obra destaca a importância da presença e da interação no processo artístico, ligando de forma próxima o corpo, o som e a imagem num ambiente digital imersivo.

Destaca-se, ainda, a noção de coautoria: ao interagir com os elementos virtuais, o espectador não apenas vivencia a obra, mas participa ativamente na sua construção temporal e visual.

4. Marina Abramović – *Rising* (2018)

Nível: 4 – Realidade Virtual (RV)

Nacionalidade da artista: Sérvia; vive e trabalha atualmente nos EUA.

Figura 4. *Rising*, de Marina Abramović (2018).



Nota. Adaptado de Acute Art (2018).

Disponível em <https://www.acuteart.com/discover/marina-abramovic>

Rising (Abramović, 2018) é uma obra que transporta o participante para um ambiente virtual totalmente imersivo, onde deixa de ser um mero espectador para se tornar parte ativa da narrativa.

Ao usar um *headset* de RV, o participante é inserido num ambiente que simula a experiência de estar submerso debaixo de água, um ambiente calmo, silencioso e

envolvente que destaca a sua presença e respiração, criando uma ligação direta e intensa com o espaço digital que o rodeia.

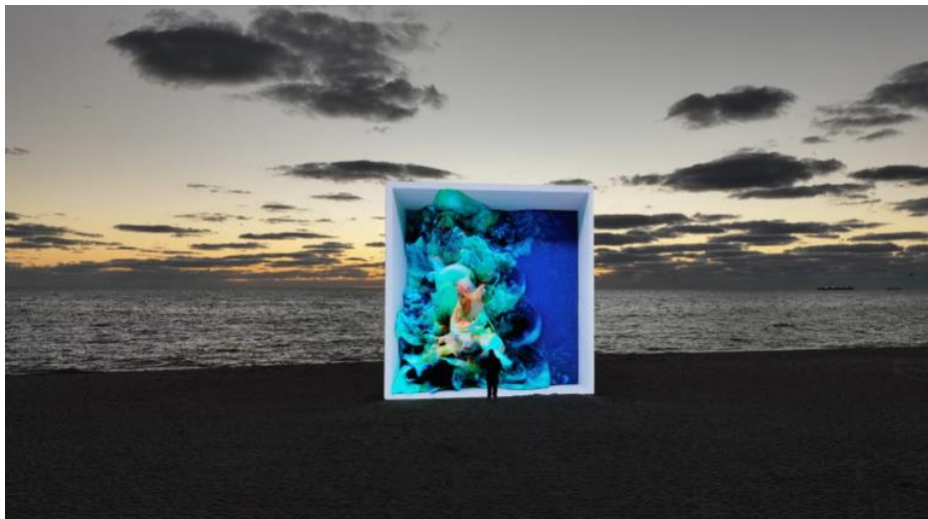
Esta experiência para além da dimensão visual, é profundamente sensorial e emocional. Convida à reflexão sobre temas como as alterações climáticas, a fragilidade, a resistência e a conexão humana, utilizando a tecnologia para ampliar a presença do utilizador na obra. É como se o espaço virtual se tornasse numa extensão do próprio corpo e da mente, proporcionando uma interação pessoal e única (Abramović, 2018).

5. Refik Anadol – *Machine Hallucinations: Coral Dreams* (2021)

Nível: 5 – Realidade Multimediada (All-Realities)

Nacionalidade do artista: Turco; vive e trabalha nos EUA

Figura 5. *Machine Hallucinations: Coral Dreams*, de Refik Anadol (2021).



Nota. Adaptado de Refik Anadol Studio (2021).
Disponível em <https://refikanadol.com/works/coraldreams/>

Coral Dreams (2021) integrou a série *Machine Hallucinations*, iniciada em 2016 por Refik Anadol, artista turco-americano e pioneiro na estética da inteligência artificial. Neste projeto, a inteligência artificial processou mais de 35 milhões de imagens de recifes de coral, retiradas das redes sociais e processadas por algoritmos de aprendizagem automática. O resultado consistiu numa série de paisagens digitais em constante transformação, projetadas num grande ecrã LED instalado na praia de

Miami, durante a Art Basel 2021. Um sistema de som quadrifônico intensificava ainda mais a imersão, envolvendo o público numa experiência sensorial completa.

O que tornou a obra singular foi o seu processo criativo: a máquina atuava como coautora, revelando uma nova relação homem-tecnologia no contexto da criação artística. A instalação levantou questões sobre percepção, ecologia e autoria no contexto da arte computacional. O estúdio de Refik Anadol, sediado em Los Angeles, é composto por uma equipa interdisciplinar e multicultural de designers, arquitetos, cientistas de dados e investigadores, provenientes de dez países e fluentes em doze línguas, que trabalham na interseção entre arte, ciência e tecnologia (Refik Anadol Studio, 2025).

PARTE II - FERRAMENTAS E MÉTODOS PARA INTEGRAÇÃO DE RA E RV NOS PROJETOS ARTÍSTICOS

Capítulo 4 - Principais Ferramentas de RA e RV utilizadas na Criação Artística

O desenvolvimento de experiências artísticas com Realidade Aumentada (RA) e Realidade Virtual (RV) requer o domínio de um conjunto de ferramentas tecnológicas, tanto ao nível do hardware como do software. A escolha destes recursos deve ter em conta os objetivos dos projetos artísticos, o perfil dos utilizadores e as condições específicas do contexto educativo.

Este capítulo apresenta uma análise das principais ferramentas disponíveis atualmente, organizadas em categorias que facilitam a sua compreensão em termos de tipologia (RA, RV ou ambas), nível de complexidade e potencial de aplicação artística em contexto escolar.

4.1. Análise de software e dispositivos adequados para projetos de artes visuais

A RV requer habitualmente a utilização de visores de cabeça (*Head-Mounted Displays* – HMDs), como os dispositivos da Meta (Oculus), HTC/Valve ou PlayStation VR, além de controladores de movimento e sensores que possibilitam a interação imersiva com o ambiente virtual. Em casos mais avançados, dispositivos hápticos como luvas especializadas permitem manipular objetos virtuais de forma mais realista. Por seu lado, a RA integra elementos digitais sobre o ambiente físico, em tempo real, através de dispositivos móveis (telemóveis, tablets) ou óculos inteligentes. A interação pode dar-se por toque, gestos, voz ou outras formas de reconhecimento espacial (Wang et al., 2024, p. 643).

No contexto da educação artística, é fundamental selecionar ferramentas acessíveis, preferencialmente compatíveis com dispositivos móveis e com modelos de acesso gratuitos ou *freemium* (combinam um serviço gratuito com funcionalidades pagas). Estas características favorecem a autonomia dos estudantes e facilitam a integração das tecnologias no processo artístico.

Com o objetivo de promover a autonomia, o pensamento crítico e a articulação entre os recursos digitais e o processo artístico, foi proposto aos estudantes do 11º ano do Curso Artístico Especializado de Produção Artística, da Escola Secundária de

Carcavelos, pertencente ao Agrupamento de Escolas de Carcavelos, o projeto de análise exploratória colaborativa de ferramentas de RA e RV, a desenvolver ao longo do ano letivo de 2024/2025. O projeto realizou-se em diferentes espaços da escola, organizado em grupos de dois alunos, com orientação e apoio da docente.

A análise consistiu na pesquisa, caracterização, experimentação e comparação de diversas aplicações, software e plataformas acessíveis online, com o propósito de avaliar a sua viabilidade e adequação à criação artística em contexto escolar. Para esse efeito, os estudantes preencheram uma grelha de análise partilhada, que incluía os seguintes critérios: Tipo de tecnologia (RA, RV ou ambas); Modelo de acesso (gratuito, freemium ou pago); Existência de subscrição gratuita para estudantes ou escolas; Valor da subscrição (quando aplicável); Grau de facilidade de uso (autoavaliado pelos estudantes); Disponibilidade para computador e/ou telemóvel; Compatibilidade com sistemas operativos (iOS, Android); Finalidade da aplicação e pertinência para o trabalho artístico proposto; Adequação aos objetivos artísticos do Projeto; Recomendação de uso (sim/não) e Referência online e link explicativo (vídeo ou site oficial), caso se justificasse (ver Tabela A.1, Anexo A),.

A referida tabela serviu de base à reflexão crítica sobre as possibilidades e limitações das tecnologias digitais no campo das artes visuais, com orientação docente durante o processo de análise. As ferramentas analisadas foram organizadas e classificadas nas Tabelas A.2, A.3 e A.4 (Anexo A), correspondendo, respetivamente, a aplicações/software, plataformas/frameworks e dispositivos (hardware). Entre as aplicações analisadas (Tabela A.2), destacam-se ferramentas como *Adobe Aero* e *Blender*, que oferecem diferentes níveis de complexidade e tipos de interação. Já as plataformas e frameworks (Tabela A.3) possibilitam a criação de ambientes virtuais imersivos e colaborativos, enquanto os dispositivos (Tabela A.4) incluem desde óculos simples de RV até visores avançados com rastreamento de movimento.

Este levantamento, serviu como primeira etapa do projeto que consistiu na seleção das ferramentas a utilizar pelos grupos de estudantes, sendo descrita no Capítulo 8, em articulação com o desenvolvimento dos projetos de RA e RV realizados.

4.2. Avaliação de funcionalidades específicas para explorar novas dimensões artísticas

A Tabela A.5 (Anexo A) apresenta uma síntese comparativa das ferramentas consideradas mais adequadas para o contexto educativo artístico, com base nos critérios definidos na fase exploratória. Esta síntese orienta a avaliação que se segue, estruturada em cinco dimensões principais: integração físico-digital, imersividade, acessibilidade, autonomia criativa e limitações técnicas.

A análise das ferramentas de RA e RV permitiu identificar um conjunto de aplicações e plataformas com potencial para expandir os modos de criação, fruição e apresentação artística em contexto escolar. Foram considerados prioritários os recursos que oferecem modelos de acesso gratuitos ou *freemium*, compatíveis com dispositivos móveis dos estudantes e que apresentam uma curva de aprendizagem acessível, tendo em conta o perfil dos estudantes e os recursos limitados disponíveis.

Nestes modelos foram ainda equacionados, os planos de pagamento e a acessibilidade, que geralmente mudam de forma muito rápida, o que obriga à validação das plataformas existentes antes de iniciar qualquer projeto artístico em meio escolar.

Ferramentas como o *Artivive*, *Adobe Aero*, *Zappar*, *Polycam* e *Trnio*, permitem explorar a fusão entre o objeto artístico físico e o digital, criando experiências aumentadas em que esculturas, desenhos ou pinturas se prolongam para o espaço digital com animações, vídeos ou modelos 3D. Todas estas plataformas/aplicações oferecem planos gratuitos, limitados nas suas funcionalidades e no tempo de utilização, contudo preservam funcionalidades básicas adequadas a projetos escolares. Por exemplo, um desenho criado por estudantes pode ganhar movimento através da aplicação *Artivive*, ativado por um telemóvel, estabelecendo um diálogo entre o suporte físico do desenho e o conteúdo digital.

Recorrendo a plataformas digitais como o *CoSpaces Edu* (atualmente *Delightex*) e o *Eduverse* os estudantes podem desenvolver projetos em ambientes totalmente imersivos. Embora exija hardware adicional (headsets), a sua versão base ou de acesso educativo permite explorar o espaço tridimensional de forma criativa, com possibilidades de expressão visual e narrativa em 360°. O *CoSpaces Edu* permite a programação das interações e a criação de pequenos ambientes artísticos combinando modelos 3D, som, movimento e animação.

O *Eduverse* possibilita a construção e a exploração conjunta de exposições, em tempo real, em diversos dispositivos. Ambas as plataformas possibilitam a importação de conteúdos externos, como imagens e modelos 3D.

Outro aspeto que importa destacar, apesar de não estar contemplado neste projeto, é a possibilidade de partilha pública das obras artísticas. Ferramentas como *Zappar*, *Reality Composer* e *Sketchfab* possibilitam a visualização dos trabalhos sem necessidade de instalação das aplicações, através de *WebAR*, *QR Codes* ou *links* de partilha. Estes recursos permitem a visibilidade externa do trabalho artístico dos estudantes, alargando o seu alcance para fora do espaço físico da escola. Ao digitalizar uma escultura com as aplicações *Polycam* ou *Trnio*, os estudantes podem partilhar modelos 3D de objetos para serem visualizados em dispositivos com câmara, computadores ou projetores.

A adoção de ferramentas *freemium* e intuitivas promovem a autonomia dos estudantes, criando oportunidades para a experimentação criativa, aprendizagem autónoma e integração das tecnologias digitais nos Projetos artísticos escolares. Apesar das possibilidades oferecidas, algumas ferramentas, como o *Blender*, *Unity* ou o *Unreal Engine*, exigem conhecimentos técnicos avançados e/ou equipamentos específicos. Embora estas plataformas também ofereçam versões gratuitas, apresentam elevada complexidade, e por isso são menos adequadas para uso generalizado em contexto de sala de aula com estudantes do ensino secundário. A exceção é o *Unity AR Companion*, que permite iniciar projetos simples em dispositivos móveis, ainda que com suporte técnico limitado.

4.3. Considerações técnicas, éticas e pedagógicas sobre a aplicação de RA e RV em projetos artísticos

Além das funcionalidades técnicas e criativas, a aplicação de tecnologias de RA e RV no contexto artístico e educativo envolve desafios significativos em termos de inclusão, sustentabilidade e ética.

Um dos principais desafios está relacionado com a acessibilidade e inclusão, no qual é necessário que as ferramentas e interfaces sejam adaptadas a diferentes perfis de utilizadores, nomeadamente pessoas com deficiências visuais, auditivas ou motoras. Exemplos disso podem incluir descrições áudio para pessoas com limitações

visuais ou feedback tátil que permita uma navegação mais intuitiva em espaços virtuais e instalações aumentadas (Wang et al., 2024, p. 647).

Além disso, estas tecnologias podem superar barreiras físicas, permitindo que pessoas com mobilidade reduzida ou que vivem em regiões isoladas tenham acesso a experiências artísticas, como museus virtuais ou exposições aumentadas (Wang et al., 2024, p. 647).

Segundo Wang et al. (2024), o aperfeiçoamento da experiência do utilizador (UX) tem evoluído com apoio de dispositivos hápticos que permitem a simulação de diferentes tipos de sensações corporais, nomeadamente estímulos tácteis, como o toque e a textura percebidos pela pele, perceções proprioceptivas, que dizem respeito à consciência da posição do corpo e dos membros no espaço, e sensações cinestésicas, relacionadas com a perceção do movimento dos músculos e das articulações. Por outro lado, a experiência é enriquecida com narrativas interativas, e com a integração de Inteligência Artificial e Realidade Mista, que oferecem experiências mais colaborativas (Wang et al., 2024, p. 648).

A sustentabilidade ambiental e cultural é outro desafio preocupante. O uso da RA e da RV pode promover práticas sustentáveis, reduzindo as deslocações físicas, produção de resíduos e consumo energético. Por outro lado, poderá contribuir para a preservação do património cultural através de representações digitais, como aquelas que se observam em diversos museus. Paralelamente, há a necessidade de garantir que estas tecnologias sejam utilizadas de forma ética e responsável, respeitando a privacidade dos utilizadores e definindo orientações para a criação e partilha de conteúdos digitais (Wang et al., 2024, p. 648).

Outro desafio que se coloca, trata-se da sustentabilidade financeira. Embora muitos recursos digitais ofereçam modelos *freemium*, o acesso à totalidade das funcionalidades, está frequentemente dependente de subscrições ou licenças pagas (Wooldridge & Schneider, 2011, p. 207). Tais exigências, em regra, limitam a adoção destas tecnologias pelas escolas que possuem recursos reduzidos. Por outro lado, os modelos baseados em publicidade levantam questões relacionadas com a intrusividade e autenticidade da experiência criativa, principalmente quando o conteúdo comercial interfere na sua fruição.

Como observado por Wooldridge e Schneider (2011, p. 8), o sucesso de uma aplicação móvel depende da estratégia de monetização escolhida, o que levanta dilemas no contexto da educação artística, que devem ser alvo de reflexão crítica e contextualizada.

Capítulo 5 - Processo Criativo em Projetos com RA e RV

5.1. Etapas do processo criativo - *Modelo Pedagógico Participativo e Imersivo* (MPPI)

O processo criativo, no contexto artístico, pode ser descrito como uma sequência estruturada de fases, desde a identificação de uma necessidade até à concretização de uma ideia sob a forma de imagem, objeto ou experiência estética. Estas fases incluem momentos de intuição, reflexão, pesquisa, avaliação, experimentação e tomada de decisão. Tal como refere Munari (1981), "*projetar é fácil quando se sabe o que fazer. Tudo se torna fácil quando se conhece o modo de proceder para alcançar a solução de algum problema*" (p. 12), sublinhando a importância de estruturar o processo com base na definição clara do desafio artístico (p. 39).

No contexto da criação artística que articula práticas tradicionais com tecnologias digitais, e tendo por base a metodologia projetual proposta por Munari (p. 65), foi possível desenvolver um *Modelo Pedagógico Participativo e Imersivo* (MPPI), composto por seis etapas principais. Estas etapas organizam um modelo flexível e adaptável, com aplicabilidade no ensino artístico, permitindo a integração da RA e da RV enquanto ferramentas tecnológicas que estimulam a criatividade, a experimentação e a comunicação visual dos estudantes.

1. Formulação do desafio artístico– identificação do conceito, tema ou problema a explorar;
2. Produção artística "tradicional" (materialidade)– criação de elementos físicos, manuais e sensoriais;
3. Mapeamento das possibilidades digitais (exploração tecnológica)- levantamento de recursos técnicos e plataformas digitais disponíveis;
4. Integração conceptual e criativa (ideação híbrida)- articulação entre os elementos materiais e digitais;
5. Experimentação técnica e estética– testes com dispositivos, linguagens e formatos de apresentação;
6. Ajustes da experiência híbrida – otimização da integração entre componentes físicos e digitais, com vista à melhoria da interação, da imersão e da qualidade sensorial e comunicacional da proposta.

Estas etapas aplicam-se tanto à criação com RA como com RV, embora cada tecnologia possua as suas próprias especificidades. Enquanto a RA é construída por sobreposição ao real, mantendo a presença física da obra e enriquecendo-a com elementos digitais (Aparício, 2020, pp. 5-6), a RV exige a criação de um novo espaço imersivo e tridimensional, desligado do ambiente físico (Aparício, 2020, pp. 99-100).

As tecnologias de RA e a RV melhoram significativamente a educação artística, fomentando a criatividade, o envolvimento e o pensamento crítico entre os estudantes (Asare et al., 2023, pp. 22-24). Estas tecnologias proporcionam experiências imersivas que permitem aos estudantes interagir com a arte de formas inovadoras, transformando os métodos educativos tradicionais em ambientes de aprendizagem dinâmicos e interativos (Amon, 2023, pp. 34-35).

As galerias virtuais oferecem amplos recursos visuais que aumentam o envolvimento e a criatividade dos estudantes, permitindo uma exploração mais interativa da arte (Li, 2024, p. 32). Diversos estudos indicam que as aplicações de RA contribuem para significativas melhorias no rendimento académico, na colaboração entre os estudantes, na motivação, interesse, procura de informação e no ambiente de aprendizagem (López et al., 2019, pp. 79-80). A RA facilita um ambiente de aprendizagem construtivista, incentivando a participação ativa, a exploração e a colaboração, elementos cruciais para a compreensão de conceitos complexos, incluindo os artísticos (Baharuddin et al., 2020, pp. 23-24).

5.2. Reflexão sobre a adaptação de práticas artísticas tradicionais ao ambiente digital

A integração da tecnologia digital na educação artística levanta questões complexas relacionadas com a adaptação das práticas artísticas tradicionais e a possível perda da experiência tátil e sensorial associada ao contacto direto com os materiais. Esta dimensão, ligada à ação manual, à perceção corporal e ao envolvimento sensível com a matéria, é essencial para o desenvolvimento de competências motoras e cognitivas que sustentam a prática artística.

Elliot Eisner (2004) argumenta:

As artes ensinam a pensar no quadro das limitações e das possibilidades de um dado material. Uma das condições que contribuem significativamente para o desenvolvimento da cognição é a tarefa a que se confronta todo artista: aprender a pensar dentro do quadro imposto por qualquer material ou processo. (p. 267)

Para o mesmo autor, esta aprendizagem começa ainda antes da linguagem, o "nosso sistema sensorial torna-se um meio pelo qual prosseguimos o nosso próprio desenvolvimento", e esse desenvolvimento ocorre com o apoio das diferentes ferramentas da cultura, entre elas, as artes (p. 11).

Maria Acaso (2009) critica a visão tradicional da educação artística, frequentemente reduzida a "manualidades", um conceito que, segundo a autora, não "contempla a produção artística como um processo intelectual" (Acaso, 2009, p. 91). Em contrapartida, Acaso (2009) defende que a educação artística deve ser entendida como uma área profundamente cognitiva, que exige a articulação entre a mente e o corpo, entre pensar e fazer, "com o intelecto, com os processos mentais e não só com as manualidades, com ensinar a ver e a fazer com a cabeça e com as mãos e não só a fazer com as mãos" (Acaso, 2009, pp. 17-18).

A sua perspectiva, realça a necessidade de que a ação manual na arte seja um ato profundamente intelectual e cognitivo, desafiando a noção de que as "manualidades" se limitam a processos não-intelectuais (Acaso, 2009, pp. 17-18).

A introdução de ecrãs, simulações e interfaces virtuais, embora possa ser enriquecedora, levanta preocupações sobre um eventual distanciamento da experiência corporal e sensória. Acaso (2009) critica o "hiperdesenvolvimento da linguagem visual" (p. 27) e a "espetacularização das mensagens visuais" (p. 31), que podem levar a uma "recepção passiva" e contribuir para um "analfabetismo visual" (p. 36), distanciando os estudantes da interação crítica e produtiva com os materiais e as ideias (pp. 32, 36).

Neste mesmo sentido, Mihaly Csikszentmihalyi (2021) argumenta que as atividades digitais são "primordialmente simbólicas na natureza" (p. 208) e que o entretenimento passivo, como observar em vez praticar, é um "substituto muito pálido para a atenção investida em desafios reais" (p. 283). O autor refere ainda que as

peças, quando veem televisão, relatam sentirem "níveis mais baixos de concentração, uso de competências, clareza de pensamento e sensação de vigor" (p. 59).

Diversos críticos argumentam que a dependência de ferramentas digitais pode impedir que os estudantes desenvolvam habilidades artísticas tradicionais e que percam experiências sensoriais e motoras fundamentais para o desenvolvimento artístico (Asare et al., 2023, p. 26). Como referem os mesmos autores:

as técnicas artísticas tradicionais continuam a possuir valor intrínseco, promovendo uma ligação mais profunda com o processo e com os materiais artísticos, incentivando a exploração tátil e desenvolvendo competências essenciais, como a coordenação mão-olho e uma compreensão aprofundada da composição e da teoria das cores. (Asare et al., 2023, p. 30)

No entanto, é importante reconhecer que a tecnologia também pode oferecer novas formas de expressão e experiência artística. Aparício (2020) defende a integração entre tecnologias digitais e práticas tradicionais, onde a RA e a RV funcionam como extensões do conteúdo e da expressividade da obra de arte (p. 6), ampliando a narrativa e aprofundando a relação entre a obra, o artista e o observador (pp. 82-85).

Também Eisner (2004) levanta a questão: "o que permite fazer um computador com as imagens que outras tecnologias não permitem fazer e o que poderia significar este recurso para o desenvolvimento das aptidões cognitivas dos alunos?", e sugere que a tecnologia informática "pode vir a ter uma importância sem igual no campo das artes" (p. 53), reconhecendo que o desafio pedagógico consiste em encontrar formas equilibradas de ensino que valorizem simultaneamente as competências manuais e digitais, promovendo experiências de aprendizagem que sejam completas, críticas e criativas (p. 49).

Eisner defende que os currículos devem ser desenhados para fomentar "formas educativas de experiência" e estimular "modos de cognição" específicos, reconhecendo que a escolha das "formas de representação" (que podem incluir tecnologias) determina quais os aspetos da cognição que serão estimulados e aperfeiçoados (p. 174).

Segundo Eisner,

O ensino da arte é algo mais do que revelar uma nova orientação à percepção do mundo visual, por mais importante que isso possa ser. Esse 'algo mais' de que falo refere-se ao desenvolvimento das formas de cognição que ativam possibilidades imaginativas e se concretizam no uso de habilidades técnicas para transformar o que a imaginação produziu dentro das possibilidades que oferece o material disponível.(p. 82)

Chmil, Sydorenko, Berehova, Mishchenko e Zhukova (2024, p.74) referem que as ferramentas digitais não substituem a criatividade humana, mas funcionam como extensões das capacidades expressivas do artista, dependendo sempre das suas escolhas, intenções e manipulações. É na interação entre esses elementos que se constrói uma prática artística verdadeiramente relevante para o século XXI.

5.3. Temas emergentes e lacunas na investigação com RA e RV na prática artística

Apesar da crescente adoção de tecnologias imersivas na educação e nas artes visuais, continuam a existir áreas de investigação subdesenvolvidas, o que sugere uma área ainda em construção, em especial quando nos afastamos das dimensões mais técnicas para abordar questões pedagógicas, éticas e artísticas mais complexas.

Esta lacuna já havia sido assinalada por Tlili et al. (2022), que ao realizarem uma análise bibliométrica sobre o uso do Metaverso em educação, constataram que apenas 11% dos estudos estavam relacionados com as artes e humanidades. A maioria dos estudos concentrou-se em áreas como engenharia, computação e ciências naturais (p. 13), o que reflete um desequilíbrio disciplinar que reduz a visibilidade e o desenvolvimento da investigação em práticas artísticas com RA e RV. Estes dados revelam a urgência de expandir a investigação na área das artes visuais, especialmente em contextos como a performance, a instalação e a arte digital interativa.

Entre as lacunas identificadas, Vieira e Medeiros (2023, p. 1264) destacam a questão da acessibilidade para pessoas com deficiência, salientando a necessidade de desenvolver ferramentas e interfaces inclusivas. Esta preocupação é igualmente

partilhada por Wang et al. (2024, p. 646) que abordam a relevância de tornar as experiências artísticas imersivas acessíveis a públicos com limitações motoras, visuais ou auditivas. Este é um desafio particularmente relevante quando pensamos em ambientes imersivos que apelam à interação física, gestual ou sensorial. É também uma área que exige um maior envolvimento de designers, artistas e educadores na criação de experiências adaptativas que não comprometam a expressividade artística.

Por sua vez, Aparício (2020, p. 6) salienta a urgência de estudar como é que a RA e a RV afetam os resultados da aprendizagem e compreensão dos conceitos por parte dos estudantes na educação artística, avaliando se de facto estas tecnologias promovem uma melhor compreensão dos conceitos artísticos, quando comparadas com métodos pedagógicos que não recorrem ao uso de tecnologias digitais. Vieira e Medeiros (2023) defendem a necessidade de investigar metodologias e ferramentas capazes de medir a eficácia da aprendizagem em ambientes imersivos, considerando que muitos estudos concentram-se apenas nos aspetos técnicos e exploratórios (p. 1265).

Para além das questões pedagógicas e de acessibilidade, é também essencial investigar o impacto da imersão na autoria e na subjetividade dos estudantes-artistas. A investigação sobre como os estudantes se posicionam enquanto criadores nestes contextos ainda é escassa. Falta compreender melhor os efeitos das tecnologias imersivas no desenvolvimento da expressividade, da identidade e da intencionalidade artística.

Alguns autores referem existir a necessidade de explorar as implicações éticas destas tecnologias ao nível da arte. Questões relacionadas com a autenticidade da obra, reprodução e circulação de conteúdos digitais, bem como o potencial uso indevido de dados sensíveis, continuam a ser pouco debatidas no contexto educativo (Asare et al., 2023, p. 25; Marques, 2022, p. 40; Wang et al., 2024, p. 648).

Ao nível da formação, Vieira e Medeiros (2023) referem ser importante desenvolver estratégias pedagógicas e metodologias formativas para habilitar os professores a integrarem, com competência, estas tecnologias nas suas práticas letivas. Além disso, os mesmos autores assinalam a ausência de investigações centradas em disciplinas artísticas, já que a maioria dos estudos analisados incide sobre áreas como a Engenharia e a Computação, revelando uma oportunidade para expandir o uso da RA e da RV no ensino artístico (p. 1265).

Por fim, Vieira e Medeiros (2023, p. 1248) mencionam o desenvolvimento de soft skills como uma área ainda pouco explorada, referindo que “os ambientes

imersivos favorecem a interação e colaboração entre pessoas de diferentes culturas e a possibilidade de resolução de tarefas complexas e criativas”, competências muito valorizadas em contextos artísticos. De forma convergente, Wang et al. (2024, p. 646) salientam o impacto destas experiências imersivas no fortalecimento das competências interpessoais e colaborativas em contextos artísticos.

5.4. Desafios tecnológicos, éticos e económicos no desenvolvimento de aplicações de RA e RV

A integração da RA e da RV na prática artística e no ensino não depende apenas do potencial criativo destas tecnologias. O seu desenvolvimento e adoção enfrentam obstáculos técnicos, éticos e económicos que condicionam a sua implementação em contextos educativos e culturais.

Do ponto de vista tecnológico, uma das principais barreiras prende-se com o custo dos equipamentos e a exigência de competências técnicas especializadas. Wang et al. (2024, p. 643) também sublinham que o acesso a tecnologias como headsets, sensores e computadores com elevada capacidade gráfica continua a ser um obstáculo relevante, especialmente em contextos educativos ou culturais com orçamentos limitados. A criação de experiências imersivas implica aceder a dispositivos, o que limita o acesso em contextos educativos com baixos orçamentos ou em projetos artísticos independentes.

Mao e Ling (2025) destacam precisamente a limitação orçamental como um dos principais bloqueios à disseminação da RV no contexto educativo, sobretudo no setor público. Como solução, os autores sugerem a utilização de alternativas acessíveis como o *Google Cardboard* (Fig.6), e o recurso a *softwares* gratuitos que, mesmo com menos funcionalidades, permitem a realização de experiências inclusivas e significativas. Além disso, sublinham a importância da formação contínua dos professores, tanto a nível técnico como nas metodologias criativas, para garantir uma integração pedagógica eficaz. (Mao & Ling, 2025, p. 4).

Figura 6. *Google Cardboard*



Fonte. Disponível no site: <https://arvr.google.com/cardboard/>

A sustentabilidade e a ética surgem também como importantes desafios. No plano ético e ambiental, estas tecnologias ao serem utilizadas em atividades artísticas que promovem a consciência ecológica, podem contribuir para apoiar práticas mais sustentáveis, como a redução de resíduos, o consumo responsável de energia e a preservação do património cultural através de representações digitais. Paralelamente, há a necessidade de garantir que estas tecnologias sejam utilizadas de forma ética e responsável. Wang et al. (2024, p. 648) sublinham a importância de abordar estas questões éticas de forma consciente, alertando para o uso indevido de dados, a proteção da privacidade e a necessidade de estabelecer princípios claros para a criação e circulação de conteúdos digitais em ambientes artísticos.

Do ponto de vista económico, os desafios continuam. Como observado por Wooldridge e Schneider (2011, p. 8) o sucesso de uma aplicação móvel depende da estratégia de monetização escolhida. Modelos como o *freemium* (p. 207), que oferecem o acesso gratuito a funcionalidades básicas, mas reservam funções avançadas para quem paga, ou ainda as subscrições e pagamentos únicos (pp. 213-215), são soluções alternativas, frequentemente adotadas, mas podem dificultar a acessibilidade em contextos educativos ou artísticos, onde o custo continua a ser uma barreira.

A introdução de publicidade nas aplicações, embora possa viabilizar financeiramente os projetos, especialmente em contexto artístico, levanta

preocupações relacionadas com a intrusividade e a autenticidade da experiência artística.

Por fim, a experiência do utilizador (UX) é outro fator crítico. A evolução de tecnologias como os dispositivos hápticos, que simulam o toque, bem como a integração da Inteligência Artificial (IA) e da Realidade Mista (RM), têm permitido criar experiências mais ricas, interativas e colaborativas (Wang et al., 2024, p. 648). Os autores destacam ainda a importância da personalização e da imersão sensorial como centrais na criação de ambientes artísticos mais envolventes e marcantes. No entanto, essas inovações exigem também maior capacidade técnica, mais investimento e, acima de tudo, um olhar crítico acerca de como a tecnologia contribui, ou não, para alcançar os objetivos pedagógicos e artísticos essenciais.

Wang et al (2024) identificam a acessibilidade e a inclusividade como dois dos principais desafios no desenvolvimento de tecnologias imersivas, sublinhando a necessidade de criar ferramentas e interfaces adaptadas a utilizadores com diferentes capacidades, nomeadamente ao nível de pessoas com deficiências visuais, auditivas ou motoras. Exemplos disso podem incluir descrições em áudio para pessoas com limitações visuais ou feedback tátil que possibilite uma navegação mais intuitiva em espaços virtuais e instalações aumentadas (p. 647). Adicionalmente, estas tecnologias podem superar barreiras físicas e geográficas, permitindo o acesso remoto a galerias virtuais ou exposições aumentadas, especialmente por parte de utilizadores com mobilidade reduzida ou residentes em zonas isoladas (Wang et al., 2024, p. 647).

Tal como anteciparam, em 1991, os artistas Fleischmann e Strauss, o corpo não é um obstáculo à tecnologia, mas sim um dos seus pontos de partida mais expressivos.

Estamos a virar do avesso a teoria que diz que o homem está a perder o seu corpo para a tecnologia. Na nossa opinião, os media interativos estão a apoiar os mecanismos multissensoriais do corpo e, assim, a ampliar o espaço do homem para o jogo e a ação. (Grau, 2003, p. 219)

Este conceito surgiu como resultado da interpretação dos artistas acerca da sua instalação virtual *The Home of the Brain* (1991), que procurou criar um espaço público novo, interativo e sensorial, explorando as implicações éticas e sociais das novas tecnologias mediáticas (Grau, 2003, pp. 219-220). Esta perspetiva reforça a

necessidade de projetar experiências que valorizem a dimensão sensorial, participativa e incorporada da interação.

Capítulo 6 - Estudos de Caso em Criação Artística com RA e RV

Apesar do crescente interesse pela utilização de tecnologias imersivas na educação, os estudos sobre a criação artística com RA e RV continuam a ser limitados. A maioria das investigações encontradas na literatura concentra-se sobretudo em áreas como engenharia, medicina e computação.

Na revisão sistemática de Vieira e Medeiros (2023), que analisou 32 estudos sobre a aplicação do Metaverso em contextos educativos, apenas 3,1% referiram-se ao ensino de design e arquitetura, e nenhum estudo se centrou diretamente nas artes visuais ou plásticas (p. 1254). Esta lacuna é também sublinhada por Mao e Ling (2025), que referem que “embora as tecnologias imersivas tenham sido amplamente adotadas em disciplinas técnicas, a sua aplicação nas artes e humanidades continua pouco desenvolvida” (p. 3). Neste sentido, a presença das artes nestes contextos revela-se como um campo ainda emergente, onde se justifica um esforço sistemático para a investigação e para a formação específica dos professores. Como referem Mao e Ling (2025), a ausência de práticas artísticas imersivas está frequentemente relacionada com a falta de preparação pedagógica e técnica dos docentes (p. 4), pelo que é essencial o desenvolvimento de competências digitais e criativas no corpo docente artístico.

Ainda assim, é possível identificar projetos com potencial artístico, tanto pela natureza estética e sensorial das plataformas utilizadas, como pelos processos criativos e visuais que promovem. Neste capítulo, serão analisados projetos oriundos de diferentes contextos disciplinares, mas com interseções relevantes com as artes visuais e digitais, proporcionando um panorama mais amplo das possibilidades criativas oferecidas pela RA e pela RV.

6.1. Descrição de Projetos que integraram RA e RV em artes visuais e multimídia

Entre os casos analisados, destaca-se a experiência conduzida por Kyungeun Lim (2022), no outono de 2021, nos Estados Unidos, no âmbito da unidade curricular *Art Education Methods and Strategies for the Elementary Classroom*, lecionada a estudantes de educação artística. O projeto desenvolveu-se com a participação de 17 estudantes e explorou a criação de obras híbridas em RA, combinando elementos visuais em 2D e 3D com recurso às plataformas *Adobe Aero* e *Merge Cube*. A atividade possibilitou a integração de objetos digitais no espaço físico, promovendo práticas criativas interativas e sensoriais (Lim, 2022, p. 566). Como refere a autora, os estudantes foram “incentivados a criar objetos artísticos em realidade aumentada, combinando elementos 2D e 3D e explorando a sua colocação no espaço físico e virtual” (Lim, 2022, p. 566).

Outro exemplo inovador é o *Dreamscape Bricks VR*, desenvolvido por Doma e Şener (2022), que propôs um ambiente virtual criado com *Unreal Engine 4*, onde estudantes de arquitetura manipularam peças *LEGO* à escala humana para construir estruturas tridimensionais em RV. A proposta valorizou a criação corporal e espontânea em RV, promovendo experiências sensoriais através de feedback visual, sonoro e táctil (pp. 244–245). A possibilidade de alteração de escala, como “encolher-se” para ver os espaços como uma minifigura *LEGO*, representou uma inovação marcante (pp. 239).

De forma semelhante, Guerra-Tamez (2023) conduziu um estudo com duzentos estudantes de arte e design que utilizaram *Oculus Quest 2* em sessões imersivas em RV. A investigação demonstrou que a tecnologia contribuiu para a expressão estética e reflexão artística dos estudantes, ampliando o envolvimento com o processo criativo (pp. 6-7). O autor também destaca o papel transformador da RV como ferramenta para repensar o espaço expositivo e o ato de criação como experiência sensorial imersiva (p. 5).

Já em 2022, Deveaux e Bailenson realizaram um estudo com 263 estudantes da Universidade de Stanford, no curso interdisciplinar *Virtual People*. Para esse efeito utilizaram as plataformas *AltSpaceVR* e *ENGAGE*, com *Oculus Quest 2*, desenvolvendo experiências performativas e visuais em ambientes tridimensionais. Embora o curso não fosse exclusivamente artístico, as experiências incluíram práticas próximas da

performance digital e da instalação artística, refletindo a versatilidade das plataformas de RV na construção de ambientes imersivos com forte carga expressiva (DeVeaux & Bailenson, 2022, pp. 14-16). Os autores referem que as práticas em ambientes virtuais contribuem para a formação de competências comunicacionais e criativas relevantes para diversos contextos profissionais e artísticos (p. 16).

6.2. Impactos observados no processo criativo

A introdução das tecnologias imersivas em contextos educacionais artísticos tem gerado impactos consideráveis nos processos criativos dos estudantes. Como sublinham Mao e Ling (2025), “a RV e a RA abrem novas dimensões para a exploração estética, a narrativa multimodal e as práticas criativas corporificadas” (p. 4), permitindo que os estudantes se tornem cocriadores do conhecimento. Esse processo de cocriação está diretamente ligado ao aumento da motivação e da liberdade de experimentação, como mostra a experiência conduzida por Lim (2022), na qual os estudantes relataram um maior envolvimento, curiosidade e liberdade de experimentação artística. A autora destaca que “a maior vantagem dos instrumentos de RA nas aulas foi permitir aos estudantes transitar entre os mundos real e aumentado sem constrangimentos técnicos ou financeiros” (Lim, 2022, p. 569).

O uso de RA e RV reforçou ainda a narrativa visual e de expressão pessoal. No projeto de Lim (2022, p. 571), os estudantes criaram obras digitais que articulavam narrativas pessoais com objetos em 2D e 3D, explorando novas camadas de significado em realidade aumentada. Este modo de exploração aproxima-se da perspectiva de Mao e Ling (2025), para quem as “ferramentas de *storytelling* imersivo capacitam os estudantes a fundir narrativas pessoais com *media* espaciais interativos, promovendo autoria e ressonância emocional” (p. 10).

As experiências também favoreceram novas formas de pensar e trabalhar a imagem, o espaço e a narrativa, aumentando o envolvimento, a motivação e a liberdade de experimentação. Mao e Ling (2025) identificaram um aumento médio de 19,7% na originalidade das ideias entre estudantes expostos a ambientes imersivos, afirmando que estes “demonstraram níveis significativamente mais elevados de inovação e liberdade criativa nas suas produções” (p. 12). A RV ainda contribuiu para ampliar a percepção espacial, melhorar os resultados acadêmicos e elevar a motivação em tarefas práticas e teóricas (pp. 11-12).

No *Dreamscape Bricks VR*, os estudantes relataram conforto, fluidez, entusiasmo e espontaneidade no processo criativo, resultado da manipulação direta em RV (Doma & Şener, 2022, pp. 253-254).

Os ambientes imersivos promoveram também estados de *flow*, nos quais os estudantes relataram maior foco, prazer e envolvimento com os conteúdos artísticos. Guerra-Tamez (2023) observou que “os ambientes de realidade virtual promoveram o diálogo entre pares, o pensamento reflexivo e uma maior valorização do envolvimento artístico” (p. 12), reforçando a ideia de que estas tecnologias ampliam as possibilidades expressivas e fortalecem a dimensão colaborativa e integrada da aprendizagem (pp. 14-15).

No projeto *Virtual People* (DeVeaux & Bailenson, 2022), embora não fosse um curso artístico, os estudantes valorizaram a dimensão estética e criativa das experiências em RV, aproximando-as de práticas de arte digital e performance (pp. 14-16).

6.3. Inspirações e desafios na concepção de Projetos interativos e digitais

A criação de projetos artísticos com RA e RV é impulsionada por várias “inspirações” pedagógicas e criativas, refletindo o crescente reconhecimento do valor destas tecnologias como meios artísticos e não apenas como ferramentas auxiliares. Como refere Lim (2022), os estudantes descobriram na RA um novo meio de criação, capaz de “criar mundos visuais que dialogam com o espaço físico, rompendo a fronteira entre o real e o virtual” (p. 570). As experiências descritas pela autora demonstram como a integração da RA em projetos educativos promoveu experiências híbridas, combinando elementos reais e digitais, e incentivou práticas artísticas interativas e multimodais (Lim, 2022, pp. 570-572).

Para Mao e Ling (2025), as disciplinas de design e arquitetura atuam como espaços férteis para a experimentação artística com tecnologias imersivas, funcionando como “espaços de experimentação artística em ambientes imersivos” (p. 5). Um dos elementos centrais destes projetos é o storytelling digital, que permite fundir as experiências pessoais com os ambientes interativos, promovendo a autoria, a expressividade e o envolvimento emocional (Mao & Ling, 2025, p. 10).

No entanto, a implementação desses projetos enfrenta importantes desafios. Entre os principais entraves estão as limitações de hardware, como a latência, a fadiga visual e os custos elevados de hardware (2025, p. 6). No projeto de Lim, por exemplo, “a impossibilidade de criar novos objetos 3D com o Merge Cube foi percebida como uma limitação por alguns estudantes” (Lim, 2022, p. 573). Doma e Şener (2022) acrescentam que a introdução da RV exige familiarização e adaptação progressiva dos estudantes a novas formas de interação espacial (Doma & Şener, 2022, pp. 234, 237–239).

A superação dessas barreiras técnicas e criativas depende de uma mediação pedagógica eficaz. Mao e Ling (2025) destacam o valor de ferramentas intuitivas como *Tilt Brush* e *MayaVR*, que “facilitam a adoção de tecnologias imersivas mesmo em contextos com poucos recursos técnicos” (p. 6). A formação dos professores e a integração curricular bem estruturada são identificadas como fatores determinantes para o sucesso dos projetos (Mao & Ling, 2025, pp. 4, 6). Guerra-Tamez (2023) reforça esta ideia ao afirmar que, para além da tecnologia, é essencial haver “uma planificação clara, apoio aos estudantes e coerência entre o uso das ferramentas e os objetivos artísticos” (p. 6).

Apesar das limitações, os ambientes imersivos têm demonstrado grande potencial para fomentar a participação ativa, a autoria e a expressão pessoal. No curso Virtual People, por exemplo, Deveaux e Bailenson (2022) identificaram como principal desafio a adaptação dos estudantes aos ambientes imersivos e a limitação das interações entre avatares. Ainda assim, os autores observaram que os estudantes “trouxeram os seus próprios interesses, conhecimentos prévios e experiências pessoais para a criação de exercícios de ideação” (p. 16), o que comprova o potencial criativo e expressivo dos ambientes virtuais quando há espaço para exploração livre.

PARTE III - PROJETO PRÁTICO: DESENVOLVIMENTO E EXPLORAÇÃO DE RA E RV

Capítulo 7 - Conceção de Projetos Artísticos com RA e RV : Uma Perspetiva Aberta

7.1. Planeamento do Projeto prático com foco na integração das tecnologias

Este Projeto foi desenvolvido no âmbito da disciplina de Projetos e Tecnologias, lecionada, na Escola Secundária de Carcavelos, com uma turma de 28 estudantes do 11º ano do Curso Artístico Especializado de Produção Artística.

Para garantir o cumprimento das normas éticas e legais, foram solicitadas autorizações formais à Direção do Agrupamento de Escolas de Carcavelos e aos encarregados de educação dos alunos participantes, permitindo a realização das atividades previstas e a recolha de registos fotográficos e audiovisuais no decurso do projeto (ver Anexo C.1 e Anexo C.2).

A proposta consistiu na criação de uma instalação artística têxtil tridimensional de grande escala, construída com estruturas leves em ramos de arbustos e arame envolvidas em trapilho branco, e posteriormente tecidas com tecidos e fios diversos.

Para além das técnicas manuais, os estudantes foram desafiados a explorar o uso da Realidade Aumentada (RA) e Realidade Virtual (RV) nas suas criações, com o objetivo de desenvolver experiências imersivas e interativas ligadas às suas estruturas físicas. Procurou-se estabelecer um diálogo criativo entre técnicas têxteis consolidadas e tecnologias digitais emergentes, valorizando tanto o conhecimento artístico tradicional como as possibilidades expressivas oferecidas pelas novas ferramentas.

A planificação do projeto incluiu:

- Definição das etapas de trabalho (investigação, experimentação, integração e apresentação final);
- Identificação dos recursos disponíveis (materiais físicos e digitais);
- Seleção de aplicações e plataformas gratuitas e *freemium*, compatíveis com *telemóveis*, de fácil utilização e que permitissem o trabalho autónomo dos estudantes;
- Estratégias para integrar os conteúdos digitais (modelos 3D, imagens, vídeos, ambientes virtuais) com as peças têxteis.

A escolha do *telemóvel* como plataforma principal baseou-se na sua acessibilidade, na familiaridade dos estudantes com este dispositivo e no seu potencial como ferramenta de criação e fruição artística. Numa fase inicial, foi realizada uma pesquisa exploratória, com apoio docente, para analisar diferentes aplicações de RA e RV com potencial educativo e criativo. Foram selecionadas as aplicações que melhor se adequavam aos objetivos definidos, equilibrando usabilidade, impacto estético e viabilidade técnica.

Esta planificação foi concebida para que os estudantes assumissem um papel ativo como criadores, explorando a integração de RA e RV nas suas produções multimédia e desenvolvendo competências técnicas, expressivas e criativas, articulando práticas têxteis tradicionais com tecnologias digitais emergentes.

7.2. O potencial dos conhecimentos adquiridos para projetos futuros

O projeto foi concebido como um ponto de partida para a integração consciente de tecnologias digitais no processo de criação artística. A introdução das ferramentas de RA e de RV nos processos de conceção artística poderá contribuir para ampliar as competências técnicas e criativas dos estudantes, bem como desenvolver a capacidade de resolução de problemas, o trabalho colaborativo e a reflexão crítica sobre os meios e suportes utilizados. Estas novas aprendizagens permitem-lhes desenvolver formas de pensar, conceber e experienciar os seus projetos artísticos, com a possibilidade de os partilhar.

Estas competências poderão ser aplicadas em novos projetos dentro ou fora do contexto escolar, abrindo a possibilidade de explorarem caminhos ligados ao design, comunicação visual, multimédia ou outras áreas criativas. Além disso, o projeto poderá servir como testemunho para outros docentes e contextos educativos, funcionando como exemplo de que é possível integrar tecnologias emergentes no ensino artístico, mesmo em contextos com recursos limitados.

7.3. Estratégias para a criação de uma experiência imersiva e interativa nas obras

Desde a fase de planificação, foram delineadas estratégias para que os estudantes pudessem vivenciar, no ato de criação, uma experiência artística mais completa, integrando elementos físicos e digitais. A intenção foi proporcionar-lhes a oportunidade de explorar, como criadores, o potencial das tecnologias de RA e RV, articulando diretamente a materialidade das peças têxteis com as camadas digitais.

Entre as estratégias definidas, incluem-se:

- Utilização de óculos de RV para potenciar a sensação de presença nos ambientes virtuais criados, com dispositivos simples como *Google Cardboard* ou *VR Box 2*;
- Adoção de marcadores visuais para ativar conteúdos digitais, como imagens, vídeos ou modelos tridimensionais concebidos pelos próprios estudantes;
- Exploração de ambientes híbridos, nos quais os estudantes alternassem entre a criação física das obras e a interação com as dimensões digitais.

Estas estratégias foram concebidas para que o processo criativo fosse também um processo de fruição ativa das tecnologias, permitindo aos estudantes experimentar, refletir e aprender sobre a integração da RA e RV no seu percurso artístico.

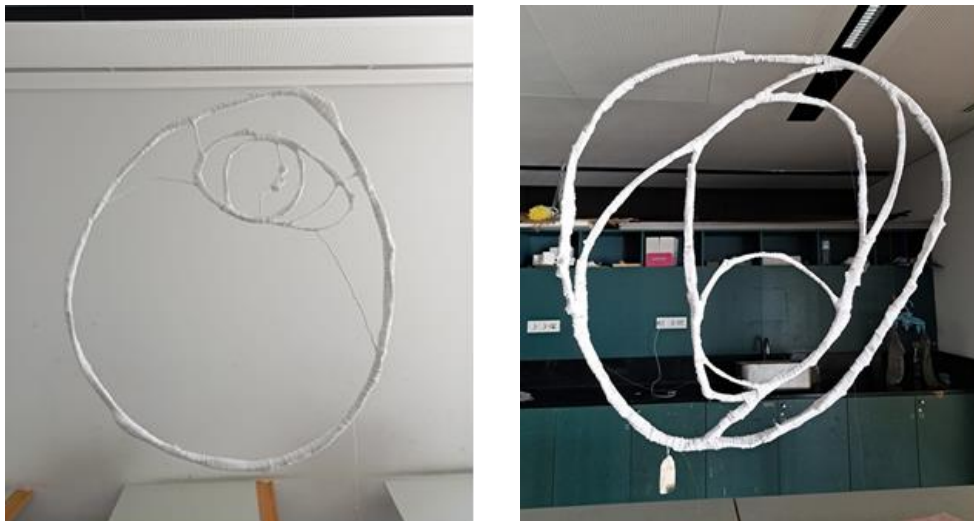
A sua aplicação prática é detalhada no Capítulo 8, onde se descreve a execução e experimentação realizadas com as tecnologias selecionadas.

Capítulo 8 - Execução e Experimentação Artística com RA e RV

8.1. Preparação de materiais, escolha de tecnologias e metodologia de execução

O processo de criação iniciou-se com a construção de esculturas lineares, utilizando ramos de árvores, arame, fita adesiva e trapilho branco para revestir as estruturas formais (ver Anexo G.1.). Os estudantes trabalharam em pares, criando esculturas de grandes dimensões, com formas elípticas irregulares interligadas (Fig. 7 e 8), com uma área de aproximadamente um metro quadrado e cinco centímetros de profundidade.

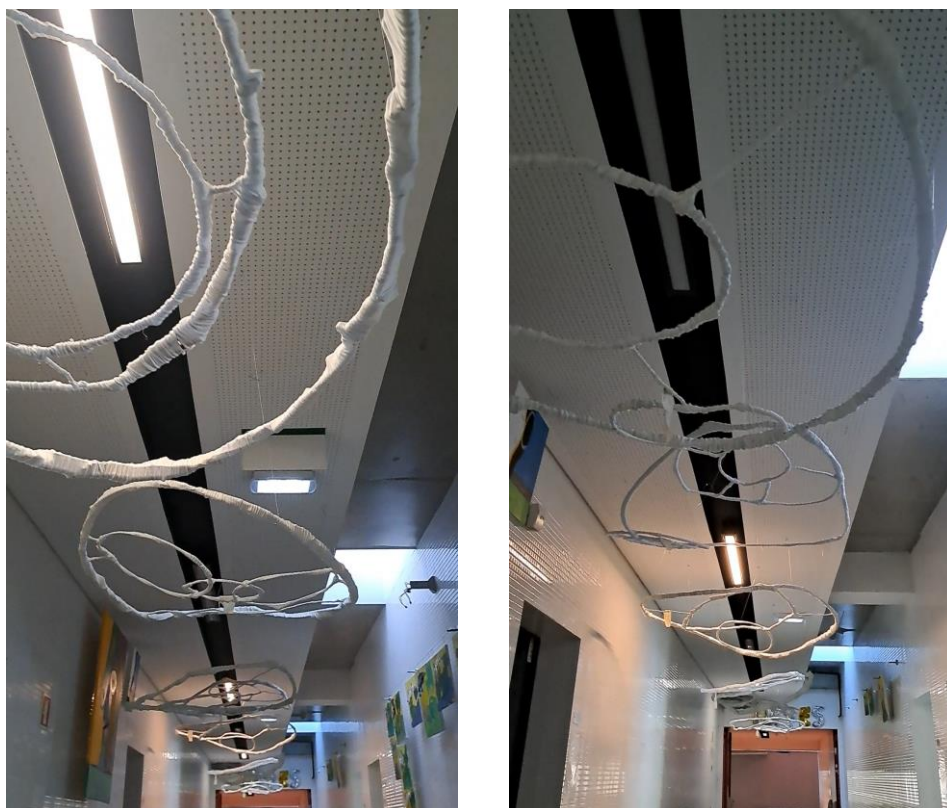
Figura 7. Esculturas lineares suspensas.



Nota. Registo fotográfico das esculturas lineares suspensas.

Fonte. Fotografias tiradas pela autora dos trabalhos desenvolvidos pelos Grupos 7 e 11 (2025).

Figura 8. Corredor da escola com várias esculturas lineares suspensas.



Nota. Registo fotográfico do espaço expositivo.

Fonte. Fotografias tiradas pela autora dos trabalhos desenvolvidos pelos alunos (2025).

Esta fase centrou-se na exploração das potencialidades dos materiais, incentivando os estudantes a experimentar e a desenvolver uma linguagem escultórica própria, respeitando as propriedades físicas e plásticas dos materiais.

As peças resultantes apresentavam leveza visual, devido à estrutura aberta, ao uso de materiais flexíveis e à predominância de linhas curvas e assimétricas. A transparência das formas, associada à ausência de massas compactas, estabeleceu uma relação direta com o espaço envolvente, tirando partido do vazio como elemento escultórico (Fig. 9). A composição orgânica das hastes gerou uma sensação de movimento e continuidade, reforçando o diálogo entre o interior e o exterior.

Figura 9. *Perspetiva oblíqua das esculturas lineares suspensas, evidenciando transparência, movimento, sombras e efeito tridimensional.*



Nota. Fotografia em detalhe, das esculturas lineares suspensas.

Fonte. Fotografias tiradas pela autora dos trabalhos desenvolvidos pelos alunos (2025).

A gestualidade das linhas, a sobreposição de planos e a irregularidade das elipses contribuíram para um vocabulário escultórico onde o ritmo, o equilíbrio instável e a tensão visual se destacavam. Cada peça funcionava como um corpo leve,

suspensão e permeável, estabelecendo uma relação integrada com o espaço envolvente e convidando à observação a partir de múltiplas perspectivas.

Concluída esta fase, iniciou-se a integração digital. A seleção das ferramentas tecnológicas decorreu de um trabalho de pesquisa exploratória colaborativa (descrita no Capítulo 4), inicialmente em pares e posteriormente estendido ao grupo-turma. Os alunos analisaram, caracterizaram e compararam diversas aplicações e plataformas de RA e RV.

Deste processo, foram selecionadas três ferramentas principais: *CoSpaces Edu*, *Polycam* e *Artivive*. A escolha baseou-se em critérios como a acessibilidade técnica, o potencial criativo, a compatibilidade com dispositivos pessoais (telemóveis), a gratuitidade e a adequação à integração entre práticas manuais e digitais no contexto do ensino artístico.

O *CoSpaces Edu* foi escolhido pela sua interface intuitiva e pela capacidade de criar ambientes virtuais narrativos e interativos, promovendo a imersão digital sem exigir conhecimentos avançados de programação. Em comparação com plataformas como *Unity*, *Unreal Engine* ou *A-Frame*, apresenta uma curva de aprendizagem mais acessível, sendo ideal para explorar conceitos espaciais, narrativas visuais e interatividade em contexto educativo.

O *Polycam* destacou-se pela eficácia na digitalização tridimensional por fotogrametria, utilizando exclusivamente o telemóvel. Essa funcionalidade permitiu converter as esculturas físicas em modelos digitais, articulando o trabalho manual com a exploração tecnológica. Entre alternativas como *Qlone* ou *Kiri Engine*, o *Polycam* revelou melhor qualidade de captura, interface mais intuitiva e maior compatibilidade com os dispositivos disponíveis na escola.

O *Artivive* foi selecionado pela sua vocação para o universo artístico, permitindo sobrepor conteúdos digitais (imagens, vídeos ou som) a obras físicas. Em comparação com outras aplicações de RA, como *Blippar*, *Zappar* ou *ARloopa*, revelou-se mais direcionado às artes visuais, com uma curva de aprendizagem rápida e barreiras técnicas reduzidas.

As três ferramentas complementaram-se, permitindo aos estudantes explorar diferentes dimensões da criação artística digital:

- Criação de espaços virtuais imersivos (*CoSpaces Edu*);
- Digitalização tridimensional de esculturas (*Polycam*);
- Integração de camadas digitais sobre suportes físicos (*Artivive*).

A seleção resultou de um processo participativo, conduzido em pares e com a colaboração de toda a turma, com o apoio da docente.

O trabalho de pesquisa, a pares, originou uma tabela colaborativa no Google Sheets, sistematizando as aplicações analisadas e acrescentando outras propostas de aplicações. Esta tabela evoluiu para um levantamento de cerca de 42 aplicações (ver Tabela A.1, Anexo A) avaliadas segundo um conjunto de critérios organizados da seguinte forma: tipo de tecnologia (RA/RV), modelo de acesso (gratuito/pago), subscrição gratuita para escolas ou estudantes, valor da subscrição, facilidade de uso, link ou referência oficial, disponibilidade para computador e/ou telemóvel, compatibilidade com sistemas operativos (iOS/Android), finalidade, adequação aos objetivos artísticos do projeto e existência de recursos explicativos acessíveis (tutoriais ou vídeos).

O resultado foi uma escolha estratégica e coerente, alinhada com o perfil da turma e com as metas pedagógicas do Projeto, garantindo a viabilidade técnica e o potencial criativo das soluções adotadas.

8.2. Descrição das atividades práticas para experimentar as capacidades das tecnologias

Primeira fase do Projeto – Introdução das estruturas digitalizadas em RV (CoSpaces Edu)

Após concluírem as esculturas lineares, os estudantes iniciaram a fase de experimentação com as tecnologias RA e RV. O primeiro passo consistiu na digitalização das esculturas físicas utilizando a aplicação *Polycam*, instalada nos telemóveis dos próprios estudantes.

Optou-se pela versão *freemium* da aplicação e pela técnica de registo fotográfico em torno de cada escultura, que se revelou mais eficaz do que a captura por vídeo. Em alguns casos, o processo teve de ser repetido, várias vezes, devido a desafios técnicos, nomeadamente:

- Formas irregulares e espessuras mais finas;
- Iluminação das salas de aula;
- Interferências visuais do teto e paredes;
- Proximidade dos alunos às esculturas durante a captura;
- Número reduzido de fotografias no plano *freemium*.

Para otimizar o processo, os estudantes trabalharam em pares, distribuídos por duas salas, o que agilizou a recolha de imagens e garantiu espaço para se deslocarem em redor das peças. Estas foram suspensas no teto com fios de nylon, criando distância em relação ao chão e ao teto, evitando que o suporte fosse visível na renderização (Fig. 10).

Figura 10. Estudante a digitalizar uma escultura com o telemóvel.

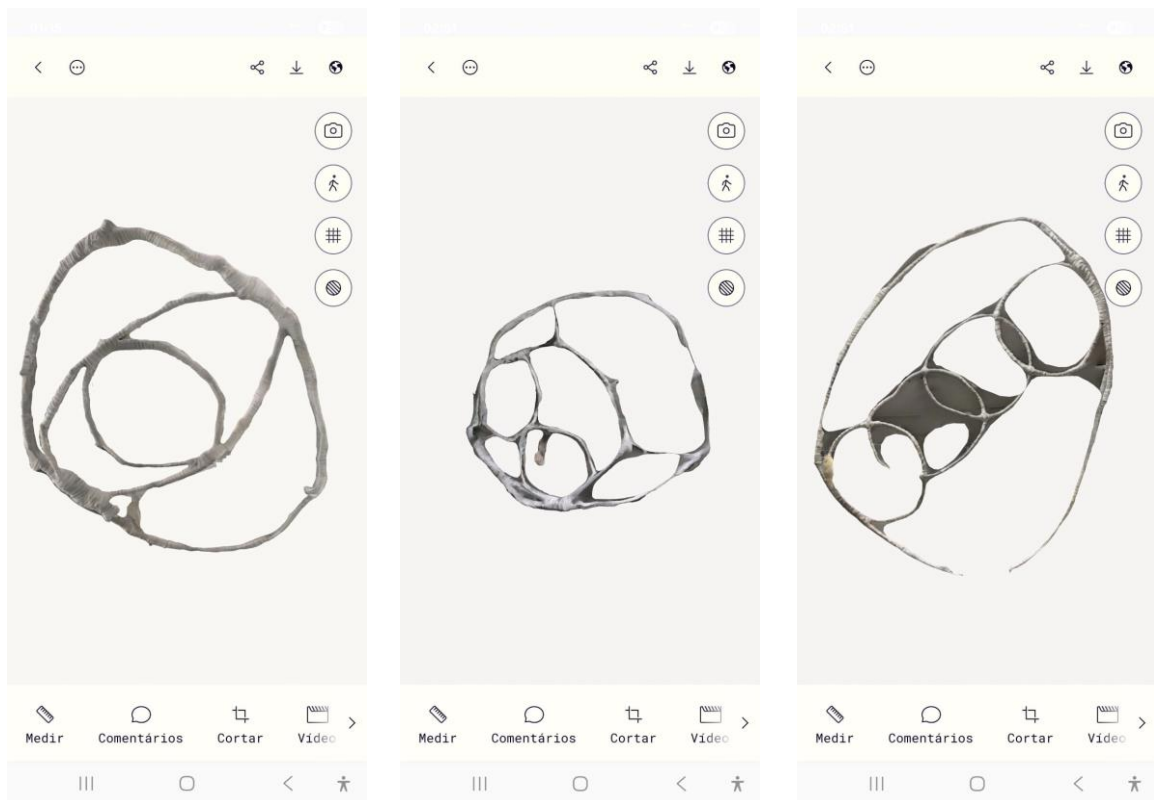


Nota. Fotografia em ação.

Fonte. Elaborado pela autora (2025).

Após a renderização, no *Polycam*, observou-se que as peças apresentavam imperfeições visuais (“rebarbas”), elementos adicionais, como planos e fragmentos flutuantes, que não pertenciam às peças originais (Fig. 11).

Figura 11. Exemplos da digitalização 3D de esculturas com imperfeições, usando o *Polycam*.



Nota. Captura de ecrã da aplicação.

Fonte. Elaborado pela autora a partir dos projetos dos Grupos 7 e 10 (2025).

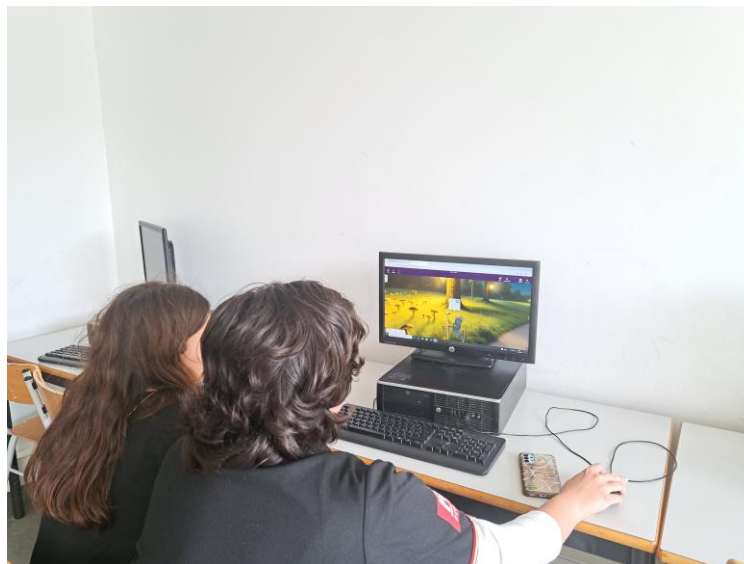
Algumas dessas irregularidades foram removidas com as ferramentas da própria aplicação; contudo, elementos internos só poderiam ser corrigidos com software pago ou programas gratuitos de maior complexidade, como o *Blender*, cuja utilização exigiria mais tempo de aprendizagem e prática. Curiosamente, determinadas imperfeições acrescentaram expressividade plástica às esculturas digitais, enriquecendo a sua complexidade formal.

A exportação *freemium* do *Polycam* apenas disponibiliza o formato *.gltf*, incompatível com a edição de texturas no *CoSpaces Edu* ou *.mp4* (ver Anexo H,

subdiretório 1_Renderizações_3D_Polycam). Para contornar essa limitação, os estudantes converteram os ficheiros para *.obj* através de ferramentas online, o que permitiu aplicar cores e realizar alterações nos modelos 3D no ambiente virtual.

No desenvolvimento dos ambientes imersivos em *CoSpaces Edu* (Fig. 12), testaram-se inicialmente imagens a 360° geradas por inteligência artificial (IA), através do *Leonardo AI* e o *Midjourney* (versões freemium). Contudo, estas apresentaram limitações, como descontinuidades visuais, ausência de cobertura integral e sensação de clausura no espaço virtual. Em alternativa, recorreram ao *Skybox AI*, que produz ambientes a 360° a partir de *prompts*. Apesar das marcas de água inseridas na versão gratuita, um estudante descobriu um método para removê-las, exportando as imagens via *Paint* para formato *.jpg*, mais leve e compatível com o *CoSpaces Edu*.

Figura 12. Interface do *CoSpaces Edu* com o ambiente virtual em desenvolvimento pelos estudantes.



Fonte. Elaborado pela autora (2025).

Através da verificação das dimensões das imagens no *Paint*, os estudantes também experimentaram criar os seus próprios fundos, recorrendo a desenhos, montagens, colagens manuais e fotografias panorâmicas captadas com os *telemóveis*.

Após a importação dos modelos 3D e dos fundos 360º para o *CoSpaces Edu*, iniciou-se a personalização dos ambientes virtuais (Fig. 13 e 14): multiplicaram-se estruturas, ajustaram-se dimensões e cores, introduziram-se novos elementos e aplicou-se movimento às peças (ver Anexo G.1). Finalmente, incorporaram-se elementos sonoros em formato *.mp3*, ampliando a dimensão imersiva da experiência (ver Anexo H, subdiretório 2_RV_Projetos_CoSpaces).

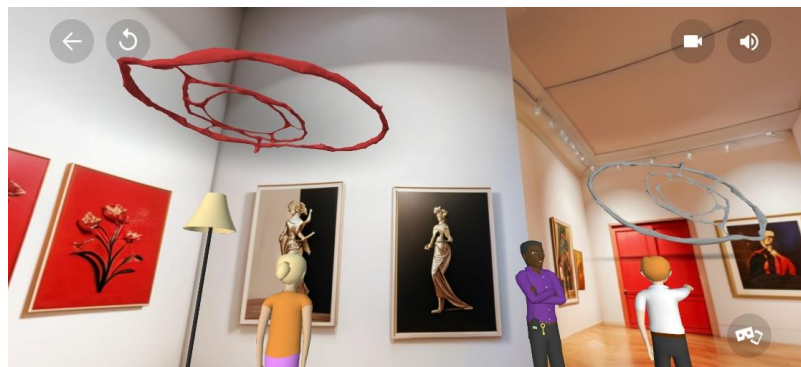
Figura 13. Exemplo de ambiente virtual criado no *CoSpaces Edu* pelo Grupo 10.



Nota. Captura de ecrã da aplicação.

Fonte. Elaborado pela autora a partir dos projetos RV dos alunos (2025).

Figura 14. Exemplo de ambiente virtual criado no *CoSpaces Edu* pelo Grupo 14.



Nota. Captura de ecrã da aplicação.

Fonte. Elaborado pela autora a partir dos projetos RV dos alunos (2025).

Durante o desenvolvimento do projeto, surgiram momentos de reflexão conjunta em torno do processo criativo e da integração das tecnologias digitais na prática artística. Numa das aulas, duas estudantes questionaram a pertinência do

Projeto, defendendo que este tipo de trabalho deveria ficar restrito a disciplinas direcionadas para conteúdos digitais, como *Imagem e Som B*. A questão da separação entre criação artística física e digital emergiu assim como um ponto relevante de debate.

Perante estas observações, reforçou-se o propósito do projeto: ultrapassar a separação entre o físico e o digital, promovendo uma abordagem integrada entre matéria física e espaço digital, incentivando a experimentação, a adaptação e a reflexão crítica sobre os meios, demonstrando como a RA e a RV podem expandir as possibilidades criativas e comunicacionais.

Estas tecnologias permitem que as peças físicas, como maquetes têxteis ou esculturas, sejam projetadas em escalas e contextos espaciais distintos dos reais, desafiando os estudantes a refletirem sobre o espaço e a sua relação com a arte. Esta experiência evidencia também que a compreensão da criação artística envolve a relação entre espaço bidimensional e tridimensional, essencial para a formação de qualquer artista, que deve trabalhar essa interação de forma crítica e intencional. A compreensão da criação artística passou, assim, a considerar não apenas a dimensão espacial física, mas também a vivência e a interação das peças em contextos imersivos.

Esta clarificação pareceu aumentar a adesão ao processo. Durante a fase de experimentação com tecnologias digitais, em aulas nas quais os estudantes trabalhavam em grupos, explorando a digitalização das esculturas e a criação de ambientes virtuais, surgiram diversas reflexões e manifestações espontâneas, algumas de resistência e outras de entusiasmo. Numa dessas aulas, uma estudante expressou exatamente o oposto: referiu sentir-se entusiasmada com a dinâmica que o projeto estava a trazer à turma, favorecendo a interação entre colegas que normalmente não se relacionavam. Observou que a complexidade e diversidade de tarefas, desde a construção da peça escultórica até à renderização digital, passando pela edição de ambientes e resolução de questões técnicas, incentivava a colaboração, a partilha de estratégias e a valorização de conhecimentos digitais específicos de alguns colegas.

Para concluir a fase de experimentação em RV (Fig. 15), realizou-se uma aula de visualização imersiva, na qual cada grupo partilhou os ambientes criados. Como existia apenas um par de óculos de RV disponível, recorreu-se a um sistema de espelhamento entre dispositivos. Através da aplicação *Meta Horizon*, espelharam-se os ambientes visualizados nos óculos *Meta Quest 2* no *telemóvel* (via *screen mirroring*). De seguida, utilizando a aplicação *Samsung Flow*, projetou-se o ecrã do *telemóvel* para um computador e, deste, para o projetor da sala de aula, utilizando a rede *Wi-Fi* da escola (Fig. 16). Apesar de algumas dificuldades iniciais com a ligação à internet, esta solução permitiu que toda a turma explorasse e discutisse criticamente os ambientes desenvolvidos.

Figura 15. *Estudantes a visualizar os seus projetos artísticos com os óculos Meta Quest 2.*



Nota. As imagens correspondem a frames extraídos de vídeos registados durante as sessões de experimentação.
Fonte. Elaborado pela autora (2025).

Figura 16. *Espelhamento para projetor.*



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

A documentação audiovisual foi feita sobretudo através de gravações diretas com os óculos Meta Quest 2 (ver Anexo H, subdiretório 2_RV_Projetos_CoSpaces), uma vez que era a única forma de captar simultaneamente a imagem e o som dos ambientes. No computador, o *CoSpaces Edu* não oferecia a funcionalidade de gravação integrada, sendo necessário recorrer a *screen recording* externo. No *telemóvel*, embora fosse possível gravar a navegação, as limitações da versão *freemium* impediam a gravação de som. A sistematização das fases do processo encontra-se resumida na Tabela B.1 (Anexo B).

Segunda Fase do Projeto – Intervenção Têxtil com RA (Artive)

Concluída a etapa de construção das estruturas tridimensionais e a sua transposição para ambientes digitais em RV, os estudantes iniciaram uma nova fase prática: a intervenção têxtil integrada com RA, recorrendo à aplicação *Artive*.

Plano Inicial e Constrangimentos Técnicos

A ideia inicial previa que as esculturas físicas criadas pelos estudantes fossem utilizadas como *triggers* (imagens de gatilho) para ativação de composições digitais desenvolvidas na aplicação *Picsart* (Fig. 17). Essas composições seriam criadas a partir de fotografias dos tecidos produzidos manualmente pelos estudantes em teares.

Figura 17. Composição digital desenvolvida na aplicação *Picsart*.



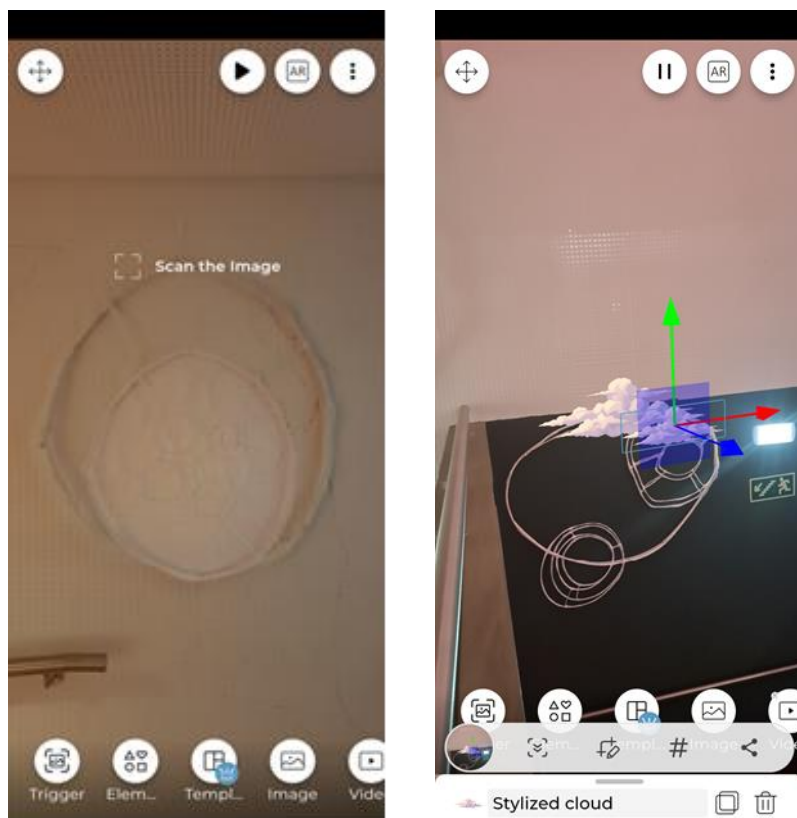
Nota. Ficheiro transferido da aplicação *Picsart*.

Fonte. Elaborado pelo Grupo 10 (2025).

Contudo, a implementação desta fase teve de ser reformulada, uma vez que os constrangimentos técnicos e físicos, incluindo o espaço disponível, a iluminação das salas e o número limitado de aulas, exigiam maior tempo de preparação e investigação para viabilizar o desenvolvimento do projeto conforme planeado.

As paredes da escola, revestidas com pequenos ladrilhos brancos, dificultavam o contraste visual necessário para que a aplicação de RA reconhecesse as estruturas, também brancas, prejudicando a leitura do *trigger* (Fig. 18). Tentou-se contornar este problema através da remoção digital do fundo das imagens com a ferramenta online *Remove .bg*, mas o reconhecimento continuou instável, dado o reduzido contraste entre a figura e o fundo. Adicionalmente, a iluminação insuficiente nos espaços disponíveis, aliada à restrição de tempo letivo e à gestão de catorze projetos distintos, inviabilizou a continuidade da exploração técnica desta abordagem.

Figura 18. Diferença na leitura do trigger devido ao contraste entre parede branca e parede escura.



Nota. Captura de ecrã da aplicação Artive.

Fonte. Elaborado pela autora (2025).

Reformulação Metodológica e Nova Estratégia

Perante os obstáculos, foi necessária uma reformulação metodológica. Optou-se por substituir as imagens das esculturas físicas por representações gráficas manuais: silhuetas das esculturas, desenhadas a preto sobre fundo branco, pintadas pelos próprios estudantes. Estas passariam a funcionar como *triggers* (gatilhos) para a ativação de vídeos curtos (10 a 15 segundos) em RA, documentando o processo da intervenção têxtil, prevista para o final do ano letivo.

Esta solução permitiu ultrapassar os constrangimentos técnicos, reforçando a componente criativa e reflexiva do Projeto, desafiando os estudantes a repensar a relação entre a forma, a imagem e a tecnologia. Manteve-se, assim, o objetivo central: integrar a criação física com a camada aumentada, estabelecendo um diálogo

direto entre a representação pictórica simplificada e a experiência expandida proporcionada pela RA.

Desenvolvimento da Intervenção Têxtil

Organizados em pares, os estudantes planejaram e executaram intervenções têxteis diretamente sobre as esculturas lineares criadas anteriormente, explorando técnicas como a costura, o entrançado, a pintura, a colagem e a aplicação de diferentes materiais têxteis (fios, rafia, malhas, tecido, plástico, entre outros). Cada par selecionou os materiais a utilizar e explorou texturas e padrões de forma criativa, com base em referências visuais recolhidas no início do processo (Fig. 19).

Figura 19. *Intervenção têxtil nas esculturas lineares.*



Nota. Desenvolvimento dos projetos dos grupos 10 e 1.
Fonte. Elaborado pela autora (2025).

Estas aulas decorreram com grande envolvimento dos estudantes, observando-se uma maior autonomia nesta fase (Fig. 20). O contacto físico e o manuseamento de materiais familiares, aumentou a confiança e a motivação para o desenvolvimento e construção das 14 esculturas têxteis à escala real (Fig. 21).

Figura 20. *Envolvimento dos estudantes na intervenção têxtil das esculturas.*



Nota. Desenvolvimento dos projetos em sala de aula.

Fonte. Elaborado pela autora (2025).

Figura 21. *Esculturas têxteis concluídas.*

(ver Anexo D1).



Nota. Esculturas em sala de aula.

Fonte. Elaborado pela autora (2025).

Todo o processo foi documentado fotograficamente ao longo das aulas, tendo em conta o enquadramento e a iluminação, para gerar um vídeo final que ilustrasse a evolução do trabalho.

Simultaneamente, cada par desenhou manualmente uma imagem que funcionou como *trigger* (gatilho), representando a silhueta preta da escultura linear sobre fundo branco (Fig. 22). Estas imagens serviram como elemento de ativação para a leitura do vídeo em RA através do *Artivive*. Devido às limitações do plano *freemium* da aplicação *Artivive*, os vídeos tiveram que ser editados externamente antes de serem importados para a plataforma (ver Anexo H, subdiretório 3_RA_Projetos_Vídeo).

Figura 22. Silhueta desenhada manualmente para funcionar como trigger.



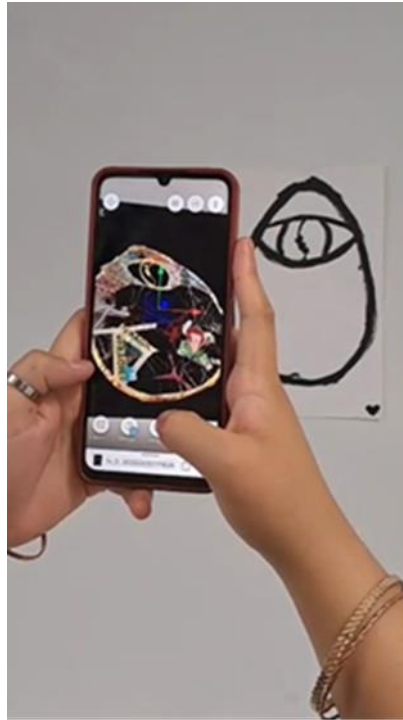
Nota. Imagem de gatilho pertencente ao grupo 6.
Fonte. Elaborado pela autora (2025).

Na edição dos vídeos, realizada em aplicações móveis como *CapCut* ou *InShot*, os estudantes adicionaram música, efeitos sonoros, transições e efeitos visuais, compondo pequenas narrativas audiovisuais do processo criativo.

Apesar da facilidade na adaptação às ferramentas, surgiram dificuldades na escolha de trilhas sonoras adequadas e na sincronização áudio-vídeo, especialmente para evitar cortes abruptos.

Após os carregamentos e testes na plataforma *Artivive*, os vídeos foram apresentados na última aula, já integrados em RA (Fig. 23). No final do processo, alguns estudantes comentaram o potencial criativo desta tecnologia para revelar aspetos importantes do processo de criação e desenvolvimento das obras (ver Anexo H, subdiretório 4_RA_Projeções_Artivive).

Figura 23. *Print screen do Artivive mostrando vídeo em RA sobre trigger.*



Nota. Trabalho pertencente ao grupo 1.
Fonte. Elaborado pela autora (2025).

Reconheceram a RA como um espaço híbrido onde diferentes camadas artísticas, tal como imagens, textos, vídeos, sons e outros elementos, podem coexistir e dialogar, dando origem a narrativas que ultrapassam a materialidade física das peças.

Por outro lado, compreenderam que a integração entre o físico e o digital favorece a experimentação criativa, permitindo explorar conceitos de tempo, espaço e movimento de formas diversas, ao mesmo tempo que amplia e complementa os processos de criação analógicos na prática artística contemporânea.

Para uma visão global e resumida das fases deste processo, poderá ser consultada a Tabela B.2 (Anexo B).

8.3. Os *telemóveis* como mediadores entre a arte, a tecnologia e a educação

A integração dos *telemóveis* no projeto artístico desenvolvido com os estudantes representou uma escolha metodológica intencional, fundamentada em princípios de: sustentabilidade, inclusão, autonomia e literacia digital. Esta decisão surgiu como resposta à inexistência de equipamentos especializados na escola, mas também como reconhecimento do facto de os *telemóveis* serem dispositivos presentes no quotidiano dos estudantes, com potencial para mediar processos criativos e envolver os estudantes de forma mais direta e autónoma.

Os *telemóveis* foram utilizados em diferentes fases do projeto e tiveram um papel central nas práticas artísticas desenvolvidas. Serviram para digitalizar as esculturas criadas pelos estudantes, através da aplicação *Polycam*; para criar ambientes imersivos em RV com o *CoSpaces Edu*; para editar vídeos curtos com recurso ao *CapCut* ou *InShot*; e para desenvolver experiências de Realidade Aumentada usando o *Artivive*.

Foram também utilizados na recolha de sons, no registo fotográfico dos trabalhos, na pesquisa e partilha de referências visuais e sonoras, na partilha de *links*, na ligação com os óculos *Meta Quest 2* e no espelhamento de ecrãs, bem como no preenchimento das grelhas colaborativas sobre as aplicações pesquisadas e na colocação dos trabalhos na plataforma da escola. Em todos os casos, os estudantes utilizaram os seus próprios dispositivos móveis, o que permitiu uma maior autonomia no trabalho, facilitou a continuidade das tarefas fora da sala de aula e incentivou o desenvolvimento de estratégias colaborativas na resolução de problemas.

Segundo Silva (2025), os *telemóveis* devem ser entendidos como “mola propulsora para estimular a criação artística e a colaboração tecnológica no fazer intuitivo dos estudantes” (p. 1). No contexto deste projeto, essa afirmação confirmou-se, pois, os estudantes através da utilização dos dispositivos de forma natural, adaptaram as ferramentas digitais às suas intenções criativas, resolveram os problemas técnicos surgidos, partilharam soluções e colaboraram entre si ao longo de todo o processo.

A opção por tecnologias integradas no quotidiano dos estudantes revelou-se eficaz na promoção do envolvimento espontâneo destes. Como refere Cerqueira (2020), o uso de *telemóveis* pode transformar a sala de aula num “ambiente de construção colaborativa do conhecimento” (p. 95), sobretudo em contextos marcados

por limitações técnicas e orçamentais. O projeto permitiu que os estudantes construíssem os seus percursos de forma personalizada, pesquisando, experimentando e explorando diferentes aplicações e plataformas digitais, de acordo com os seus interesses e competências.

Esta experiência demonstrou ainda que os *telemóveis* podem contribuir para o desenvolvimento da literacia digital em contexto artístico, proporcionando oportunidades de aprendizagem que vão além da simples utilização de ferramentas tecnológicas. Através da criação de conteúdos visuais, sonoros e interativos, os estudantes foram levados a refletir sobre os seus próprios processos criativos e sobre a forma como a tecnologia pode ampliar o campo expressivo da arte contemporânea. Como destaca Silva (2025), a utilização do *telemóvel* em sala de aula pode ser uma forma eficaz de “desenvolver as suas potencialidades intelectuais e artísticas no campo da tecnologia” (p. 3).

Para além dos benefícios observados ao nível do envolvimento, da autonomia e da colaboração, o desenvolvimento do projeto deixou em aberto um conjunto de possibilidades futuras. O telemóvel revelou-se uma ferramenta versátil e acessível, com potencial para continuar a ser explorado em projetos que combinem processos manuais de criação com meios digitais, permitindo aos estudantes criar, editar, apresentar e partilhar os seus trabalhos.

Considerando a experiência vivida ao longo deste projeto, concluo que o telemóvel constitui, no contexto do ensino artístico, um recurso contemporâneo capaz de ampliar os horizontes da criação e de tornar o processo artístico mais participativo, inclusivo e atual.

Capítulo 9 - Análise e Reflexão sobre a Criação Artística com RA e RV

9.1. Avaliação do impacto da RA e RV na criação artística (Dados dos Questionários)

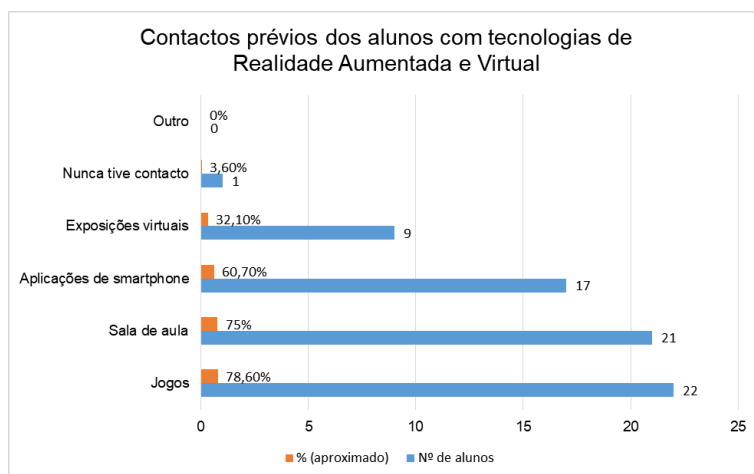
A análise baseou-se nos dados recolhidos através dos questionários aplicados (ver Anexos E.1. E.2.) aos vinte e oito estudantes do 11.º ano do Curso Artístico Especializado de Produção Artística permitiu compreender o contacto prévio com as tecnologias, as competências desenvolvidas e o impacto da utilização das tecnologias de RA e RV nos processos de criação artística (ver Anexo E). O inquérito foi aplicado

presencialmente em contexto de sala de aula, com duração aproximada de 15 a 20 minutos.

Contexto de contacto com RA e RV

A maioria dos estudantes já tinha contacto prévio com tecnologias de RA e RV, principalmente em jogos digitais (78,6%) e em aulas (75%). Além disso, cerca de 61% também tiveram contacto através de aplicações móveis, o que demonstra uma familiaridade alargada com dispositivos digitais. Embora estas tecnologias não fossem totalmente desconhecidas, a sua utilização em processos de criação artística constituiu uma experiência inédita para muitos.

Gráfico 1. Contexto de contacto com plataformas de RV e RA.



Fonte. Inf.Inic._Q1 do questionário aplicado aos estudantes (ver Anexo E.2.)

Estes resultados indicam que os estudantes possuíam familiaridade com os ambientes digitais, o que facilitou a transição para usos mais autorais e criativos. Durante o projeto, exploraram a digitalização 3D das esculturas físicas, a leitura de *triggers* em RA através da câmara do telemóvel, e a visualização das peças em RV com os *Meta Quest 2*.

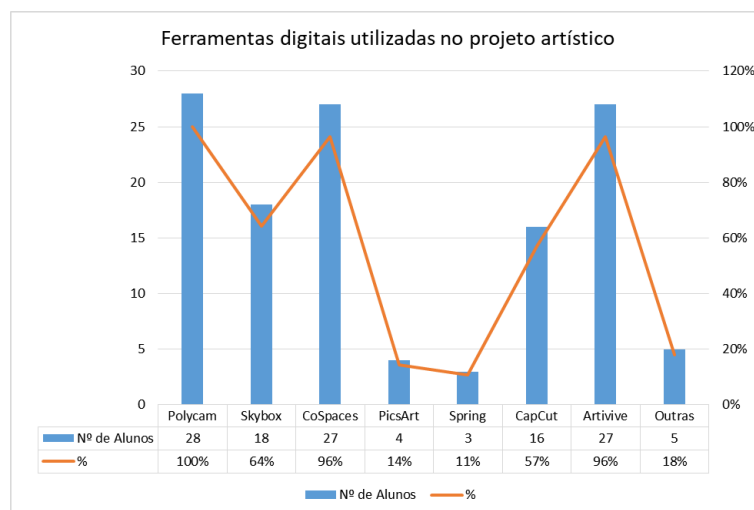
Ferramentas utilizadas

As plataformas mais utilizadas pelos estudantes foram:

- *Polycam* (100%) – digitalização 3D de esculturas físicas;
- *CoSpaces Edu* (96%) – criação de ambientes virtuais imersivos;
- *Artivive* (96%) – integração da RA em projetos físicos.

Estas ferramentas permitiram captura, edição e integração de conteúdos visuais e sonoros, simulando de forma pedagógica fluxos de trabalho característicos da produção multimédia, integrando captura, edição e composição de conteúdos visuais e sonoros. Outras ferramentas, como *Skybox* (64%) e *CapCut* (57%), foram usadas de forma complementar, evidenciando diversidade na exploração dos meios digitais.

Gráfico 2. Ferramentas utilizadas no projeto.



Fonte. Secção S1_Q2 do questionário aplicado aos estudantes (ver Anexo E.2.)

A predominância destas práticas demonstra que os estudantes trabalharam de forma integrada entre suportes físicos e digitais, desenvolvendo competências de modelação 3D, narrativa espacial e composição multimédia.

Estas práticas evidenciam a lógica de modularidade e recombinação dos novos media (Manovich, 2001, p. 30), uma vez que diferentes dados digitais, imagens, vídeos; modelos 3D, foram capturados, editados e integrados num processo contínuo. Além disso, refletem o princípio da transcodificação (Manovich, 2001, p. 45), pela convergência de múltiplos formatos num mesmo sistema digital, o que caracteriza a

natureza híbrida dos novos media e sustenta as práticas contemporâneas de criação artística.

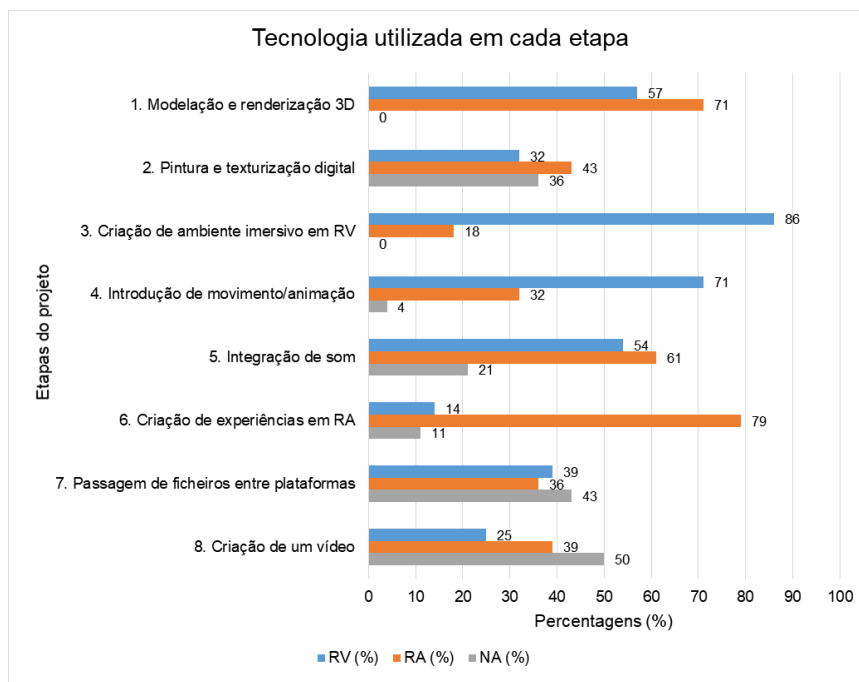
Fases do projeto e competências desenvolvidas

As fases do projeto em que a RA e a RV foram mais aplicadas incluíram:

- Criação de ambientes imersivos em RV (86%)
- Modelação e renderização 3D (71%)
- Introdução de movimento/animação (71%)
- Criação de experiências em RA (79%)

A integração de som (61%) e da pintura digital (43%) revelam que as tecnologias também foram usadas em tarefas intermédias do processo criativo, ainda que com menor intensidade.

Gráfico 3. *Etapas de integração das tecnologias digitais.*



Fonte. Secção S1_Q3 do questionário aplicado aos estudantes (ver Anexo E.2.)

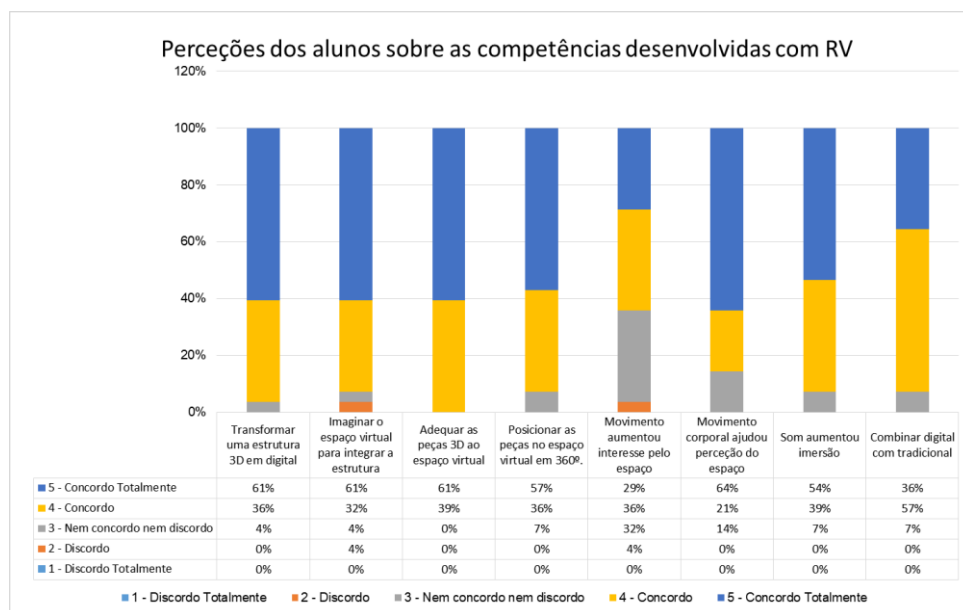
Estes resultados refletem competências-chave em audiovisual e multimédia, incluindo construção narrativa espacial, integração de som e imagem, e coordenação de elementos visuais e auditivos num espaço tridimensional.

Experiência com RV

No que respeita à RV:

- 100% dos estudantes aprenderam a adequar a escala das peças 3D ao espaço virtual;
- 96% transformaram estruturas físicas em modelos digitais;
- 93% posicionaram objetos num espaço virtual a 360°;
- 93% combinaram técnicas digitais com processos de criação manual.

Gráfico 4. O que fiz, como fiz e o que aprendi em RV.



Fonte. Secção S2_Q1 do questionário aplicado aos estudantes (ver Anexo E.2.)

A RV foi utilizada como ferramenta de representação e experimentação estética, permitindo que os estudantes desenvolvessem um crescente domínio técnico e uma apropriação crítica do espaço digital. Embora a maioria tenha demonstrado elevada confiança nas competências de representação e adaptação espacial, as dimensões relacionadas com o movimento corporal e a imersão total registaram níveis

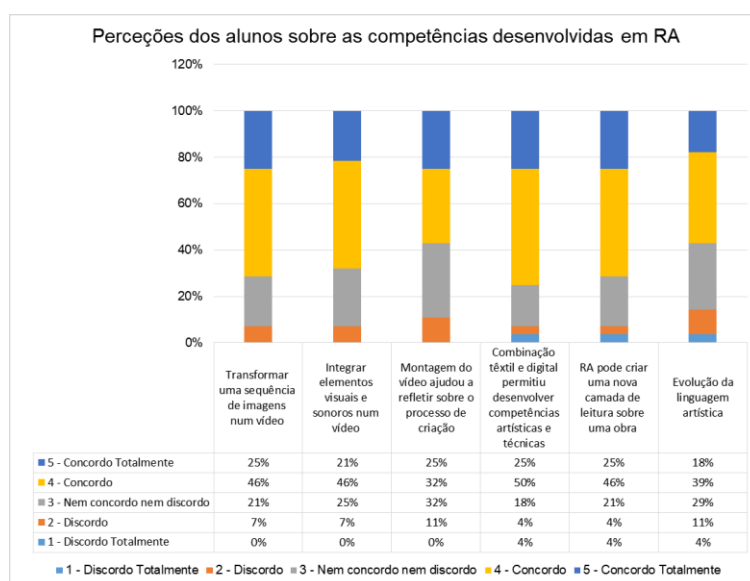
de concordância ligeiramente inferiores (entre 70–80%), sugerindo que o domínio técnico se evidenciou mais do que o envolvimento físico no espaço virtual.

Experiência com RA

No caso da RA:

- 71% dos estudantes consideraram que valorizou o projeto artístico, permitindo criar novas camadas de leitura sobre as obras;
- 75% desenvolveram novas competências técnicas e criativas (criação de vídeos e integração de elementos têxteis e digitais);
- 67% reconheceram novas possibilidades de interação entre arte e tecnologia, através da combinação de componentes visuais e sonoros.

Gráfico 5. O que fiz, como fiz e o que aprendi em RA.



Fonte. Secção S3_Q1 do questionário aplicado aos estudantes (ver Anexo E.2.)

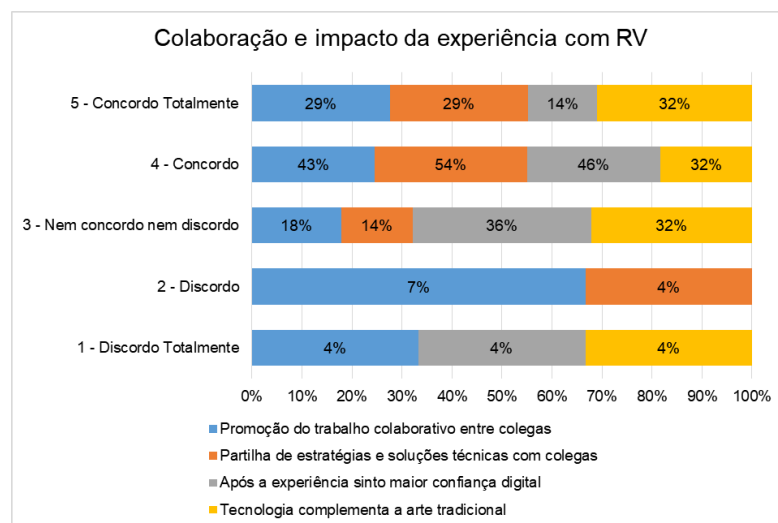
A RA funcionou como extensão da obra física, permitindo explorar *layers* audiovisuais que ampliaram a dimensão sensorial e conceptual dos projectos. Esta integração aproximou os projetos dos estudantes de experiências de realidade mista, características do mercado multimédia contemporâneo.

9.2. Colaboração, exploração criativa e envolvimento (Dados dos Questionários)

Os dados recolhidos indicam que os estudantes reconhecem o potencial da RA e da RV como ferramentas que complementam a prática artística e promovem simultaneamente a colaboração, a coordenação técnica, a exploração criativa e a autonomia.

No que respeita à RV, 71% dos estudantes consideraram que a colaboração no grupo foi essencial para o desenvolvimento do projeto, enquanto 82% afirmaram ter partilhado estratégias e soluções técnicas com os colegas. Estes resultados evidenciam a importância do trabalho em equipa em ambientes imersivos, onde a troca de saberes técnicos e criativos contribui para consolidar competências. Relativamente à exploração criativa, 61% dos estudantes sentiram maior confiança digital após a experiência, indicando um envolvimento ativo na utilização de ferramentas digitais e na apropriação de novos recursos para a criação artística. Quanto à integração da tecnologia na prática artística, 64% consideraram que a RV complementa a arte tradicional, sugerindo que esta não é apenas um recurso técnico, mas também um espaço de investigação estética e conceptual.

Gráfico 6. Colaboração e impacto da experiência em RV.



Fonte. Secção S2_Q3 do questionário aplicado aos estudantes (ver Anexo E.2.)

Na RA, 79% dos estudantes consideraram que a colaboração no grupo foi essencial para o desenvolvimento do projeto, revelando que a construção de conteúdos híbridos (físico-digital) favoreceu a troca de conhecimentos sobre manipulação de aplicações digitais, composição gráfica, edição de vídeo e integração de elementos interativos.

Além disso, uma percentagem igualmente elevada (79%) afirmou ter descoberto novas possibilidades criativas no uso da imagem e do vídeo, enquanto 82% reconheceram ter explorado novas formas de interação entre arte e tecnologia. Estes dados indicam que a RA funcionou como um espaço de investigação estética e conceptual, permitindo aos estudantes aproximarem-se de práticas multimédia contemporâneas, como as instalações interativas e o *vídeo mapping*.

As percentagens de concordância sobre a influência da RA no fazer artístico (57%) e sobre a valorização do projeto artístico (61%) indicam que a incorporação da tecnologia digital já produz efeitos visíveis na forma como os estudantes concebem e materializam as suas obras.

Gráfico 7. Colaboração e impacto da experiência em RA.



Fonte. Secção S3_Q3 do questionário aplicado aos estudantes (ver Anexo E.2.)

Essa integração físico-digital é central para o audiovisual e multimídia, tornando o trabalho final um conjunto integrado de diferentes meios, como imagem, som, vídeo e interatividade, que se complementam e funcionam de forma coordenada.

Do mesmo modo, a reflexão de Oliva e Bidarra (2022, pp. 94-95) mostra que a RA e a RV formam novas arquiteturas de convergência entre linguagens artísticas e midiáticas, colocando o sujeito entre o sensório físico e o digital. Esta perspectiva remete também para o princípio de McLuhan (1964, p. 64), que defende que os media funcionam como extensões dos sentidos, ampliando as formas de percepção e de interação.

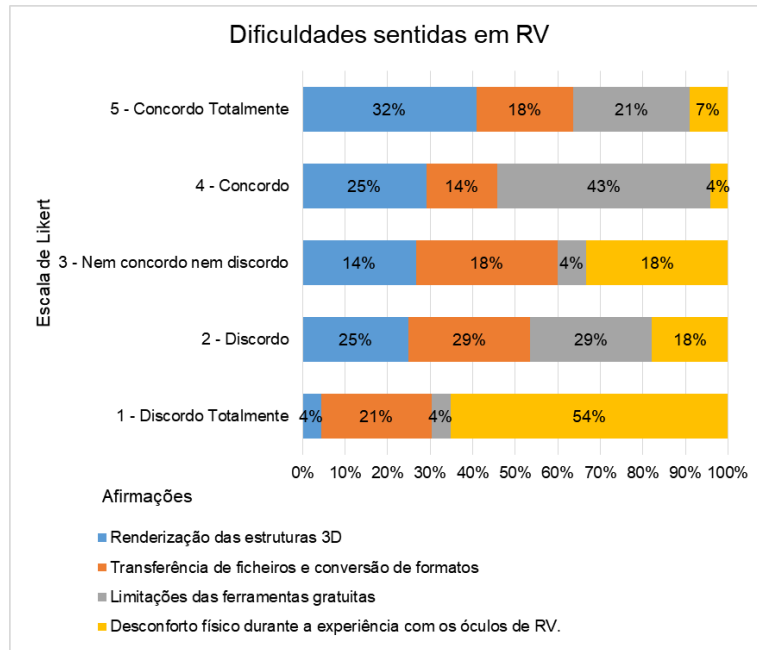
Estes indicadores apoiam a ideia de que, para além do aspecto técnico, os estudantes envolveram-se no processo de articulação entre os meios materiais (como tecidos, estruturas manuais e outros materiais) e os digitais, abrindo espaço para a criação de novas narrativas visuais e formas de leitura expandida das suas peças artísticas.

Assim, tanto a RA como a RV revelam-se ferramentas complementares que não só promovem competências técnicas e criativas, mas também fomentam a reflexão estética e a integração entre meios físicos e digitais.

9.3. Dificuldades técnicas e desafios no processo (Dados dos Questionários)

Os estudantes identificaram alguns obstáculos técnicos e físicos, sobretudo na componente do Projeto em RV. Entre as dificuldades mais referidas destacam-se: limitações das versões gratuitas das ferramentas (64%), problemas na renderização das estruturas 3D (57%), dificuldades na transferência e conversão de ficheiros (32%), e, em menor escala, desconforto físico durante a utilização dos óculos de RV em ambiente imersivo (11%). Apesar destes desafios, a percepção global da experiência foi muito positiva. Tais obstáculos são típicos de projetos multimídia, onde a compatibilidade de formatos, a gestão de recursos computacionais e a adaptação de hardware são recorrentes, refletindo o que Manovich (2001, p. 148) descreve sobre os processos de composição digital: a integração de diferentes camadas e realidades dentro de um mesmo ambiente pode gerar inovação, mas também problemas técnicos, requerendo uma constante mediação entre os formatos e os softwares.

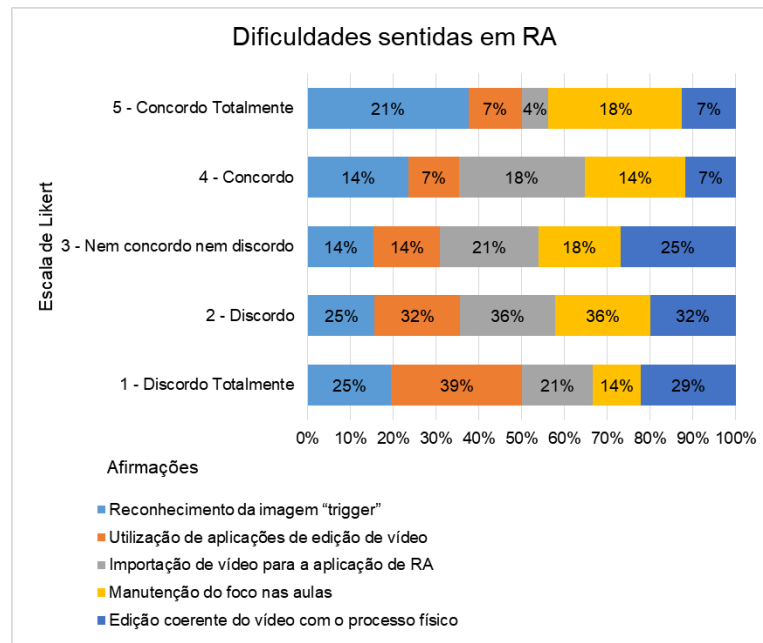
Gráfico 8. *Dificuldades sentidas em RV.*



Fonte. Secção S2_Q2 do questionário aplicado aos estudantes (ver Anexo E.2.)

Na vertente da RA, as dificuldades foram em geral menores e estiveram mais associadas a aspetos criativos e de atenção/foco do que a técnicos: 36% dos estudantes relataram dificuldades na criação de imagens *trigger* eficazes e 32% indicaram dificuldades em manter o foco durante as aulas. No contexto da RA, a criação de *triggers* pode ser comparada à conceção de pontos de interação em interfaces audiovisuais, exigindo um pensamento simultaneamente técnico e narrativo, em consonância com os desafios apontados por Oliva e Bidarra (2022, p. 97) sobre a necessidade de trabalhar com códigos híbridos que articulam múltiplos processos de mediação e interação sensorial.

Gráfico 9. Dificuldades sentidas em RA.



Fonte. Secção S3_Q2 do questionário aplicado aos estudantes (ver Anexo E.2.)

A percentagem de concordância com as afirmações que indicavam integração entre as tecnologias digitais e as práticas artísticas em suportes físicos revelou-se elevada: 93% no caso da RV (Gráfico 4) e 75% no caso da RA (Gráfico 5). Estes dados reforçam a percepção de que RA e RV funcionam não apenas como ferramentas multimédia, mas como extensões expressivas dos projetos artísticos, permitindo articular vídeo, som, imagem e interatividade num mesmo produto criativo.

Além disso, a maioria dos estudantes considera que as experiências vividas contribuíram para a evolução da sua expressão artística e para ampliar as suas referências criativas. A utilização da imagem, do som, da narrativa e da espacialidade funcionou como recurso expressivo, demonstrando que estas tecnologias foram integradas no processo artístico, e não tidas como elementos exteriores ao projeto.

9.4. Avaliação do impacto da RA e RV na criação artística (Dados do *Focus Group*)

A aplicação do *focus group* a seis estudantes do 11º ano do Curso Artístico Especializado de Produção Artística teve como objetivo complementar os dados obtidos nos questionários, aprofundando a compreensão do impacto da RA e da RV na aplicação de tecnologias multimídia na criação artística.

A sessão seguiu um guião semi-estruturado (ver Anexo F.1.), mas surgiram também temas espontâneos que ajudaram a compreender melhor a experiência dos estudantes, incluindo: integração de diferentes suportes digitais e físicos; colaboração entre pares e apoio mútuo; mediação pedagógica e orientação docente; utilização de IA como apoio ao processo criativo e perspectivas futuras de aplicação destas tecnologias em contextos artísticos e multimídia. O encontro decorreu em sessão gravada de trinta minutos, e a transcrição completa encontra-se no Anexo F.2., enquanto a matriz de análise utilizada está apresentada no Anexo F.3.

Valorização da Imersão e Preferência pelas Tecnologias

Os estudantes demonstraram percepções distintas quanto à experiência proporcionada pelas tecnologias.

A RV foi destacada pela sua componente imersiva: a participante A referiu que “Eu gostei mais da realidade virtual. Não só por causa dos óculos, e que era uma experiência que era muito mais imersiva. A gente estava muito mais lá, dentro do ambiente que a gente tinha criado.” A participante D valorizou “ver todo o nosso trabalho no ambiente 360”, e o participante E acrescentou: “Eu gostei mais da realidade virtual porque como é um mundo completamente vazio, nós temos espaço para criar o que nós temos interesse e criar um espaço só nosso.” Já o participante F descreveu: “Eu achei que a realidade virtual foi mais 'louca'. Nós metemos os óculos e estávamos mesmo lá dentro.”

Por outro lado, a RA foi valorizada pela facilidade de utilização e pela integração com o mundo real. A participante C afirmou: “Eu gostei mais da realidade aumentada. Para mim, eu gostei mais porque foi mais simples... tenho mais facilidade, que foi a realidade aumentada.” A participante B destacou o prazer de criar o ambiente: “Eu gostei mais dessa parte de criar o ambiente, sobretudo a mais ilusão da realidade aumentada”, embora tenha afirmado “não gostei muito de nenhuma das duas”, mostrando uma posição ambivalente em relação às tecnologias.

Estes dados sugerem que a RV proporciona uma experiência imersiva e intensa, enquanto a RA permite maior controle, simplicidade e exploração criativa imediata.

Facilidade Técnica e Portabilidade

A facilidade de utilização e a portabilidade dos dispositivos móveis foram identificadas como fatores que favoreceram a experiência criativa.

A participante C salientou que “Os telemóveis facilitam imenso... não precisávamos de computador”, e a participante D acrescentou: “Não envolver nenhuma parte de codificação [...] até nos motivou a fazer a coisa mais depressa.” A acessibilidade das interfaces digitais foi, portanto, um elemento que promoveu motivação e criatividade, essenciais em contextos de produção multimédia.

A participante A referiu “Nesse processo de aprendizagem que a gente teve... os telemóveis ajudaram imenso em todas as condições possíveis.”

Adaptação e Desigualdades Técnicas

Apesar das facilidades, alguns estudantes enfrentaram dificuldades iniciais. A participante B comentou: “No início não dava para entender, mas depois a gente percebeu que era fácil” e referiu desigualdades técnicas: “Eu tinha um problema, ela fazia a maior parte das coisas, questão dos computadores e isso tudo, porque eu não conseguia entender.” A participante D também mencionou a complexidade de acompanhar a velocidade do trabalho: “A parte complicada é conseguir acompanhar a velocidade a que isto vai... muitas opções e ter que selecionar.” O participante F mencionou “É interessante 'rolar o sistema' (maneira de enganar o sistema) para conseguir ultrapassar dificuldades técnicas.”

Estas observações evidenciam a importância de apoiar tecnicamente os estudantes, garantir acompanhamento pedagógico e desenvolver competências de avaliação e adaptação contínua às ferramentas digitais, assegurando participação plena de todos.

Integração de Suportes Digitais e Físicos

Os estudantes valorizaram a integração entre práticas de criação materiais e digitais. A participante A afirmou: “Eu gostaria mesmo de desenhar e fazer o meu ambiente”, enquanto o participante E referiu: “O espaço que eu criei fui eu que o desenhei”. A participante C destacou: “Consolidei os conhecimentos que eu já tinha na parte manual.” Estes testemunhos revelam que a tecnologia complementa a criação

artística, promovendo experiências híbridas que enriquecem a prática multimédia e proporcionam contacto com processos típicos de produção híbrida.

Perceção do Valor e Experiência Final

A visualização imersiva influenciou a perceção do próprio trabalho. A participante B afirmou: "No início parecia que não fazíamos nada... depois surpreendemo-nos com o que conseguimos criar", e o participante E acrescentou: "Criar um espaço fora do espaço cria insegurança, não sabemos como será a perceção dos outros." Estas observações confirmam que a experiência imersiva modifica a perceção do trabalho artístico e a relação com o público.

Mediação Pedagógica e Motivação

A mediação docente mostrou-se crucial para o envolvimento dos estudantes. A participante C referiu: "Nem queria pensar no trabalho, porque achava chato", enquanto o participante F acrescentou: "A professora dava muita informação no início de todas as aulas e nós metíamos muita coisa na cabeça e só nos stressava mais." Após a orientação estruturada, a motivação aumentou, conforme referido por F: "Começou a dar certo quando começamos toda a gente a fazer o mesmo, passo a passo."

Colaboração e Soluções Criativas

A colaboração entre pares foi apontada como essencial para superar dificuldades técnicas e desenvolver soluções criativas. O participante F afirmou: "É interessante 'rolar o sistema' para descrever como encontraram soluções criativas para ultrapassar dificuldades técnicas", enquanto a participante C mencionou: "Bastava seguir as indicações dos outros para conseguir avançar." Estes dados sublinham a importância da coaprendizagem em contextos multimédia e artísticos.

Reflexão sobre Inteligência Artificial (IA)

Os estudantes manifestaram reflexão crítica sobre a IA. A participante A expressou preocupação: "Tenho receio de depender sempre disso e perder a minha criatividade", enquanto a participante B observou: "Se for usado de forma certa, pode ajudar a aperfeiçoar algo." A participante C referiu "Eu nunca vou olhar para a arte... de IA e pensar que isto é algo que eu vou querer no meu futuro." Esta discussão

evidencia consciência ética e crítica sobre o papel da tecnologia na criação artística multimediada.

Perspetivas Futuras

Quanto às projeções futuras, a participante B considerou: “Eu acho que a gente vai precisar dela bastante no futuro”, e o participante F acrescentou: “A realidade aumentada vai ser muito mais importante... dá para usar muito mais a arte da rua.” Estas percepções confirmam que RA e RV são vistas como ferramentas centrais para experiências artísticas e multimédia futuras, não apenas como instrumentos experimentais, mas como meios expressivos integrados na prática criativa.

Em suma, os dados do *focus group* indicam que a utilização de RA e RV promove experiências imersivas e colaborativas, facilita a adaptação a diferentes suportes, valoriza a integração entre digital e físico e estimula a reflexão crítica sobre novas tecnologias. Estes resultados evidenciam a relevância destas tecnologias no contexto da criação artística e da produção multimédia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta investigação nasceu da prática pedagógica e de uma questão central: como podem a Realidade Aumentada (RA) e a Realidade Virtual (RV) ser integradas em projetos artísticos de estudantes de forma a enriquecer a experiência de criação e a fruição das suas próprias peças artísticas?

Através da abordagem Prática como Pesquisa (PaR), que combinou análise teórica, experimentação pedagógica e recolha sistemática de dados (questionários, focus group e observação direta), foi possível compreender as potencialidades e os desafios destas tecnologias no contexto da criação artística, especificamente no âmbito do audiovisual e multimédia. Constatou-se que a integração destas tecnologias no ensino artístico é viável, formativa, transformadora e promove aprendizagens profundas, colaborativas e reflexivas, ao mesmo tempo que desenvolve competências técnicas, criativas e transversais, essenciais à prática artística contemporânea.

O trabalho contextualizou historicamente a relação entre a arte e a tecnologia, reconhecendo que a imersão sensorial é um impulso criativo ancestral presente desde as pinturas rupestres, passando pelos monumentos megalíticos, a arquitetura gótica, a perspetiva renascentista, os panoramas do século XIX e os primeiros teatros óticos, até às tecnologias atuais de RA e RV. Estes recursos surgem como uma evolução natural dessa tradição de experiências sensoriais e simbólicas, ampliando a expressão artística e a fruição estética.

A análise histórica e a revisão de modelos do *continuum* realidade-virtualidade fundamentaram a proposta de três modelos conceptuais originais: o Continuum Expandido de Imersividade na Arte (CEA), o Modelo Pedagógico Participativo e Imersivo (MPPI) e o Círculo de Presença Percetiva (CPP).

O CEA foi concebido como uma ferramenta de análise e de aplicação prática, permitindo compreender os níveis de imersão, a complexidade tecnológica e a articulação entre as técnicas de criação digital e plástica. O MPPI organizou o processo criativo em seis etapas (desde a formulação do desafio artístico até aos ajustes da experiência híbrida), promovendo um processo fluido que integra desenho, experimentação plástica, exploração digital, erro e revisão contínua, sem anular a dimensão física da criação. Como resultado, os estudantes produziram obras esteticamente ricas e refletiram criticamente sobre a sua própria prática criativa e o

papel do artista no mundo digitalizado. As criações passaram a existir num espaço intermédio, que une o físico e o virtual numa experiência simbólica e imersiva, transformando a conceção artística dos estudantes.

O telemóvel revelou-se um mediador essencial: acessível e portátil, funcionou como *estúdio de bolso* para captura, edição, interação, experimentação e partilha. A sua utilização permitiu superar a limitação de equipamentos especializados na escola, promovendo a autonomia, a colaboração e a literacia digital.

Os dados recolhidos (através de questionários aplicados a 28 estudantes e um *focus group* com seis participantes) validaram o impacto positivo desta abordagem.

A RV foi percebida como altamente imersiva, permitindo vivenciar simultaneamente perspetivas internas e externas dos ambientes criados. Todos os estudantes aprenderam a adequar a escala de peças 3D, e 93% posicionaram objetos em ambientes a 360°, combinando técnicas digitais com processos manuais de criação e expressão plástica. A experiência reforçou a compreensão do espaço tridimensional e a apropriação do espaço digital como espaço criativo e de experimentação estética, com forte sensação de presença; 61% dos participantes relataram maior confiança no uso de ferramentas digitais em projetos futuros. Este aumento de confiança evidencia que a apropriação crítica da tecnologia fortalece competências criativas e transversais, essenciais à formação artística contemporânea.

A RA foi valorizada pela sua simplicidade e integração com o espaço físico. 71% dos estudantes consideraram que valorizou o projeto artístico, 75% adquiriram novas competências técnicas e criativas, e 67% reconheceram novas formas de interação entre arte e tecnologia. A colaboração revelou-se essencial, com 82% a partilhar estratégias em RV e 79% em RA, fomentando competências interpessoais, promovendo autonomia e confiança na utilização de ferramentas digitais. De forma transversal, 93% reconheceram que a integração entre práticas físicas e digitais ampliou o potencial expressivo das suas obras, confirmando que a tecnologia atua como extensão da materialidade e não como substituição da criação manual.

Apesar dos resultados positivos, foram identificados desafios operacionais, como as limitações das versões *freemium* das ferramentas digitais, os problemas de renderização e de transferência de ficheiros entre plataformas, o desconforto ocasional com os óculos de RV e dificuldade na criação de imagens *trigger* em RA. Estes

obstáculos foram superados através da colaboração entre pares e da mediação pedagógica.

O estudo identificou diversas lacunas no campo das artes que constituem oportunidades para estudos futuros:

- Desequilíbrio disciplinar: A análise sobre RA e RV ainda é escassa em Artes Visuais, sendo que apenas 11% dos estudos sobre Metaverso se relacionam com artes e humanidades, com a maioria a concentrar-se em engenharia e computação. É necessário aprofundar a investigação em práticas artísticas e que utilizam RA e RV, como performance, instalação artística e arte digital interativa.
- Eficácia pedagógica: Torna-se importante explorar metodologias e ferramentas capazes de medir a eficácia da aprendizagem e a compreensão dos conceitos artísticos em ambientes imersivos.
- Autoria e subjetividade: É fundamental compreender de que forma a imersão influencia a autoria, a subjetividade, a identidade e a intencionalidade dos estudantes de arte.
- Formação docente: É necessário desenvolver estratégias pedagógicas e metodologias formativas que habilitem os professores a integrar estas tecnologias nas suas práticas letivas.
- Ética e acessibilidade: Questões éticas relacionadas com a Inteligência Artificial, sustentabilidade financeira, intrusividade de publicidade e a acessibilidade para pessoas com deficiência foram igualmente salientadas, evidenciando a importância de criar experiências inclusivas, adaptativas e eticamente responsáveis, sem comprometer a expressividade artística.

A discussão sobre a Inteligência Artificial (IA) no focus group revelou que os estudantes estão conscientes do seu potencial e dos seus riscos, sublinhando a importância ética na criação artística multimediada.

A investigação defende a valorização da dimensão tátil e sensorial da produção artística manual, salientando que a tecnologia digital atua como extensão da expressividade da obra, sem substituí-la, ampliando a narrativa e aprofundando a relação entre a obra, o artista e o espectador-participante, seja como criador, fruidor ou ambos. Os resultados evidenciam que a tecnologia deixa de ser um mero instrumento e torna-se um elemento estruturante da experiência artística, possibilitando formas imersivas e interativas alinhadas com o século XXI.

Finalmente, este estudo apresenta uma contribuição teórica para futuras investigações no domínio do audiovisual e multimédia: o Círculo de Presença Percetiva (CPP). Com base no modelo de Milgram & Kishino e nas suas reinterpretações, o CPP propõe uma reconceitualização teórica do continuum, em que a imersão máxima não dissolve o real, mas reconstrói-o, criando uma experiência de “realidade vivida” mediada pela tecnologia, na qual o participante se sente plenamente presente, mesmo quando ocorre num ambiente distinto do mundo físico.

No CPP:

- O real e o virtual não estão em oposição, mas formam um circuito percetivo contínuo;
- A imersão máxima não dissolve o real, mas reconstrói a sua função experiencial através de um espaço alternativo, permitindo ao participante sentir-se presente e ligado à realidade, mesmo que o ambiente seja diferente do físico;
- A virtualidade extrema provoca uma sensação de presença tão intensa que se torna uma verdadeira “realidade vivida”, independentemente do ambiente físico original;
- A obra de arte imersiva, neste contexto, não procura simular a realidade física, mas proporciona experiências, percepções e emoções equivalentes às desencadeadas pelo real.

Este modelo deve ser entendido como uma proposta conceptual para analisar experiências artísticas imersivas e a percepção do participante, alinhando a criação de ambientes digitais com a natureza da expressão e fruição estética no século XXI e sem pressupor que seja atualmente tecnicamente exequível com os dispositivos atualmente disponíveis.

Em termos de perspetivas futuras, o estudo aponta para: o aprofundamento da personalização de experiências imersivas; integração de Inteligência Artificial e Realidade Mista em projetos multimédia; a avaliação do impacto das tecnologias na narrativa e expressividade artística; e o desenvolvimento de práticas inclusivas e éticas. A tecnologia digital não substitui a dimensão da criação manual, mas atua como extensão da expressividade da obra, aprofundando a relação entre artista, obra e participante.

Perspetivando o futuro, os estudantes reconhecem o papel central da RA e RV em experiências artísticas e multimédia. Valorizam o potencial da RA em espaços exteriores e da RV para transformar a percepção do espaço e da presença, como ferramentas que ampliam a criação e a fruição artística.

Este estudo evidencia que a fusão entre concepções artísticas não digitais e tecnologias digitais transforma a experiência criativa em audiovisual e multimédia, e redefine o papel do criador no século XXI, abrindo caminho a novas formas de expressão, aprendizagem e participação estética.

REFERÊNCIAS

- Abramović, M. (2018). *Rising [Obra de arte]*.
<https://www.acuteart.com/discover/marina-abramovic>
- Acaso, M. (2009). *La educación artística no son manualidades: Nuevas prácticas en la enseñanza de las artes y la cultura visual*. Los Libros de la Catarata.
- Alves, J. C., & Ferreira, P. (2014). *Design para a realidade aumentada: um estudo em contexto educativo [Tese de mestrado]*. Faculdade de Belas-Artes.
- Amaral, I., Antunes, E., & Flores, A. M. M. (2023). How do Portuguese young adults engage and use m-apps in daily life? An online questionnaire survey. *Observatorio*, 17(2), 245–263. <https://doi.org/10.15847/OBSOBS17220232141>
- Amon, B. T. (2023). Didactic tool based on virtual and augmented reality in art education: Learning through an interactive game. *AM Journal of Art and Media Studies*, 31, 23–43. <https://doi.org/10.25038/am.v0i29.568>
- Anadol, R. (2021). *Machine Hallucinations: Coral Dreams [Obra de arte]*. Refik Anadol Studio. <https://refikanadol.com/works/coraldreams/>
- Aparício, N. J. C. (2020). *Design de interação com obras de arte (Tese de doutoramento)*. Universidade da Beira Interior.
- Asare, S., Walden, P., Aniagyei, E., & Emmanuel, M. (2023). A comparative study of traditional art techniques versus digital art techniques in the context of college visual art education. *American Journal of Arts, Social and Humanity Studies*, 3(1), 21–34. <https://doi.org/10.47672/ajashs.1556>
- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6, 355–385. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>
- Back, R., Plecher, D. A., Wenrich, R., Dorner, B., & Klinker, G. (2019). Mixed reality in art education. *2019 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR)*, 1583–1587. <https://doi.org/10.1109/VR.2019.8798101>
- Baharuddin, N. B., Rosli, H., & Juhan, M. S. (2020). Constructivism learning environment by using augmented reality in art history course. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 10(8), 13–25. <https://doi.org/10.6007/ijarbss/v10-i8/7497>
- Barker, R. (n.d.). *Panoramas de Robert Barker [Foto imersiva]*. Studio Argento. <https://www.studioargento.com/immersiva/foto-immersiva2.html>
- Bartle, R. A. (2003). *Designing virtual worlds*. New Riders.
https://www.researchgate.net/publication/200025892_Designing_Virtual_Worlds

- Benjamin, W. (2012). *A obra de arte na época de sua reprodutibilidade técnica* (2ª ed.). Editora Zouk. <http://books.google.com.br/books?id=QFOMMAEACAAJ>
- Berners-Lee, T., & Cailliau, R. (1990). World wide web - Proposal for a hyper text project. In CERN. <https://cds.cern.ch/record/369245/files/dd-89-001.pdf>
- Bidarra, J., & Oliva, R. (2022). Interações entre as linguagens de arte/mídia a partir da RV-Realidade Virtual e RA-Realidade Aumentada. *Novos Olhares*, 11(2), 94–101. <https://doi.org/10.11606/issn.2238-7714.no.2022.206322>
- Billinghurst, M., Clark, A., & Lee, G. (2014). A survey of augmented reality. *Foundations and Trends in Human-Computer Interaction*, 8(2–3), 73–272. <https://doi.org/10.1561/11000000049>
- Boyles, B. (2017). *Virtual reality and augmented reality in education*. <https://www.semanticscholar.org/paper/Virtual-Reality-and-Augmented-Reality-in-Education-Boyles/4ae770b2a4fc9c498f052b489ddb527858335bb1>
- Cai, C. (2024). Virtual reality enables the dissemination and preservation of early works of art. *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences*, 9(1), 1–18. <https://doi.org/https://doi.org/10.2478/amns-2024-0728>
- Cardoso, A., L'Erario, A., Corrêa Souza, A. C., Dionísio Corrêa, A. G., Queiroz, A. C. M., Sementille, A. C., Apolinário Jr., A. L., Netto, A. V., Feijó, B., Kirner, C., Corrêa, C. G., Trevisan, D. G., Lamounier, E., Almeida, E. M. de, Damasceno, E. F., Clua, E., Nunes, E. P. dos S., Zorzal, E. R., Cecin, F., ... Bogoni, T. (2020). *Introdução a realidade virtual e aumentada* (3ª ed.). Sociedade Brasileira de Computação (SBC).
- Carlson, W. E. (2017). *Computer graphics and computer animation: A retrospective overview*. Springer. <https://ohiostate.pressbooks.pub/graphicshistory/>
- Carvalho, J. R. B. de. (2023, November 6). A utilização da realidade aumentada como estratégia pedagógica no ensino de arte e tecnologia. *Revista Tecnologias Educacionais em Rede (ReTER)*, 4, 1–20. <https://doi.org/10.5902/2675995084512>
- Castells, M. (2002). *A era da informação: A sociedade em rede* (6ª ed.). Paz e Terra.
- Caudell, T. P., & Mizell, D. W. (1992). Augmented reality: an application of heads-up display technology to manual manufacturing processes. *Proceedings of the 25th Hawaii International Conference on System Sciences*, 659–669. <https://doi.org/10.1109/hicss.1992.183317>
- Cerqueira, A. R. (2020). Dispositivos móveis, possibilidades e alternativas para a aula de Artes: produção e construção de conhecimento com o uso dos smartphones. In *Dissertação de Mestrado Profissional em Arte*. Universidade de Brasília.

- Chmil, H., Sydorenko, V., Berehova, O., Mishchenko, M., & Zhukova, N. (2024). Artistic paradigms in the 21st century: The variability of human choice. *Herança - History, Heritage and Culture Journal*, 7((2)), 69–81.
<https://www.revistaheranca.com/index.php/heranca/article/view/832/792>
- Combiér, J., & Jouve, G. (2012). Chauvet cave's art is not Aurignacian: a new examination of the archaeological evidence and dating procedures. *Quartär – Internationales Jahrbuch Zur Erforschung Des Eiszeitalters Und Der Steinzeit*, 59, 131–152. https://doi.org/10.7485/QU59_5
- Computer History Museum, U. (2025). *Grimsdale and Webb build early transistorized computer-1953*. <https://www.computerhistory.org/timeline/1953/>
- Crary, J. (1992). *Techniques of the observer: On vision and modernity in the nineteenth century*. MIT Press. <https://doi.org/10.2307/3105851>
- Csikszentmihalyi, M. (2021). *Flow: A psicologia do alto desempenho e da felicidade* (Edição rev). Objetiva.
- D' Orazio, D., & Nannini, S. (2019). Towards Italian opera houses: A review of acoustic design in pre-Sabine scholars. *Acoustics*, 1(1), 252–280.
<https://doi.org/10.3390/acoustics1010015>
- DeVeaux, C., & Bailenson, J. (2022). Learning about VR in VR. *XRDS: Crossroads, the ACM Magazine for Students*, 29(1), 14–19. <https://doi.org/10.1145/3558189>
- Doma, O. O., & Şener, S. M. (2022). Dreamscape bricks VR: An experimental virtual reality tool for architectural design. *Interaction Design and Architecture(S)*, 52, 234–258. <https://doi.org/10.55612/S-5002-052-013>
- Domingues, D. (2003). *A arte no século XXI: A humanização das tecnologias*. UNESP.
https://books.google.pt/books?id=Gsrc4Ljx2tEC&pg=PA33&source=gbs_toc_r&cad=2#v=onepage&q&f=false
- Earnshaw, R., Liggett, S., Excell, P., & Thalmann, D. (2020). *Technology, design and the arts: Opportunities and challenges*. Springer Nature.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-030-42097-0>
- Egger, J., Gsaxner, C., Kleesiek, J., & Puladi, B. (2024). What is diminished virtuality? A directional and layer-based taxonomy for the reality-virtuality continuum. *JMIR XR and Spatial Computing*, 1, e52904. <https://doi.org/10.2196/52904>
- Eisner, E. W. (2004). *El arte y la creación de la mente: El papel de las artes visuales en la transformación de la conciencia* (1ª ed.). Paidós Ibérica.
- Eliasson, O. (2022). *Your view matter [Obra de arte]*.
<https://olafureliasson.net/artwork/your-view-matter-2022/>
- Familoni, B. T., & Onyebuchi, N. C. (2024). Augmented and virtual reality in U.S.

- education: A review: analyzing the impact, effectiveness, and future prospects of Ar/Vr tools in enhancing learning experiences. *International Journal of Applied Research in Social Sciences*, 6(4), 642–663.
<https://doi.org/10.51594/ijarss.v6i4.1043>
- Fang, C. (2024). Application of depth convolution virtual reality (VR) in traditional sculpture design under digital modeling. *Journal of Electrical Systems*, 20(7), 01–14.
- Finch, J., & Woudstra, J. (2020). Capability Brown, royal gardener: The business of place-making in Northern Europe. In J. Finch & J. Woudstra (Eds.), *Capability Brown, Royal Gardener: the business of placemaking in Northern Europe*. White Rose University Press. <https://doi.org/10.1080/01433768.2021.1928900>
- Gage, J. (1999). Introduction; Part One: I – The contexts of colour; 2 – Colour and culture. In U. of C. Press (Ed.), *Color and meaning: Art, science & symbolism* (pp. 6–33). University of California Press.
- Gagg, C. R., & Lewis, P. R. (2011). The rise and fall of cast iron in Victorian structures - A case study review. *Engineering Failure Analysis*, 18(8), 1963–1980.
<https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2011.07.013>
- Geroimenko, V. (2018). *Augmented reality art* (2nd ed.). Springer.
<https://doi.org/10.1007/978-3-319-69932-5>
- Gombrich, E. H. (2012). *História da arte* (16th ed.). Livros Técnicos e Científicos.
- González-Zamar, M. D., & Abad-Segura, E. (2020). Implications of virtual reality in arts education: Research analysis in the context of higher education. *Education Sciences*, 10(9), 1–19. <https://doi.org/10.3390/educsci10090225>
- Grau, O. (2003). *Virtual art: From illusion to immersion*. The MIT Press.
<https://doi.org/10.22456/2179-8001.14724>
- Guerra-Tamez, C. R. (2023). The impact of immersion through virtual reality in the learning experiences of art and design students: The mediating effect of the flow experience. *Education Sciences*, 13(2), 2–18.
<https://doi.org/10.3390/educsci13020185>
- Harley, D. (2020). Palmer Luckey and the rise of contemporary virtual reality. *Convergence*, 26(5–6), 1144–1158. <https://doi.org/10.1177/1354856519860237>
- Herling, J., & Broll, W. (2010). Advanced self-contained object removal for realizing real-time diminished reality in unconstrained environments. *Proceedings of the IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR)*, 207–212. <https://doi.org/10.1109/ISMAR.2010.5643572>
- Herling, J., & Broll, W. (2012). PixMix: A real-time approach to high-quality diminished

- reality. *IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR)*, 141–150. <https://doi.org/10.1109/ISMAR.2012.6402551>
- Hernández, C., & Duque, E. (2018). Creative workshop based on augmented reality for the strengthening of creativity through the learning of the design thinking methodology. *2nd Innovative and Creative Education and Teaching International Conference (ICETIC2018)*, 1–4. <https://doi.org/10.3390/proceedings2211359>
- Hidayat, E. S., Nurasiah, I., & Sutisnawati, A. (2024). Analysis of augmented reality utilization as learning media in primary schools. *Pedagonal : Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 8(1), 64–71. <https://doi.org/10.55215/pedagonal.v8i1.9603>
- HIT Lab University of Washington. (n.d.). *History of ARToolKit*. Retrieved August 1, 2025, from <https://www.hitl.washington.edu/artoolkit/documentation/history.htm>
- Holzer, J. (2020). *You be my ally*. <https://youbemyally.uchicago.edu/>
- Hutson, J., & Olsen, T. (2021). Digital humanities and virtual reality: A review of theories and best practices for art history. *International Journal of Technology in Education*, 4(3), 491–500. <https://doi.org/10.46328/IJTE.150>
- Ivins, W. M. (1953). *Prints and visual communication* (Harvard University Press (ed.)). <https://doi.org/10.1038/164253a0>
- Kato, H., & Billinghurst, M. (1999). Marker tracking and HMD calibration for a video-based augmented reality conferencing system. *Proceedings - 2nd IEEE and ACM International Workshop on Augmented Reality (IWAR 1999), May*, 85–94. <https://doi.org/10.1109/IWAR.1999.803809>
- Keskin, G. (2019). *Augmented reality as a tool for online fashion retailing* (Issue 10 October) [School of Arts, Design and Architecture Aalto University]. <https://aalto.doc.aalto.fi/handle/123456789/119617>
- Koleva, B., Benford, S., & Greenhalgh, C. (1999). The properties of mixed reality boundaries. In S. Bødker, M. Kyng, & K. Schmidt (Eds.), *Proceedings of the sixth European conference on computer-supported cooperative work* (Issue September, pp. 119–137). Kluwer Academic Publishers. https://doi.org/10.1007/978-94-011-4441-4_7
- Lee, J., Kim, Y., Heo, M. H., Kim, D., & Shin, B. S. (2015). Real-time projection-based augmented reality system for dynamic objects in the performing arts. *Symmetry*, 7(1), 182–192. <https://doi.org/10.3390/sym7010182>
- Lefèvre, W. (2007). *Inside the camera obscura – Optics and art under the spell of the projected image* (W. Lefèvre (ed.)). Max Planck Institute for the History of Science.
- Lévy, P. (1999). *Cibercultura* (1^a ed.). Editora 34.

- Li, X. (2024). The impact of virtual gallery-assisted learning on middle school students interested in art. In *Proceedings of ICILLP 2024 Workshop: Today's College Students and Faculty: How AI Is Transforming Their Behaviors, Legally*, 27–33. <https://doi.org/10.54254/2753-7048/74/2024BO0008>
- Liggett, S., Earnshaw, R., & Townsley, J. (2023). Creativity in art, design and technology. In Springer (Ed.), *Design and technology for the next generation* (pp. 1–131). Springer Nature Switzerland AG. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-24869-6>
- Lim, K. (2022). Expanding multimodal artistic expression and appreciation methods through integrating augmented reality. *International Journal of Art & Design Education*, 41(4), 562–576. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/jade.12434>
- Lindeman, R. W., & Noma, H. (2007). A classification scheme for multi-sensory augmented reality. *Proceedings of the ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology, VRST, November 2007*, 175–178. <https://doi.org/10.1145/1315184.1315216>
- Ling, H. (2017). Augmented reality in reality. *IEEE Multimedia*, 24(3), 10–15. <https://doi.org/10.1109/MMUL.2017.3051517>
- Lopes, A. S., Gonçalves, A., Cardoso, F. L., Godinho, J., Coutinho, M. C., & Mata, M. J. (2022). *O jornalismo visual em Portugal -Contributos para uma história* (Instituto Politécnico de Lisboa (ed.)).
- López, J. M., Sevillano, M. L., & Pascual, M. Á. (2019). Aplicación del juego ubicuo con realidad aumentada en educación primaria. *Comunicar*, 27(61), 71–82. <https://doi.org/10.3916/C61-2019-06>
- Mann, S., Furness, T., Yuan, Y., Iorio, J., & Wang, Z. (2018). *All reality: Virtual, augmented, mixed (X), mediated (X,Y), and multimediated reality* (Issue April 2018). <https://doi.org/10.48550/arXiv.1804.08386>
- Mannoni, L. (2000). *The great art of light and shadow: Archaeology of the cinema*. University of Exeter Press.
- Manovich, L. (2001). *The language of new media*. MIT Press.
- Mao, Y., & Ling, J. (2025). Innovative applications of virtual reality and augmented reality in education. *Journal of Cases on Information Technology*, 27(1), 1–19. <https://doi.org/10.4018/JCIT.382567>
- Marques, J. A. C. (2022). Realidade aumentada como ferramenta artística e a sua relação com instituições como museus e galerias. *Revista Portuguesa de Educação Artística*, 12(1), 37–42. <https://doi.org/10.34639/rpea.v12i1.208>
- Masneri, S., Domínguez, A., Zorrilla, M., Larrañaga, M., & Arruarte, A. (2022).

- Interactive, collaborative and multi-user augmented reality applications in primary and secondary education: A systematic review. *JUCS - Journal of Universal Computer Science*, 28(6), 564–590.
<https://doi.org/10.3897/JUCS.76535>
- McLuhan, H. M. (1962). *The Gutenberg galaxy: The making of typographic man* (1ª edição). University of Toronto Press.
- Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *IEICE Transactions on Information Systems*, E77-D(12), 1321–1329.
- Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A., & Kishino, F. (1994). Augmented reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. *Telemicrooperator and Telepresence Technologies*, 2351(December 2013), 282–292.
<https://doi.org/10.1117/12.197321>
- Milosevic, N., Dehghantanha, A., & Choo, K. K. R. (2017). Machine learning aided Android malware classification. *Computers and Electrical Engineering*, 61, 266–274. <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2017.02.013>
- Moreau, F. (2025). *Digital art boom [eBook]*. Publiflye AS.
- Munari, B. (1981). *Das coisas nascem coisas*. Edições 70.
- Nelson, R. (2022). Practice as research in the arts (and beyond). In *Scrutiny2* (2nd ed., Vol. 6, Issue 1). Palgrave Macmillan.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-030-90542-2>
- Neto, R. C. (2020). Arqueologia dos dispositivos imersivos (Dissertação de mestrado) [Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP)]. In *Bauru*.
file:///C:/Users/Home/Downloads/cardianeto_r_me_bauru.pdf
- Normand, J. M., Servières, M., & Moreau, G. (2012). A new typology of augmented reality applications. *ACM International Conference Proceeding Series*, 1–8.
<https://doi.org/10.1145/2160125.2160143>
- Oliveira, J. A. G. de. (2015). Arte e Tecnologia na Segunda Metade do Século XX: O Código como Paradigma [Faculdade de Ciências Sociais e Humanas (FCSH)]. In *Tese de Doutorado*. <http://hdl.handle.net/10362/19032>
- Oliveira, R. C. de, & Silva, M. C. (2023). Ambientes no metaverso para formação docente em artes visuais e teatro. *TICs & EaD Em Foco*, 9(1), 61–77.
<https://doi.org/10.18817/ticseademfoco.v9i1.664>
- Pamparău, C. (2023). A review of Milgram and Kishino’s reality-virtuality continuum and a mathematical formalization for combining multiple reality-virtuality continua. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 14(4), 797–805. <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2023.0140488>

- Pannicke, D., & Zarnekow, R. (2009). Virtual worlds. *Business & Information Systems Engineering*, 1, 185–188. <https://doi.org/10.1007/s12599-008-0016-1>
- Panofsky, E. (1991). *Perspective as symbolic form* (1st ed.). Zone Books.
- Paul, C. (2020). Digital art now: Histories of (IM) materialities. *International Journal for Digital Art History*, 5, 2.2-2.11. <https://doi.org/10.11588/dah.2020.5.75504>
- Petrov, P. D., & Atanasova, T. V. (2020). The effect of augmented reality on students' learning performance in STEM education. *Information*, 11(4), 1–11. <https://doi.org/10.3390/INFO11040209>
- Refik Anadol Studio. (2025). *About Refik Anadol*. <https://refikanadol.com/refik-anadol/>
- Roesler, R. (2012). Web 2.0, interações sociais e construção do conhecimento. *VII SIMPED – Simpósio Pedagógico e Pesquisas Em Educação*, 10. <https://www.aedb.br/wp-content/uploads/2015/04/45817495.pdf>
- Roldan, J., Lara-Osuna, R., & Gonzalez-Torre, A. (2019). The project 'Art for learning art' in contemporary art museums. *International Journal of Art and Design Education*, 38(3), 572–582. <https://doi.org/10.1111/jade.12245>
- Rosenblum, N. (1997). *A world history of photography* (3rd ed.). Abbeville Press.
- Santos, J., & Henriques, S. (2021). *Inquérito por questionário: Contributos de conceção e utilização em contextos educativos educativos*. Universidade Aberta. <https://doi.org/10.34627/3s9s-k971>
- Silva, J. P. M. (2025). Os smartphones como ferramenta de prática criativa nas aulas de arte. *Revista Transmutare*, 10(e20029), 1–13. <https://doi.org/10.3895/rtr.v10n0.20029>
- Skarbez, R., Smith, M., & Whitton, M. C. (2021). Revisiting Milgram and Kishino's reality-virtuality continuum. *Frontiers in Virtual Reality*, 2(March), 1–8. <https://doi.org/10.3389/frvir.2021.647997>
- Sousa, J. P. (2020). *Para uma história do jornalismo iconográfico em Portugal. Das origens a 1926*. ICNOVA – Instituto de Comunicação da Nova.
- Speicher, M., Hall, B. D., & Nebeling, M. (2019). What is mixed reality? *Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI 2019), May*, 1–15. <https://doi.org/10.1145/3290605.3300767>
- Steinberg, S. H. (1996). *Five hundred years of printing* (4th ed.). The British Library & Oak Knoll Press.
- Sutherland, I. E. (1965). The ultimate display. *Fall Joint Computer Conference*, 506–508. <https://www8.informatik.umu.se/~jwworth/The Ultimate Display.pdf>
- Sutherland, I. E. (1968). A head-mounted three dimensional display. *Fall Joint Computer Conference*, 33(1), 757–764.

- <https://doi.org/10.1145/1476589.1476686>
- Swartling, Å. G. (2007). Focus group (FG). In *Advanced Tools for Sustainability Assessment (ATSA)* (pp. 1–14). European Commission.
https://www.researchgate.net/publication/249088897_Focus_groups
- Tan, Y., Xu, W., Li, S., & Chen, K. (2022). Augmented and virtual reality (AR/VR) for education and training in the AEC industry: A systematic review of research and applications. *Buildings*, 12(10), 1–25.
<https://doi.org/10.3390/BUILDINGS12101529>
- teamLab. (2025a). *Athletics forest* [Vídeo]. YouTube.
<https://youtu.be/F7nODEETR4s?si=diKjmONSJIckYU-v>
- teamLab. (2025b). Catching and collecting forest [Instalação artística]. In *teamLab*.
<https://youtu.be/7knW1gnyKMs?si=W6wtgbPIJ2dIZN3y>
- Tlili, A., Huang, R., Shehata, B., Liu, D., Zhao, J., Metwally, A. H. S., Wang, H., Denden, M., Bozkurt, A., Lee, L. H., Beyoglu, D., Altinay, F., Sharma, R. C., Altinay, Z., Li, Z., Liu, J., Ahmad, F., Hu, Y., Salha, S., ... Burgos, D. (2022). Is Metaverse in education a blessing or a curse: a combined content and bibliometric analysis. *Smart Learning Environments*, 9(1), 1–31.
<https://doi.org/10.1186/s40561-022-00205-x>
- Vieira, E. E., & Medeiros, F. P. A. de. (2023). Estado da arte sobre a educação em ambientes imersivos do metaverso. *Revista Brasileira de Informática Na Educação (RBIE)*, 31, 1248–1269. <https://doi.org/10.5753/rbie.2023.3522>
- Wang, F., Zhang, Z., Li, L., & Long, S. (2024). Virtual reality and augmented reality in artistic expression: A comprehensive study of innovative technologies. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 15(3), 641–649. https://thesai.org/Downloads/Volume15No3/Paper_65-Virtual_Reality_and_Augmented_Reality.pdf
- Wang, S. (2024). Enhancing art education through virtual reality: The impact of virtual art museums on junior high school students. *Research and Advances in Education*, 3(9), 52–58. <https://doi.org/10.56397/RAE.2024.09.05>
- Wilson, S. (2002). *Information arts: Intersections of art, science, and technology*. MIT Press.
- Winston, B. (2003). *Media technology and society: A history from the telegraph to the internet* (Rev. ed.). Taylor & Francis e-Library.
- Wooldridge, D., & Schneider, M. (2011). The business of iPhone and iPad app development. In *The Business of iPhone and iPad App Development* (2nd ed.). Apress.

Xu, B. (2024). Practice of digital media art education based on virtual reality technology. *Journal of Electrical Systems*, 20(3s), 1714–1723.
<https://doi.org/10.52783/jes.1711>

ANEXOS

Anexo A – Tabelas: ferramentas digitais, plataformas e dispositivos para RA e RV

A.1. Grelha colaborativa de análise de aplicações de RA e RV

Nota. Dados recolhidos pelos estudantes durante as atividades em sala de aula, com revisão e contributos da docente.

Link: [Aceder à pasta digital com a grelha colaborativa](#)

(ficheiro: A.1_Grelha_Colaborativa_Analise_Aplicacoes_RA_RV.xlsx)

A.2. Aplicações e software específicos para RA e RV

Ferramentas digitais para criação e interação em Realidade Aumentada e Realidade Virtual.

Ferramenta	Tipo	Nível de Complexidade	Descrição
Adobe Aero	RA	Fácil	Aplicação intuitiva para criação de experiências em RA, compatível com dispositivos móveis iOS. Suporta visualização em telemóveis.
Arloopa	RA	Médio	Ferramenta de criação de RA que permite experiências interativas e educativas. Interface acessível, com funcionalidades avançadas para personalização. Compatível com telemóveis.
Artivive	RA	Fácil	Aplicação direcionada para artistas, permitindo adicionar RA a obras físicas. Funciona com telemóveis e tablets.
Blender	RV	Muito Avançado	Software de modelação, renderização e animação 3D, com suporte para RV. É complexo, exige curva de aprendizagem acentuada, mas é muito versátil. Open source. Exige headset para experiências imersivas.
Blippar	RA	Fácil	Interface acessível, frequentemente usada em campanhas publicitárias e experiências de RA. Compatível com telemóveis.
CoSpaces Edu	RV/RA	Fácil	Plataforma de criação de conteúdo digital interativo em 3D, RA e RV, permite criar ambientes virtuais personalizados para Projetos educativos. Compatível com VR headsets e telemóveis.
Google Lens	RA	Fácil	Ferramenta de reconhecimento de objetos (não de criação artística).

Ferramenta	Tipo	Nível de Complexidade	Descrição
			Funciona em telemóveis.
Layar	RA	Fácil	Aplicação de RA para exploração de conteúdo digital com interação limitada. Funciona em telemóveis.
Maya	RV	Muito Avançado	Software profissional de modelação, animação e renderização 3D, para criação de conteúdos em RV. Possui uma curva de aprendizagem acentuada. Possui código fechado. Exige headset para experiências imersivas. Código fechado.
Matterport	RA/RV	Médio/Avançado	Ferramenta focada na captura e visualização de espaços em 3D, principalmente usada para RA e experiências de RV imersivas. Permite visualização via VR headset ou telemóvel.
Medida	RA	Fácil	Aplicação de RA simples para medição de objetos no ambiente real usando um dispositivo móvel. Interface intuitiva e fácil de usar.
Open Brush	RV	Médio	Versão open source do <i>Tilt Brush</i> para pintura digital em ambiente VR. Requer headset e oferece grande potencial criativo.
Polycam	RA	Fácil	Ferramenta intuitiva para digitalização 3D com telemóveis. Usada para integrar esculturas em RA/RV.
Qlone	RA	Médio	Ferramenta intuitiva para digitalizar objetos e criar modelos 3D e sua posterior visualização em RA via telemóveis.
Reality Composer	RA	Fácil	Ferramenta da Apple para criar experiências interativas em RA, permite

Ferramenta	Tipo	Nível de Complexidade	Descrição
			adicionar objetos 3D, animações e interatividade no ambiente real. Suporta <i>iPhone</i> e <i>iPad</i> .
Reprodutor de média VR	RV	Fácil	App para visualização de vídeos a 360° com óculos VR simples e telemóvel. Navegação intuitiva por toque e movimento, ideal para conteúdos imersivos.
Revit	RA/RV	Avançado	Aplicação profissional de modelação 3D para arquitetura, adequada para desktops. Closed source. Compatível com RV via headset.
SteamVR	RV	Avançado	Plataforma de RV que requer hardware específico, exige conhecimentos de programação e design em RV.
Sketchfab	RA/RV	Fácil	Ferramenta para visualizar modelos 3D de forma interativa, em telemóveis e computadores. Suporte para WebAR, possibilitando visualização de objetos 3D em ambientes reais.
Sketch VR	RV	Avançado	Ferramenta avançada para desenho em 3D no espaço de RV, exigindo conhecimento de modelação 3D, requer headset de RV.
Tilt Brush	RV	Avançado	Ferramenta de pintura em 3D dentro da RV, que exige habilidades de modelação e criação dentro do ambiente imersivo. Requer headset de RV.
Trnio	RA	Fácil	App de fotogrametria para iOS. Permite criar modelos 3D de objetos físicos com qualidade elevada. Alternativa ao Polycam. Compatível com telemóveis.

Ferramenta	Tipo	Nível de Complexidade	Descrição
3D Scanner App	RA	Fácil	Aplicação simples para criar modelos 3D de objetos reais, usada para experiências em RA com telemóveis.

Fonte: Elaboração própria (2025).

A.3. Plataformas e frameworks para RA e RV

Plataformas e kits de desenvolvimento para criação de experiências digitais imersivas.

Ferramenta	Tipo	Nível de complexidade	Descrição
A-Frame	RV/RA	Avançado	Framework para criação de ambientes de RA/RV baseados em web. Exige conhecimentos de programação. Compatível com telemóveis e VR headsets.
ARCore	RA	Avançado	Plataforma da Google para criação de RA. Requer conhecimentos técnicos e programação (Android). Suporta telemóveis.
ARki	RA	Fácil	Plataforma simples para criação de visualizações 3D em RA. Usada em arquitetura, compatível com telemóveis e tablets.
ARKit	RA	Avançado	Similar ao ARCore, mas destinada a dispositivos Apple.
Eduverse	RA/RV	Fácil	Plataforma educativa de RA/RV, para ensino, permitindo a criação de experiências imersivas e colaborativas. Compatível com telemóveis, tablets e VR headsets.
Kiri Engine	RA	Fácil	Ferramenta de fotogrametria simples e útil para criação de RA a partir de imagens reais. Suporta telemóveis.
Metaclass	RA/RV	Médio	Plataforma para criar experiências imersivas em RV/RA na educação e apresentações. Compatível com telemóveis e VR headsets.

Ferramenta	Tipo	Nível de complexidade	Descrição
Metaverse Studio	RA/RV	Médio	Ferramenta para criar mundos e experiências interativas no Metaverso. Complexa, oferece muitas funcionalidades
Oculus SDK	RV	Avançado	Software Development Kit (SDK) para desenvolvimento de experiências e aplicações de RV em dispositivos Oculus. Exige headset Oculus e conhecimentos avançados de programação.
Unity (versão gratuita Personal)	RV/RA	Avançado	Plataforma de criação de jogos e experiências em RV/RA. Compatível com telemóveis e VR headsets, exige programação e modelação 3D. Versão gratuita disponível para estudantes e pequenas equipas.
Unity AR Companion	RA	Médio	Extensão do Unity para criação de experiências de Realidade Aumentada. Facilita o desenvolvimento, mas ainda exige conhecimentos técnicos básicos de programação e design. (SDK)
Unreal Engine	RV/RA	Avançado	Plataforma para criação de experiências em RV e RA, com recursos gráficos e de programação avançados, que exigem conhecimentos de design 3D e programação. Compatível com telemóveis e VR headsets.
Vuforia	RA	Avançado	Plataforma robusta para desenvolvimento de RA, que exige conhecimentos de programação para criar experiências interativas, especialmente em dispositivos móveis. (SDK)
Vuforia Studio	RA	Avançado	Ferramenta sólida para desenvolvimento de RA em ambientes industriais e comerciais, exige um alto nível de conhecimento técnico, em programação e design de RA. Compatível com telemóveis. (SDK)

Ferramenta	Tipo	Nível de complexidade	Descrição
Zappar (ZapWorks)	RA	Médio	Plataforma para criação de experiências interativas de RA. Adequada para utilizadores com algum conhecimento técnico, sem necessidade de conhecimentos especializados. Compatível com telemóveis e tablets.
3Spin Learning	RV/RA	Médio	Plataforma de RA e RV direcionada para a educação e interação. Requer alguns conhecimentos técnicos, mas não exige competências avançadas, acessível para quem já tem familiaridade com tecnologia educacional. Compatível com telemóveis e VR headsets.
8th Wall	RA	Avançado	Plataforma avançada para criação de RA baseada em web. Requer JavaScript e conhecimentos técnicos. Compatível com telemóveis. (SDK)

Nota. Kits (SDKs) são conjuntos de ferramentas e bibliotecas que permitem criar aplicações em RA e RV. Fonte: Elaboração própria (2025).

A.4. Dispositivos (hardware) para RA e RV

Equipamentos utilizados para visualização e interação em experiências de RA e RV.

Ferramenta	Tipo	Nível de complexidade	Descrição
Google Cardboard	RV	Fácil	Óculos simples de cartão, acessíveis, para experiências básicas de Realidade Virtual (RV); requer telemóvel inserido no visor.
VR Box 2	RV	Fácil	Óculos para telemóvel com lentes integradas, maior conforto e estabilidade que o Cardboard; experiências básicas de RV (visão e som através do telemóvel).
Oculus Meta Quest 2	RV	Médio	Óculos <i>standalone</i> com lentes integradas, controladores de movimento e suporte a jogos e aplicações educativas; podem ligar-se a PC ou telemóvel.
Oculus Meta Quest 3	RM	Médio/ Avançado	Óculos <i>standalone</i> com alta resolução, rastreio avançado e Realidade Mista (RM); funcionam de forma independente ou estabelecer ligação a PC ou telemóvel; incluem controladores de movimento.
Oculus Meta Quest 3S	RM	Médio	Versão mais acessível do Quest 3, mantendo as principais funcionalidades (incluindo passthrough colorido) e compatibilidade com aplicações de RV e RM.

Fonte: Elaboração própria (2025).

A.5. Avaliação comparativa das ferramentas mais relevantes (freemium)

Ferramenta	Tipo (RA/RV)	Acesso freemium	Facilidade de uso	Compatível com telemóvel	Integração com arte física	Requer headset	Recomendado no contexto escolar
Adobe Aero	RA	Sim	Fácil	Sim (iOS)	Sim	Não	Sim
Artivive	RA	Sim	Fácil	Sim	Sim	Não	Sim
CoSpaces Edu	RA/RV	Sim	Fácil	Sim	Parcial (ambiente virtual)	Não obrigatório	Sim
Eduverse	RA/RV	Sim	Fácil	Sim	Sim	Não obrigatório	Sim
Polycam	RA	Sim	Fácil	Sim	Sim	Não	Sim
Zappar	RA	Sim	Média	Sim	Sim	Não	Sim
Reality Composer	RA	Sim	Fácil	Sim (iOS)	Sim	Não	Sim
Sketchfab	RA/RV	Sim	Fácil	Sim	Sim	Não	Sim
Trnio	RA	Sim	Fácil	Sim (iOS)	Sim	Não	Sim

Fonte: Elaboração própria (2025).

Anexo B – Tabelas: Sistematização das fases do projeto em RA e RV

B.1. Sistematização das fases do processo de Realidade Virtual (RV)

Fase Nº	Fase	Atividade desenvolvida	Ferramentas e recursos utilizados	Constrangimentos técnicos	Reflexões/reações dos estudantes
1	Invenção e concepção das esculturas lineares (físicas)	Modelação de esculturas lineares. Trabalho colaborativo a pares.	Materiais plásticos diversos (ramos, arame, fita adesiva, trapilho)	Desafios na coesão estrutural e na manipulação em grande escala.	Elevado envolvimento na fase escultórica inicial, com forte componente expressiva.
2	Pesquisa de tecnologias digitais	Identificação de aplicações de RA/RV adequadas, segundo critérios pré-definidos de acessibilidade e aplicabilidade artística. Trabalho em grupo.	Pesquisa online; <i>App Store</i> ; <i>Google Play</i>	Dificuldade em encontrar ferramentas funcionais dentro de planos <i>freemium</i> .	Alguns estudantes com resistência inicial; progressiva integração com apoio entre pares e docente.
3	Apresentação das pesquisas em grupo/turma	Partilha oral e visual dos resultados da pesquisa dos grupos perante a turma.	Apresentações informais com recurso a projeção de imagens		Curiosidade e interesse na partilha e descoberta dos resultados alcançados pelos colegas.

Fase Nº	Fase	Atividade desenvolvida	Ferramentas e recursos utilizados	Constrangimentos técnicos	Reflexões/reações dos estudantes
4	Aprofundamento das pesquisas	Preenchimento de uma tabela colaborativa com dados comparativos das aplicações exploradas.	<i>Google Sheets</i> (colaboração online)		
5	Elaboração de tecidos em tear	Produção de composições têxteis em teares de cartão. Trabalho individual.	Fios, lãs, teares artesanais em cartão	Execução morosa e exploração pouco criativa e limitada, de pontos e texturas.	
6	Seleção de aplicações para os Projetos	Escolha informada das aplicações mais pertinentes para cada fase do Projeto.	Tabela partilhada; dispositivos móveis	Falta de experiência técnica dificultou a tomada de decisão inicial.	Troca ativa de opiniões entre colegas sobre as potencialidades das aplicações.
7	Digitalização das estruturas físicas	<i>Scan</i> 3D das estruturas com recurso à fotogrametria móvel.	<i>Polycam</i> (versão freemium); exportação em <i>.glb</i>	Dificuldades na captura de elementos finos; interferência da luz ambiente.	Colaboração e persistência entre pares para superar limitações técnicas
8	Conversão e importação de modelos	Conversão dos ficheiros <i>.glb</i> para <i>.obj</i> e importação para os ambientes <i>CoSpaces Edu</i> .	Conversores <i>online</i> ; <i>CoSpaces Edu</i> (versão freemium)	Problemas técnicos na conversão e importação dos modelos 3D.	Resolução colaborativa com apoio docente.

Fase Nº	Fase	Atividade desenvolvida	Ferramentas e recursos utilizados	Constrangimentos técnicos	Reflexões/reações dos estudantes
9.1	Criação de ambientes a 360º com Inteligência Artificial (IA)	Geração de ambientes 360º com ferramentas de IA; criação de <i>prompts</i> .	<i>Skybox AI; Leonardo AI; Midjourney</i> (versão freemium) e <i>Paint</i>	Presença de marcas de água; imagens com dimensões desajustadas.	Desenvolvimento de espírito crítico e resolução criativa de problemas.
9.2	Criação e produção manual de fundos 360º	Criação de fundos panorâmicos através de colagens, desenhos/pinturas ou fotografia.	Materiais plásticos e bidimensionais diversos; <i>Telemóveis</i> ; software gráficos; <i>Paint</i> .	Adaptação de formatos e dimensões ao <i>CoSpaces Edu</i> .	Exploração estética personalizada e controlo sobre a linguagem visual.
10	Construção de ambientes virtuais (RV)	Colocação dos modelos 3D no espaço tridimensional digital.	<i>CoSpaces Edu</i> (versão freemium)	Apoio pontual no manuseamento de ferramentas digitais.	Crescimento da autonomia na construção da composição espacial virtual.
11	Inserção de movimento	Aplicação de animações aos modelos 3D e objetos no ambiente.	<i>CoSpaces Edu</i> (versão freemium)	Apoio pontual no manuseamento de ferramentas digitais.	Descoberta de possibilidades narrativas e de interação; reforço da autonomia técnica.
12	Integração de som	Incorporação de faixas de áudio (.mp3) nos ambientes digitais.	<i>Software</i> de edição e exportação de áudio; bancos de som online; <i>CoSpaces Edu</i>		Valorização sensorial e reforço da imersividade dos ambientes.

Fase Nº	Fase	Atividade desenvolvida	Ferramentas e recursos utilizados	Constrangimentos técnicos	Reflexões/reações dos estudantes
13	Experimentação em Realidade Virtual	Visualização imersiva através dos óculos RV Projeção para a turma via <i>mirroring</i> (espelhamento do ecrã).	Óculos <i>Google Cardboard</i> e <i>Meta Quest 2</i> ; <i>Meta Horizon</i> ; <i>Samsung Flow</i> ; telemóvel; computador	Apenas um par de óculos <i>Meta Quest 2</i> disponível; instabilidade da rede <i>Wi-Fi</i>	Entusiasmo generalizado; partilha e curiosidade nos momentos de visualização.
14	Ajustes finais dos ambientes	Correções criativas e técnicas dos espaços virtuais criados.	<i>CoSpaces Edu</i> (versão <i>freemium</i>)		
15	Reflexão sobre a integração digital	Discussão crítica sobre a presença do digital na prática artística contemporânea.	Debate em grupo	Alguma resistência inicial de alunas sobre a integração do digital em disciplinas “não digitais”.	Reconhecimento do potencial criativo do digital na criação artística contemporânea.
16	Relações interpessoais e colaboração	Observação das relações interpessoais desenvolvidas ao longo do processo.			Reforço da entreatajuda, espírito de grupo e partilha entre estudantes.

Fonte: Elaboração própria (2025).

B.2. Sistematização das fases do processo de RA

Fase Nº	Fase	Atividade desenvolvida	Ferramentas e recursos utilizados	Constrangimentos técnicos	Reflexões/reações dos estudantes
1	Tentativa inicial de integração de RA	Testar as estruturas físicas (não intervencionadas) como <i>trigger</i> .	<i>Artivive; Remove .bg</i>	Baixo contraste entre estruturas e fundo; falhas na leitura da aplicação; iluminação insuficiente.	Frustração com obstáculos técnicos; compreensão da necessidade de adaptação da estratégia.
2	Intervenção têxtil nas estruturas	Aplicação direta de técnicas têxteis nas esculturas tridimensionais.	Materiais têxteis variados	Seleção e adaptação dos materiais; necessidade de experimentar soluções.	Aumento da confiança e motivação; maior autonomia e familiaridade com o trabalho físico.
3	Documentação fotográfica	Registo fotográfico do processo com cuidado no enquadramento e iluminação.	Câmaras de <i>telemóveis</i>	Garantir consistência visual; dificuldades com iluminação e enquadramento.	Reconhecimento da importância da documentação como forma de comunicação artística.

Fase Nº	Fase	Atividade desenvolvida	Ferramentas e recursos utilizados	Constrangimentos técnicos	Reflexões/reações dos estudantes
4	Edição de vídeos curtos	Criação de vídeos de 10-15 segundos a partir das fotos da intervenção têxtil.	<i>CapCut, InShot</i> (versão <i>freemium</i>)	Dificuldade em equilibrar som e imagem; evitar cortes abruptos no áudio.	Familiaridade com aplicações facilitou a edição; alguns desafios no equilíbrio som-imagem.
5	Criação de imagem <i>trigger</i>	Desenho manual das silhuetas pretas sobre fundo branco.	Papel, marcadores, tinta preta	Necessidade de alto contraste para leitura correta no <i>Artivive</i> .	Compreensão do papel do <i>trigger</i> visual na ativação do conteúdo aumentado.
6	Importação para o <i>Artivive</i>	Carregamento dos vídeos na plataforma e teste da leitura das imagens <i>trigger</i> .	<i>Artivive</i> (versão <i>freemium</i>)	Limitações do plano <i>freemium</i> ; necessidade de editar vídeos externamente.	Desenvolvimento de soluções para contornar limitações técnicas; adaptação prática.
7	Apresentação em RA	Visualização dos vídeos integrados em RA na última aula.	<i>Artivive</i> (versão <i>freemium</i>), <i>telemóveis</i>	Ajustes no alinhamento e na leitura por causa da iluminação e contraste.	Valorização da RA como forma de enriquecer a apresentação artística.
8	Reflexões sobre integração digital	Comentários sobre potencialidades da integração entre elementos físicos e digitais.			Reconhecimento do potencial da RA que integra camadas físicas e digitais, ampliando a narrativa.

Fonte: Elaboração própria (2025).

Anexo C - Pedidos de autorização

C.1. Autorização da direção da escola

Documento enviado à Direção do Agrupamento de Escolas de Carcavelos.

Carcavelos, 07 de abril de 2025

Assunto: Pedido de autorização para o desenvolvimento do projeto de investigação

Exma. Senhora Diretora do Agrupamento de Escolas de Carcavelos,

No âmbito da realização do trabalho final para obtenção do grau de mestre em Audiovisual e Multimédia, curso que frequento na Escola Superior de Comunicação Social de Lisboa no ano letivo 2024/2025, venho por este meio solicitar autorização para a implementação de um projeto de investigação com os alunos do 11º ano de Artes.

O projeto intitula-se "Integração da Realidade Aumentada e da Realidade Virtual em Projetos Artísticos" e tem como objetivo explorar de que forma estas tecnologias podem ser integradas nos processos criativos dos alunos, através da utilização de aplicações digitais para dispositivos móveis.

As técnicas de investigação a utilizar incluem:

- Observação direta em contexto de aula;
- Recolha de registos fotográficos e audiovisuais dos trabalhos (mediante consentimento informado);
- Registo de reflexões dos alunos e da docente;
- Análise dos projetos artísticos desenvolvidos ao longo do processo.

O projeto respeitará integralmente os princípios éticos da investigação em contexto educativo:

- Será solicitado consentimento informado aos encarregados de educação dos alunos envolvidos;
- Os dados recolhidos serão tratados de forma confidencial e anónima, destinando-se exclusivamente a fins académicos;

- Será garantido o bem-estar, a privacidade e a segurança dos alunos, com total respeito pelas normas da escola.

Acredito que este projeto poderá contribuir para o enriquecimento da experiência educativa dos alunos e para a atualização das práticas pedagógicas no ensino das Artes visuais.

Fico ao dispor para prestar qualquer esclarecimento adicional e comprometo-me a partilhar os resultados da investigação com a Direção da escola

Com os melhores cumprimentos,

Patrícia Celorico Drago Cansado Loureiro
Docente

Na qualidade de Diretora do Agrupamento de Escolas de Carcavelos, tomei conhecimento e autorizo a implementação do projeto supramencionado.

Marta Sofia Cardoso Loureiro
Diretora

Carcavelos, _____ de _____ de 2025

C.2. Autorização dos encarregados de educação

Documento enviado aos encarregados de educação dos alunos do 11º ano de Artes.

Pedido de Autorização aos Encarregados de Educação

Carcavelos, 8 de abril de 2025

Exmo(a). Sr(a). Encarregado(a) de Educação,

No âmbito do segundo ano do mestrado em Audiovisual e Multimédia, que frequento na Escola Superior de Comunicação Social de Lisboa, estou a desenvolver um projeto de investigação intitulado "Integração da Realidade Aumentada e da Realidade Virtual em Projetos Artísticos", com o objetivo de explorar como as tecnologias de RA e Realidade Virtual (RV) podem ser incorporadas no processo criativo de alunos do ensino artístico, utilizando aplicações móveis.

Para o desenvolvimento deste projeto, venho por este meio solicitar a sua autorização para:

- Recolher registos do processo criativo do(a) seu(sua) educando(a), incluindo anotações, respostas a questionários ou entrevistas sobre a sua experiência com a Realidade Aumentada e Virtual;
- Recolher registos fotográficos e audiovisuais, exclusivamente para fins académicos, documentando a interação do(a) aluno(a) com as ferramentas digitais e os seus trabalhos artísticos;
- Utilizar os trabalhos artísticos desenvolvidos pelo(a) aluno(a) como parte da análise da investigação, podendo ser apresentados no âmbito do projeto.
- A confidencialidade dos dados será rigorosamente assegurada. Todos os registos serão utilizados exclusivamente para fins de investigação, de forma anónima, sem divulgação de informações pessoais. Nenhuma imagem ou registo será partilhado publicamente sem autorização prévia por escrito.

Agradeço desde já pela sua atenção e colaboração. Fico disponível para quaisquer esclarecimentos adicionais.

Com os melhores cumprimentos,

Patrícia Celorico Drago Cansado Loureiro
Docente de Artes visuais

Na qualidade de Encarregado(a) de Educação do(a) aluno(a)

_____ nº
_____ do 11ºART, tomei conhecimento e:

Autorizo a implementação do projeto supramencionado

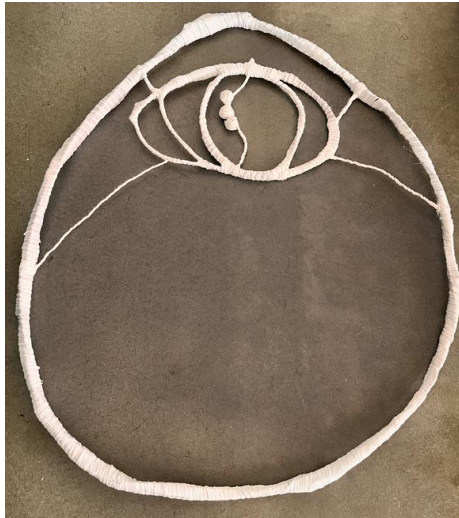
Não autorizo a implementação do projeto supramencionado

Assinatura do(a) Encarregado(a) de Educação

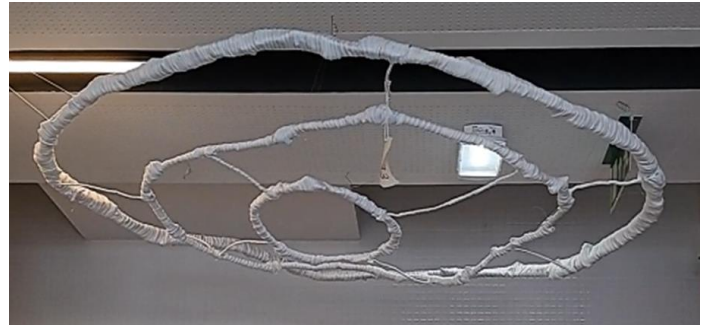
Data ____/ ____/2025

Anexo D - Fotografias das peças físicas

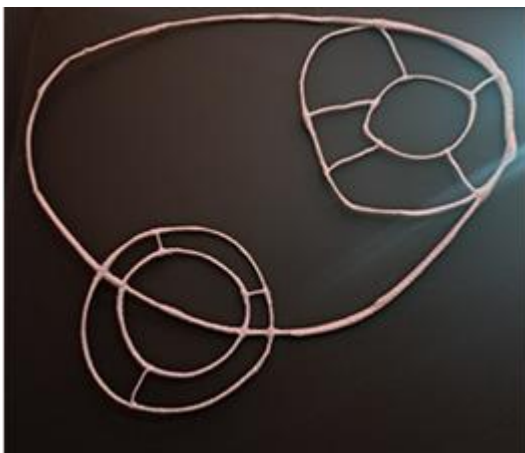
D.1. Esculturas lineares



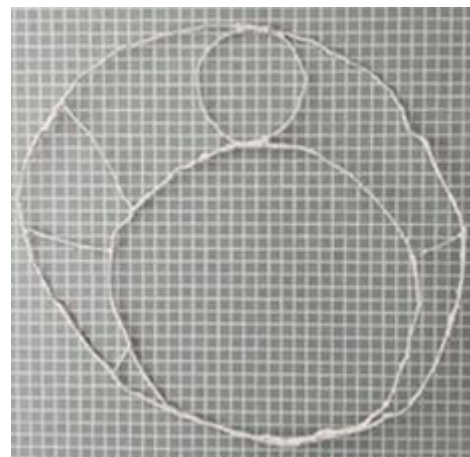
Grupo 1



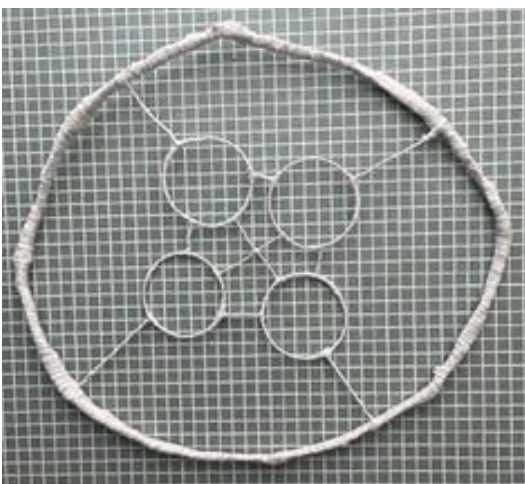
Grupo 2



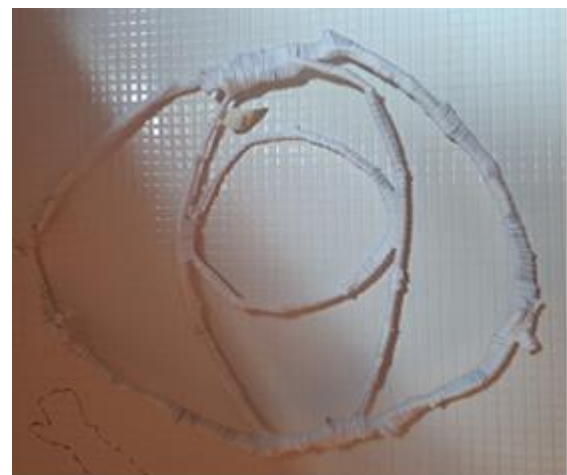
Grupo 3



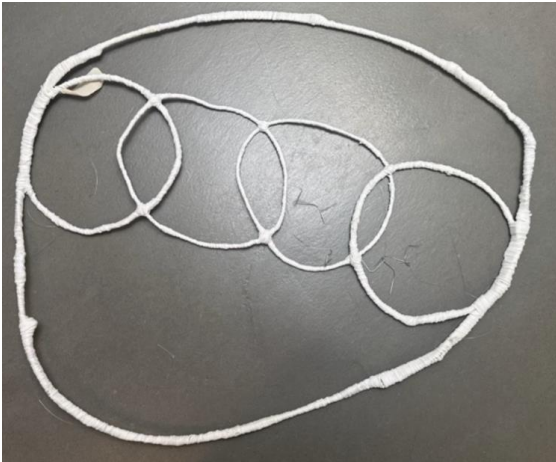
Grupo 4



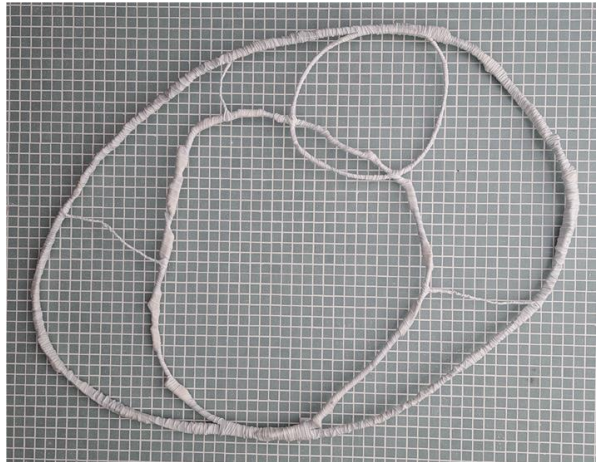
Grupo 5



Grupo 6



Grupo 7



Grupo 8



Grupo 9



Grupo 10



Grupo 11



Grupo 12



Grupo 13



Grupo 14

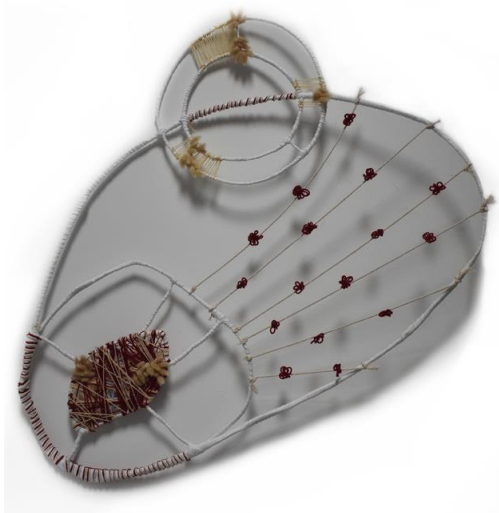
D.2. Esculturas finais tecidas



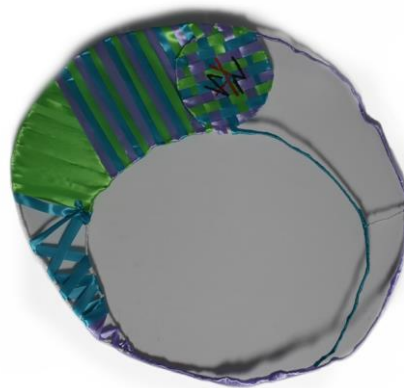
Grupo 1



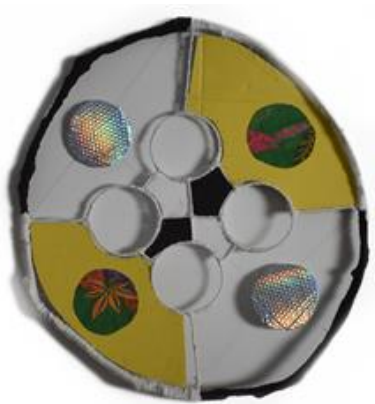
Grupo 2



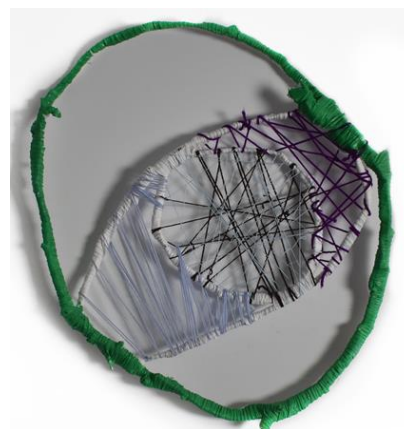
Grupo 3



Grupo 4



Grupo 5



Grupo 6



Grupo 7



Grupo 8



Grupo 9



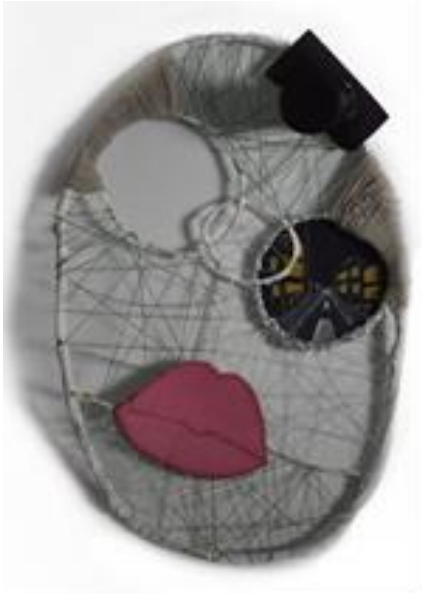
Grupo 10



Grupo 11



Grupo 12



Grupo 13



Grupo 14

Anexo E – Questionário estruturado

E.1. Instrumento de recolha de dados: Questionário aplicado

Questionário de Avaliação sobre o Uso de RA e Realidade Virtual (RV) em Projetos Artísticos

Este questionário tem como objetivo recolher a tua opinião sobre o uso da RA e da Realidade Virtual (RV) nos projetos artísticos desenvolvidos nas aulas. As tuas respostas irão contribuir para compreender de que forma estas tecnologias podem apoiar o processo criativo e melhorar o ensino das Artes.

A tua participação é voluntária, e todas as respostas são anónimas e confidenciais. Não será recolhida qualquer informação pessoal que permita a tua identificação. Os dados serão utilizados exclusivamente para fins de investigação académica.

Instruções

- Responde com sinceridade, com base na tua experiência durante o projeto.
- Algumas questões possuem opções de resposta numa escala de 1 a 5; outras são de resposta aberta.
- Não existem respostas certas ou erradas; o importante é a tua opinião e experiência.
- Quando indicado, assinala a tua resposta com um “X” na linha da escala.

Informações Iniciais

1. Em que contexto tiveste contacto com plataformas de RV e RA?

(Marca as opções que se aplicam.)

Exposições virtuais

Jogos

Aplicações para telemóvel

Sala de aula

Nunca tive contacto

Outro: _____

Seção 1: Participação no Projeto

2. Indica as ferramentas que utilizaste no teu projeto.

(Marca as que usaste.)

- Polycam
- Skybox
- CoSpaces (Delightex)
- PicsArt
- Spring
- Artivive
- Outras. Quais? _____

3. Em que etapas integraste as tecnologias digitais?

(Assinala com um "X" a tecnologia utilizada em cada etapa.)

Etapa	RV (Realidade Virtual)	RA (Realidade Aumentada)	NA (Não Aplicável)
(1) Modelação e renderização das peças 3D (ex: Polycam)			
(2) Pintura e texturização digital (ex: PicsArt)			
(3) Criação de ambiente imersivo em RV (ex: Skybox AI, CoSpaces)			
(4) Introdução de movimento/animação (CoSpaces)			
(5) Integração de som			
(6) Criação de experiências em RA (ex: Artivive, Canva)			
(7) Passagem de ficheiros entre plataformas (conversão de formatos, etc.)			
(8) Criação de um vídeo (ex: CapCut, Spring)			

Seção 2: Experiência com Realidade Virtual (RV)

Indica o teu grau de concordância com as seguintes afirmações:

(1 = *Discordo totalmente* | 2 = *Discordo* | 3 = *Nem concordo nem discordo* | 4 = *Concordo* | 5 = *Concordo totalmente*)

Assinala com um “X” na linha da escala.

Parte 1 - O que fiz, como fiz e o que aprendi

- 1 Aprendi a transformar a estrutura física numa estrutura digital 3D.
1 2 3 4 5
- 2 Aprendi a imaginar um espaço virtual para integrar a minha estrutura.
1 2 3 4 5
- 3 Aprendi a adequar a dimensão das peças 3D ao espaço virtual.
1 2 3 4 5
- 4 Aprendi a posicionar as peças no espaço virtual em 360°.
1 2 3 4 5
- 5 O movimento das peças contribuiu para manter o meu interesse pelo espaço criado.
1 2 3 4 5
- 6 O movimento da minha cabeça e do meu corpo ajudou-me a perceber melhor o espaço virtual que estava a criar.
1 2 3 4 5
- 7 A introdução do som aumentou a sensação de imersão no ambiente virtual.
1 2 3 4 5
- 8 Aprendi a combinar técnicas digitais com práticas artísticas tradicionais.
1 2 3 4 5

Parte 2- Dificuldades sentidas

- 9 A renderização das peças exigiu várias tentativas até obter um modelo satisfatório.
1 2 3 4 5
- 10 Tive dificuldade em transferir ficheiros entre plataformas ou converter formatos.
1 2 3 4 5
- 11 Encontrei limitações na versão gratuita das ferramentas utilizadas (ex: marcas de água, restrições de gravação, exportação, movimentos e texturização, formatos incompatíveis).
1 2 3 4 5

12 Senti desconforto físico ao entrar nos ambientes imersivos (como náuseas, tonturas, fadiga, enjoo, cansaço visual, vertigens ou pressão causada pelo equipamento).

1 2 3 4 5

Parte 3 - Colaboração e impacto da experiência

13 O desenvolvimento do projeto promoveu o trabalho colaborativo com os meus colegas.

1 2 3 4 5

14 Partilhei estratégias e soluções técnicas com os meus colegas ao longo do processo.

1 2 3 4 5

15 Após a experiência com RV, sinto-me mais confiante para explorar ferramentas digitais no meu percurso artístico.

1 2 3 4 5

16 O projeto ajudou-me a perceber como a tecnologia pode complementar as práticas artísticas tradicionais.

1 2 3 4 5

Seção 3: Avaliação da Experiência com RA

Indica o teu grau de concordância com as seguintes afirmações:

(1 = Discordo totalmente | 2 = Discordo | 3 = Nem concordo nem discordo | 4 = Concordo | 5 = Concordo totalmente)

Assinala com um “X” na linha da escala.

Parte 1 - O que fiz, como fiz e o que aprendi

1. Aprendi a transformar uma sequência de imagens num vídeo sobre o meu processo artístico.

1 2 3 4 5

2. Aprendi a integrar elementos visuais e sonoros num vídeo de curta duração.

1 2 3 4 5

3. O processo de montagem do vídeo ajudou-me a refletir sobre o processo de criação da minha peça.

1 2 3 4 5

4. Desenvolvi competências artísticas e técnicas através da combinação de práticas têxteis e digitais.
1 2 3 4 5
5. Compreendi como a RA pode criar uma nova camada de leitura sobre uma obra física.
1 2 3 4 5
6. Sinto que este projeto contribuiu para a evolução da minha linguagem artística.
1 2 3 4 5

Parte 2- Dificuldades sentidas

7. Criar uma imagem “trigger” que fosse corretamente reconhecida pela aplicação de RA foi um desafio.
1 2 3 4 5
8. Tive dificuldade em utilizar aplicações de edição de vídeo.
1 2 3 4 5
9. Tive dificuldade em importar o vídeo para a aplicação de RA.
1 2 3 4 5
10. Tive dificuldades em manter o foco ao longo das aulas de desenvolvimento do projeto.
1 2 3 4 5
11. Tive dificuldades em editar o vídeo de forma a manter a consistência com o processo de desenvolvimento da peça física.
1 2 3 4 5

Parte 3 - Colaboração e impacto da experiência

- 12 A RA acrescentou valor ao meu projeto artístico.
1 2 3 4 5
- 13 Esta experiência ajudou-me a pensar de forma diferente sobre o uso da imagem e do vídeo.
1 2 3 4 5
- 14 Trabalhar com RA permitiu-me explorar novas formas de interação entre arte e tecnologia.
1 2 3 4 5
- 15 Esta experiência com RA influenciou positivamente a forma como encaro o fazer artístico.
1 2 3 4 5
- 16 A colaboração dentro do meu grupo de trabalho foi importante para o desenvolvimento do projeto de RA.
1 2 3 4 5

Agradecimento Final

Obrigado/a pela tua participação. A tua opinião é fundamental para melhorar o uso das tecnologias digitais nas aulas de Arte.

E.2. Resultados do questionário estruturado

Nota. Tabela elaborada a partir das respostas obtidas no questionário estruturado, com tratamento e sistematização de dados realizados em Google Sheets/Excel.

Link: [Aceder à pasta digital com a tabela de resultados do questionário](#)

(ficheiro: E.2_Tabela_Resultados_Questionário_RA_RV.xlsx)

Anexo F - Guia do *focus group*

F.1. Guião do *focus group*

Focus Group: Guião de Discussão sobre o Uso de RA e Realidade Virtual (RV) em Projetos Artísticos

Introdução (a ser lida pela moderadora):

Obrigada por participarem nesta sessão. O objetivo deste *focus group* é recolher as vossas opiniões sobre o uso de RA e Realidade Virtual (RV) nos projetos artísticos desenvolvidos nas aulas.

A vossa participação é voluntária e todas as respostas serão anónimas e confidenciais. Esta conversa será gravada com o vosso consentimento, apenas para posterior análise, no âmbito da minha investigação académica.

As vossas opiniões são muito importantes para compreender o impacto do uso destas tecnologias no processo criativo conjugado com a conceção artística tradicional.

Antes de começarmos, gostaria de partilhar algumas regras de funcionamento da sessão:

- É importante que cada pessoa fale uma de cada vez, para que possamos ouvir todas as vozes.
- Nenhuma opinião está errada — todas as contribuições são válidas e desejadas.
- Evitem interromper os colegas ou dominar a conversa.
- Se alguém se afastar muito do tema, procurarei recentrar a discussão.
- O meu papel será apenas moderar e garantir que todos tenham oportunidade de participar.

Estão todos confortáveis com estas regras?"

Perguntas Orientadoras

1. Gostaste mais de explorar a RA ou RV? Porquê?
2. Consideras que o uso do *telemóvel* facilitou o desenvolvimento do teu projeto artístico com RA/RV?

3. Quais foram as principais dificuldades (técnicas ou artísticas) que enfrentaste e como as ultrapassaste?
4. O que aprendeste com este projeto, a nível técnico e artístico?
5. Esta experiência mudou a tua perceção sobre a relação entre a arte e a tecnologia? De que forma?

Encerramento

Muito obrigada pela vossa participação neste grupo de discussão. A vossa opinião é muito importante para o meu projeto de investigação. Se tiverem alguma dúvida ou quiserem falar mais sobre o projeto, estou disponível.

Obrigada, mais uma vez, pelo vosso tempo e contributo!

F.2. Transcrição do *focus group*

Transcrição do Focus Group – Realidade Aumentada e Virtual em Projetos Artísticos

Duração: aproximadamente 30 minutos

Participantes: 7 pessoas

Moderadora (Entrevistadora): 1

Participantes: 6

Participantes:

Participante A

Participante B

Participante C

Participante D

Participante E

Participante F

(As falas foram transcritas respeitando a linguagem oral dos participantes. As reações do grupo estão entre parênteses.)

Moderadora: Vou ler o que aqui está, está bem? Obrigada por participarem nesta sessão.

O objetivo deste *focos group* é recolher as vossas opiniões sobre o uso da realidade aumentada e realidade virtual nos projetos artísticos desenvolvidos nas aulas. A vossa participação é voluntária e todas as respostas serão anónimas e confidenciais.

Esta conversa será gravada com o vosso consentimento, apenas para posterior análise no âmbito da minha investigação académica. As vossas opiniões são muito importantes para compreender o impacto do uso destas tecnologias no processo criativo, conjugado com a concessão artística tradicional. Portanto, há aqui assim dois tipos de concessão.

Antes de começarmos, gostaria de partilhar algumas regras de funcionamento da sessão:

É importante que cada pessoa fale uma de cada vez, para que possamos ouvir todas as vozes. Nenhuma opinião está errada. Todas as contribuições são válidas e desejadas. Evitem interromper os colegas ou dominar a conversa. Se alguém se afastar muito do tema, procurarei recentrar a discussão.

O meu papel será apenas moderar e garantir que todos tenham a oportunidade de participar.

Estão todos confortáveis com as regras?

(Em unísono: “Sim”)

Ok. Vamos às perguntas orientadoras. Vou colocar a primeira. Quando o tema estiver esgotado e mais ninguém tiver nada para dizer, eu coloco a segunda questão. A primeira questão é...

Gostaste mais de explorar a realidade aumentada ou a realidade virtual e porquê?

Participante A: Eu gostei mais da realidade virtual. Não só por causa dos óculos, e que era uma experiência que era muito mais imersiva. A gente estava muito mais lá, dentro do ambiente que a gente tinha criado. Então, para mim, essa é a minha opinião.

Participante B: Eu... Eu acho que... Eu gostei mais dessa parte de criar o ambiente, sobretudo a mais ilusão da realidade aumentada. Exatamente.

Moderadora: A realidade aumentada foi esta última. A realidade virtual foi do ambiente imersivo com os óculos.

Participante B: Eu não gostei muito de nenhuma das duas.

Moderadora: Nenhuma delas? Gostaste mais de fazer as peças, é isso?

Participante B: Sim, sim

Moderadora: Ok.

Participante C: Eu gostei mais da realidade aumentada.

Para mim, eu gostei mais porque foi mais simples. Não é que a outra tenha sido difícil, mas é uma coisa que eu tenho mais facilidade, que foi a realidade aumentada. E eu gostei mais de ver o resultado da realidade aumentada, ver a estrutura e ouvir isso tudo, do que fazer e ver depois a parte da realidade virtual, que eu não achei que fosse tudo o que eu podia fazer.

Achei, pronto, que não foi assim grande coisa.

Moderadora: Ok.

Participante D: Eu gostei mais... Desculpa. Eu gostei mais da realidade virtual. As duas foram bastante interessantes, mas eu gostei mais da realidade virtual porque não só tínhamos uma maior capacidade de personalizarmos mais a experiência, como depois vemos todo o nosso trabalho no ambiente 360, então foi superinteressante.

Participante E: Eu gostei mais da realidade virtual porque eu acho que abre mais para a criatividade, porque como é um mundo completamente vazio, nós temos espaço para criar o que nós temos interesse e criar um espaço só nosso e não tentar criar um espaço entre a realidade, que é algo que já existe e algo que ainda não existe e nós estamos ali a criar.

Acho que é mais interessante criar tudo do zero.

Moderadora: Hum-hum.

Participante F: Eu achei que a realidade virtual foi mais “louca”. Nós metemos os óculos e estávamos mesmo lá dentro e eu fiquei mesmo fascinado, a ver aquilo tudo com os óculos bons, a sério, não são aqueles óculos do chines.

(risos)

Eu achei que a realidade aumentada vai ser muito mais importante e dá para usar muito mais a arte da rua, porque as pessoas andam sempre com o telefone e ninguém anda com óculos. Não

sei se vão andar, mas não parece prático e dá para ver muito mais coisas ao ar livre e em vários sítios e acho que dá para inventar muito e fazer coisas espetaculares.

Moderadora: OK! Querem acrescentar mais alguma coisa?

Participante B: Não, concordo com você.

Participante A: Eu gostaria de acrescentar uma coisa, que na realidade virtual eu também gostaria, nessa experiência da gente, é ter feito o nosso ambiente, tipo... desenhar o nosso ambiente e não ter que utilizar necessariamente a IA. Eu gostaria mesmo de desenhar e fazer o meu.

Moderadora: Exato, é uma boa possibilidade, não é?

Participante B: Sim, mas aí ia ter que ter mais tempo, sim

Moderadora: Pooois...Mais algu..., Participante E!

Participante E: Eu pessoalmente eu desenhei a minha. O espaço que eu criei fui eu que o desenhei.

Foi simples, não foi algo tão detalhado como a IA fez, porque a IA tem um processo mais rápido de criação, porque é uma coisa artificial. Mas o espaço que eu criei foi simples, mas fui o que eu criei desenhado do zero.

Moderadora: Pronto, permite isso, não é?

Participante E: Sim.

Moderadora: Ok! Posso passar para a segunda questão?

(Em uníssono: "Sim pode")

Sim?! Então vamos lá. Consideras que o uso do telemóvel facilitou o desenvolvimento do teu projeto artístico com a realidade aumentada e com a realidade virtual?

Participante C: Claro que sim, porque nós, toda a gente, hoje em dia tem o telemóvel, como é claro, e normalmente os jovens é que têm mais facilidade nisso tudo, então é bom que nós jovens é que fizemos este projeto, porque veio-nos de uma maneira mais fácil os botões e não foi preciso andar muito à procura para as coisas que precisávamos, porque para nós já é, pronto, é como respirar, porque nós crescemos com telemóveis e os tablets e isso tudo, então ter um telemóvel e ter esta aplicação que não é muito difícil de aprender, qualquer aplicação que usámos foi muito fácil e os telemóveis facilitaram imenso isto, em vez de estar sempre a trazer computador ou qualquer cena assim, e nem precisávamos fazer só isto na sala, podíamos fazer em casa facilmente um trabalho assim com o telemóvel só.

Moderadora: Sim

Participante B: Sim, concordo.

Participante D: Eu acho que até mesmo a utilização do telemóvel foi super importante e eu duvido que conseguiria ser feito de forma diferente, mas outra coisa que eu acho que também foi essencial foi a facilidade com que nós conseguimos trabalhar, não por sermos jovens mas sim também por não envolver nenhuma parte de codificação ou temos que saber algum programa tipo Python ou coisas desse género, o facto de nós não termos que passar por isso até nos motivou a fazer a coisa mais depressa e conseguiu ter os trabalhos que nós conseguimos ter.

Entrevistadora: Ok

Participante F: Eu discordo, porque durante esta aprendizagem nós ajudámos muito a professora também, a professora também nos ajudou, mas nós passámos por muitas dificuldades e muitas coisas que achávamos que não íamos conseguir fazer e depois conseguimos passar e tivemos que ir por caminhos mais escuros, lá!

(risos)

Para conseguirmos passar. Para fazermos os trabalhos.

Moderadora: E isso é interessante?

Participante F: É interessante. É interessante e...

Moderadora: O que é interessante?

Participante F: É interessante *“rolar o sistema”* (arranjar maneira de enganar o sistema).

(risos) [enrolar o sistema?]

Participante B: Isso que ele está dizendo mostra também que quando a gente estava fazendo no telemóvel muita gente teve dificuldade e fui uma das pessoas que teve dificuldade porque eu não sabia mexer muito aquilo e então a gente precisava muito da ajuda da professora. Eu acho que sim, nós temos facilidade de trabalhar com aquilo, só que como a gente nunca trabalhou com uma aplicação daquela forma, foi um pouco difícil para algumas pessoas.

Moderadora: Sim, o início.

Participante B: Sim, o início não dava para entender, mas depois a gente percebeu que era fácil.

Moderadora: Sim.

Participante B: Então a gente só ficou mais animada.

Moderadora: Participante A!?

Participante A: É basicamente isso, mas isso também facilitou porque nesse processo de aprendizagem que a gente teve a gente também, ao mesmo tempo, estava aprendendo um pouquinho com a professora e próximo ano também dá a oportunidade de outros aprenderem isso de uma forma muito mais rápida e de uma forma muito mais eficaz até. Então eu acho que sim, os telemóveis ajudaram imenso em todas as condições possíveis e pronto, é isso.

Participante C: Eu estava a dizer que era mais fácil para nós porque eu também estava a contar com a minha própria experiência que eu tinha começado essa parte não só da realidade

aumentada, como também é virtual, já um bocadinho quando as pessoas já tinham descoberto o que há para utilizar, o que é fazer, isso tudo. Então eu também... As pessoas diziam só, faz isto, fiz aquilo. Eu nem precisava descobrir como os outros precisavam e foi muito fácil, mas mesmo é preciso perceber a aplicação e isso tudo e encontrar a aplicação correta foi a parte difícil.

Participante B: Foi engraçado que muita gente...

Moderadora: E porque elas mudam muito rápido.

Participante C: Sim, sim.

Participante B: Tem uns colegas nossos que descobriram e daí faziam, como eu disse...

Participante A: Sim, há colegas que fizeram o trabalho e depois de descobrirem tudo fizeram aquilo numa semana.

Participante B: Exatamente, sim.

Participante A: Porque é bastante fácil.

Participante D: Eu acho que a parte complicada é conseguir acompanhar a velocidade a que isto vai. O facto de as aplicações mudarem tanto e de haverem cada vez mais sistemas diferentes e acabam por ser muitas opções e ter que seleccionar.

Moderadora: Ou terá a ver com a questão de vocês perceberem como é que se processa?

Participante D: Um bocado das duas partes, diria eu.

Moderadora: Como é que se processa? Não terá a ver com a questão do processo? O que é que eu faço com as aplicações? Para que é que elas servem? Qual é o processo? Porque depois, se eu souber o que é que eu vou pesquisar... Não é? Porque às vezes... Não sei, pronto. Deixo à vossa opinião. Participante E?!

Participante E: Eu acho que concordo com todas as opiniões, não tenho nada a dizer.

Moderadora: Concordas? Já está tudo dito.

Participante A: No caso mais visto das aplicações, por exemplo, quando era na realidade aumentada e virtual, muitas pessoas também chegaram a uma só conclusão. Quando teve o trabalho das pesquisas, muitas pessoas chegaram a *Polycam*, por exemplo. Muitas pessoas mesmo.

Então acho que dessa parte de saber em si quais são as aplicações que fazem o quê, acho que também foi bastante fácil.

Moderadora: Pois. Mas ajuda, não é?

Participante A: Sim.

Moderadora: Sim. Posso passar para a terceira?

Entrevistados (em uníssono): Sim, claro.

Moderadora: Quais foram as principais dificuldades técnicas ou artísticas que enfrentaste e como as ultrapassaste?

Agora começa ali a Participante C.

Participante C: O facto de o trabalho, no princípio, não me motivar nem me interessar, foi a parte mais difícil para mim. Porque, para começar sequer, foi..., é que eu nem queria pensar sobre o trabalho, porque quando começava a pensar ficava logo lá achando que não queria estar aqui. Isso é tão chato! Quando comecei, porque precisava começar, como é claro, não foi tão chato, mas mesmo assim, não é que eu tive nenhuma dificuldade técnica, mas é só o facto do trabalho, para mim, ter sido aborrecido do tema, da coisa em si. Não foi muito cativante para mim, isso foi a minha maior dificuldade, continuar a motivar-me quando estava a fazer o trabalho.

Moderadora: Ok. Diz lá Participante A.

Participante A: Eu acho que a minha maior dificuldade foi perante o meu preconceito com o IA, que eu não queria mesmo utilizar.

Só de pensar que o trabalho teria que usar o IA numa coisa artística, e também não só porque era um trabalho que depois começou a ser um bocadinho aborrecido, porque eram sempre as mesmas pesquisas e sempre ia dar a mesma coisa. Acho que esse foi a minha maior dificuldade de todo o trabalho, até o final dele.

Moderadora: A IA, só para esclarecer, a IA não era obrigatória, foi um processo, tanto que o Participante E acabou por não fazer, através do IA desenhou, não é? Mas foi um processo rápido para vocês poderem se aperceber qual poderia ser o resultado da criação de um ambiente virtual e colocação de peças vossas, não é? Lá dentro, foi só isso.

Porque podíamos estar numa aula de desenho e criar todo o ambiente imersivo, sem colocar lá nada, todo o ambiente imersivo com desenhos, com pinturas vossas, não é? Isso foi uma estratégia rápida para se poder fazer a experiência com as peças que vocês tinham criado. Só para esclarecer.

Participante F: Eu sinto até que, como ninguém estava motivado a fazer o trabalho, eu acho que foi por, para ser sincero, porque a professora dava muita informação no início de todas as aulas e nós metíamos muita coisa na cabeça e só nos stressava mais e nós não conseguíamos perceber para onde começar, então eu acho que começou a dar certo quando começámos toda a gente a fazer o mesmo, passo a passo.

Entrevistados (vários): concordam com o que o Participante F disse

Moderadora: Quando comecei a dar orientações mais precisas e deixar-vos menos escolher e andar à deriva, principalmente alguns alunos.

Participante F: Sim, depois nós íamos conseguir chegar a tudo, mas se fôssemos fazendo passo a passo, acho que...

Moderadora: Ok.

Participante B: Sim, e também, isso, essas coisas, muita informação, parecia que eram muito difíceis as coisas, então a gente ficava, ah, isso daqui eu não consigo fazer, isso não vou fazer, então era fazer antes desse pensamento.

Só que acabou aqui, como a professora deu detalhes, então foi mais fácil.

Participante F: Isso, é como, por exemplo, as tarefas do dia, se nós escrevemos as tarefas e fomos marcando, nós vamos ficando com mais vontade de fazer porque vamos ver que as coisas vão ser feitas.

Participante B: Depois tu fazes tópicos, aí é mais fácil.

Moderadora: Ok. Mais alguém?

Participante A: E também á turma, logicamente, quando isso começou a acontecer mais, muitas pessoas começaram a despachar os trabalhos muito rapidamente.

Participante B: Porque se motivaram.

Participante C: Sim. E eu acho também, claro que nas turmas, há sempre aquelas pessoas que não vão trabalhar. E as pessoas que trabalham assim, mais ou menos, veem essas pessoas que não estão a trabalhar e pensam, ok, também me posso encostar um bocadinho à sombra da bananeira, porque ninguém está a fazer nada aqui que posso também não fazer, que também vou passar despercebida, então também não é assim muito importante.

Mas era preciso a professora começar a dizer, ok, agora vamos todos aqui, agora vamos aqui, agora vamos aqui, para as pessoas começarem a perceber o que é mesmo que fazer. Porque se a professora diz, é preciso fazer isto, isto, isto, isto, nesta app, nesta app, nesta app, ninguém vai saber onde começar sequer.

Moderadora: Sim

Participante A: E não só, as pessoas que trabalhavam já bastante, como elas terminaram rápido, depois também ficaram um bocadinho na “*sombra da bananeira*” (sem fazer nada ou fazendo pouco), o resto do período todo, que as pessoas estavam também à “*sombra da bananeira*”, porque não sabia mesmo.

Moderadora: Pois, alguns despacharam-se mais depressa.

Participante B: Esse daqui já é uma parte de dificuldade, quando estava trabalhando com a Participante C, eu tinha um problema, ela fazia a maior parte das coisas, questão dos computadores e isso tudo, porque eu não conseguia entender, mas eu tentava, eu tentei algumas partes assim, mas eu não tenho tanta facilidade.

Entrevistadora: Mas conseguiste perceber, ao menos?

Participante B: Sim, consegui perceber, mas a questão dos movimentos, aquela coisa dos movimentos de pular,

Participante C: Isso daí eu percebi.

Participante B: Isso daí foi um pouco confuso, mas eu fui uma das pessoas em que não me senti tanto motivada, mas depois eu consegui fazer as coisas.

Moderadora: Também é importante que...

Participante B: Eu fiquei com medo de ficar na “*sombra da bananeira*”.

Moderadora: Pois, é importante vocês também perceberem o que é que estão a fazer, não é? E não terem medo de dizer isso.

Participante B: Então isso me fez querer fazer o trabalho também.

Moderadora: Sim. Posso passar para outra?

Entrevistados (em uníssono): Sim.

Moderadora: Ora bem, quarta. **O que aprendeste com este projeto a nível técnico e artístico?**

Participante C: Eu vou usar a minha experiência pessoal. Aprendi... Não é que aprendi, é, consolidei os conhecimentos que eu já tinha na parte manual só e na parte prática que estivemos a fazer estruturas.

Porque naquela parte do computador, claro que com as aplicações que havia, o PolyCam e isso tudo, aprendi como mexer nessas aplicações específicas, só que da maneira que eu vejo a minha vida a decorrer com a carreira que eu espero ter, eu não vejo isso... Claro que posso estar errada, a vida muda de maneiras que nós não estamos à espera, só que da maneira que eu vejo como a minha vida está a ir, eu não me vejo a usar estes conhecimentos, muito.

Moderadora: Sim, mas...

Participante C: Então, eu que aprendi isso, especificamente sobre as aulas e isso tudo, porque outras coisas eu já sabia.

Moderadora: Mas, por exemplo, a utilização, a possibilidade de utilizar os óculos, não te fez perspectivar nada de outra maneira?

Participante C: Não.

Moderadora: Não. Ok.

Participante B: Eu no início, quando a professora falou que praticamente qualquer trabalho que a gente fosse entrar em questão de artes, essa coisa toda, a gente provavelmente ia usar esses materiais.

E eu pensei assim, ah, mas eu acho que eu vou precisar mesmo, é obrigatório. Mas só que eu parei para pensar que o nosso mundo agora vai começar, já está começando a depender disso. E eu fiquei assim, realmente eu acho que no meu futuro provavelmente eu vou ter que usar isso daqui.

E eu acho que foi uma boa lição que eu tive, de aprender essa coisa toda, apesar de eu não ter gostado de algumas partes. Mas isso fez eu ter uma visão para o futuro de ir usando isso já. Que era o que eu não queria.

Moderadora: Muito bem.

Participante A: Focando um pouquinho no comentário que a professora disse antes, por exemplo, os óculos também foi uma coisa que a gente já cresceu também. Eu lembro muitas vezes eu estar com os óculos jogando Five Nights at Freddy's.

Eu me lembro de jogar. Sim, e era um... Nunca... No início, quando eu era criança, realmente me surpreendia. Mas como eu já cresci com esse tipo de coisa.

E com a nossa geração em si, já cresceu vendo ou vídeos no YouTube, ou mesmo vídeos no YouTube que nós conseguimos fazer 360 e é só rodar assim. Então, foi um processo. Foi bom de a gente aprender. Claramente!

E de aprender de uma forma mais rigorosa. Mas... Se a gente quisesse aprender isso depois, também conseguia, porque é um processo bastante fácil. Então, é mesmo isso.

Moderadora: Com estas aplicações.

Participante B: Eu acho que a gente vai precisar dela bastante no futuro.

Moderadora: Com estas aplicações. Mas alguém quer responder a mais esta questão?

Participante E: (faz sinal indicando que já não se lembra da pergunta)

Moderadora (olhando para o Participante E): Eu vou repetir a pergunta. Eu já repito a pergunta.

Participante F: Eu acho que como estás a dizer, o que vão usar é mais a realidade aumentada, como já tinha dito.

Entrevistados (Participante A e Participante B): Sim.

Participante F: Por exemplo, agora já os óculos da *Ray-Ban*, que conseguimos gravar. E é só mais um ou dois anos, uns anos.

Vamos conseguir ver as coisas, olhar por exemplo um restaurante e ver quantas estrelas é que tem, o menu...

Participante B: Sim, já tem agora o óculos da Apple.

Participante F: É isso que eu estou a dizer.

Só que já sei que vão ser só uns óculos assim pequenos que não vão ter peso nenhum. E aposto que vai ser muito... Como nos filmes que nós vemos.

Participante B: Também acho. É um pouco fantasioso, não é?

Participante C: Sim, mas não importa.

Moderadora: Participante D, tens alguma questão a acrescentar? Já não te lembras da questão?

Participante D: Não, eu lembro-me da questão. Mas basicamente tudo o que eu achava já foi dito.

Moderadora: É? Eu vou repetir aqui a questão para o Participante E que ele se esqueceu no meio do percurso. Então vamos lá. **O que aprendeste com este projeto a nível técnico e artístico?**

Participante E: Eu acho que, eu pessoalmente eu já tinha conhecimentos posterior a isto. Eu já tinha conhecimentos do que fazer. Eu acho que os únicos conhecimentos que eu tive eram conhecimentos das aplicações novas. Porque os conhecimentos eu já tinha. Só fui aplicando a novas aplicações que têm sistemas diferentes. Acho que foi o único. Pessoalmente para mim foi o único que eu tive. E depois em questão do físico, de construir estruturas, eu já acho que foi o mais inovador para mim.

Participante A: Concordo também

Participante B: Também foi para mim

Moderadora: Conjugação de qualquer coisa física concebida por vocês com o digital.

Entrevistados (Participante A e Participante B): Sim.

Moderadora: E foi interessante?

Participante E: Eu achei interessante conseguir passar algo real/material, para o virtual, utilizando o Polycam, que teve bastante detalhe. Não é ao detalhe, não é 100%, mas tendo bastante detalhe e conseguindo aplicar coisas virtuais no que é real, eu acho interessantíssimo para projetos futuros que nós temos nessa área.

Moderadora: Dá-vos a possibilidade de olhar para as coisas e vê-las de outra forma.

Participante E: Sim.

Moderadora: Quinta questão, e última. **Esta experiência mudou a tua perceção sobre a relação entre a arte e a tecnologia? De que forma?**

Participante A: Eu acho que sim. Tem uma parte que sim e que não. O não é porque a arte e a tecnologia já existiam.

Por exemplo, a arte digital. Que é uma coisa que deve ser muito mais valorizada do que é. Mas aos poucos está indo. E a parte mais do... Por exemplo, vou colocar o ponto da IA.

Mudou a minha perspetiva pensando que as pessoas podem começar do zero. Alguma coisa, só com uma frase. E fazer disso uma arte.

Que eu concorde que isso é certo ou errado. É o meu ponto. Porque eu não sei se é errado porque não é uma pessoa real que está fazendo aquilo.

Mas também foi a pessoa que escreveu a frase que começou aquilo do zero. Ou seja, mudou a minha perspetiva entre a arte e a tecnologia. De certa forma, me fazendo pensar se isso, de alguma forma, é certo ou errado.

Moderadora: Mas estás a falar aí da inteligência artificial.

Participante A: Mas agora, com essas tecnologias que a gente está usando agora sim, completamente. Porque é isso que o Participante E esteve dizendo agora. Que nós podemos simplesmente colocar algo material em algo digital e conseguir, de forma mais ampla, partilhar isso com mais pessoas. Ou seja, pela realidade aumentada nós conseguimos partilhar isso com várias pessoas. É só utilizar um código.

E sim, eu acho que sim.

Participante C: Eu concordo plenamente com o que estás a dizer. Porque eu sempre tive um grande dilema dentro de mim de IA. Eu nunca vou olhar para a arte, entre aspas, de IA e pensar que isto é algo que eu vou querer no meu futuro. E há pessoas que discordam. Ok, a minha opinião é que eu não aceito IA como... Claro que IA é uma coisa que nos pode ajudar muito no nosso trajeto.

De escola. Não há abusar, como é claro. De desenhos, se calhar.

Mas é o abuso de IA hoje em dia que eu não consigo aceitar usar sequer IA na minha tecnologia versus trabalho. Porque eu não consigo usar um e o outro como um. Como juntos.

Moderadora: Sim.

Participante B: Eu acho que esta questão do IA, para mim, eu uso como se isso fosse um suporte. Em questão de criar uma coisa.

Por exemplo, a gente fez aquela parte em que colocar uma frase e aquilo cria tudo. Eu acho que, como a Participante A disse, isso meio que substitui uma função que a gente tem. Eu acho que se a gente for usar isso de forma certa, como em questão de... Ah, é preciso de aperfeiçoar algo assim.

Uma imagem, isso tudo. O IA faz isso. Eu acho que pode.

Eu acho que é certo. Mas... Tem vários exemplos agora. Eu percebi agora que está mudando as coisas em questão de artístico.

Quando teve o Óscar desse ano. Desse ano? Ano passado? Foi desse ano, né? Que teve filmes e que teve apoio de entusiasmo especial. Que foi para aperfeiçoar certas coisas.

E teve muitas discussões disso. Porque, no final do caso, substituindo a função de outras pessoas e tudo. Se for... Teve um caso em que foi usado bem.

Se for usado de forma certa, eu acho que é bom para a gente. Mas, como tu disse, a forma como é feito um abuso na escola, por exemplo, acho que prejudica a gente.

Moderadora: Mas eu não... O trabalho que vocês realizaram não tinha como objetivo focar-se em inteligência artificial.

Participante B: Não. Sim...

Moderadora: Utilizou a inteligência artificial como uma forma rápida de vos permitir utilizar neste contexto as vossas peças em determinados ambientes. E permitir-vos ver as peças em ambientes que poderão ser criados por vocês.

A ideia poderá ser esta. Tal como criaram as esculturas e renderizaram.

Participante B: Acho que nessa parte é boa.

Foi feito de uma forma certa. Não abusado.

Participante A: Eu acho que isso do IA. Eu acho que a gente só está falando isso. Pelo menos eu estou. Porque também foi uma coisa que foi muito mencionada pela professora. E eu entendo que é para agilizar o trabalho. Mas... Isso me dava um certo receio. E ainda me dá, eu como artista e futura empresária nesse tipo de área. Me deixa com receio de ser substituível. Não só porque já deram esses argumentos como porque antes disseram que a arte digital também ia substituir. Mas agora é algo diferente. Porque não é algo que a gente faça. Não é algo que a gente está lá trabalhando horas para não. Às vezes é um minuto, o máximo para criar uma imagem.

Moderadora: É um receio que têm, não é? É mais um receio.

Participante A: Estar sempre utilizando. E muitas vezes ficar com receio de eu ter que me apoiar sempre nisso. E não conseguir apoiar na minha própria criatividade. Porque cada vez mais nós estamos tirando a nossa criatividade e focando só nas tecnologias. E isso já é um receio nosso. Porque já é de geração. E a gente já está com medo das próximas gerações que vão se apoiar muito mais na tecnologia do que nós.

Moderadora: Isso é um receio que faz sentido.

Mas é como tudo. As coisas quando são usadas de forma indevida e por sistema, sistemática não é bom.

Em relação a esta questão da experiência se mudou a percepção entre a relação à arte e tecnologia? E de que forma? Mais alguém quer dizer alguma coisa?

Tenho só mais uma questão para finalizar.

Qual a diferença que sentiram existir ou pode existir quando se criam ambientes virtuais contrariamente a quando se criam ambientes não virtuais, ou seja, reais?

Participante A: Como assim?

Moderadora: Vocês, quando entraram dentro do ambiente virtual e foram ver as vossas peças, se calhar, a percepção que tiveram daquilo que viram em relação àquilo que tinham criado é um bocadinho diferente daquela que tinham quando não estavam em ambiente imersivo. Certo? Uma coisa foi criar fora do ambiente imersivo. Outra coisa foi ir lá para dentro ver, deixa-me cá ver o que é que eu fui fazer.

E depois avaliar aquilo que fizeram. É neste sentido.

Alguém tem alguma coisa a dizer?

Participante A: Para mim acho que foi algo muito mais novo por ser o mesmo facto de ser algo que...

Participante F: Fomos nós que criámos.

Participante A: Exato, exato. Se fosse algo que a gente tivesse criado em material não é que não nos surpreendia mas não é a mesma experiência que a gente está lá num cenário submersivo. Acho que é só por isso que é diferente. Porque é novo.

Participante E: Eu acho que tendo em conta que nós estamos a criar um espaço fora do espaço, uma forma de dizer, cria uma insegurança de como as pessoas que vão estar no espaço vão sentir. Quando nós estamos a criar um espaço físico, material, nós já sabemos ao longo do que estamos a fazer, ao longo do processo, o que é que nós sentimos e o que é que nós deveríamos mudar e o que é que podia estar assim e quando nós estamos a fazer fora do espaço é um bocado complicado.

É a mesma coisa estar a fazer um desenho do que eu vou fazer a seguir. Não sei se estive a compreender?!

Entrevistados (em uníssono e em tom baixo): Sim

Participante B: Mas acho que foi bem interessante porque quando a gente estava fazendo fora, antes de a gente entrar naquele mundo, a gente estava achando muito chato e parecia que a gente não estava fazendo o suficiente. Mas quando entramos naquele mundo todo e vimos o que a gente fez foi uma coisa que surpreendeu. A gente não esperava aquilo.

Não esperava que fosse ficar tão bom e que a gente conseguia fazer aquilo. Porque como eu disse no início ninguém estava com motivação, ninguém acreditava mesmo que conseguia fazer aquilo praticamente.

Moderadora: Mais alguma coisa, que queiram dizer?

Participante C: Principalmente, eu não senti muita diferença.

Moderadora: Pronto! É assim mesmo. Está tudo dito?!

Sim. Então, muito obrigada pela vossa participação.

A vossa participação vai ser importante para o projeto de investigação, e portanto mais uma vez obrigada pelo vosso tempo.

Entrevistados (em uníssono): "Obrigada!"

F.3. Matriz de análise do *focus group*

Matriz de Análise do *Focus Group* - Uso de RA e RV

Tema	Fala (citada)	Participante
Valorização da Imersão	"Eu gostei mais da realidade virtual. Não só por causa dos óculos, e que era uma experiência que era muito mais imersiva. A gente estava muito mais lá, dentro do ambiente que a gente tinha criado."	A
	"Eu gostei mais da realidade virtual porque não só tínhamos uma maior capacidade de personalizarmos mais a experiência, como depois vemos todo o nosso trabalho no ambiente 360."	D
	"Eu gostei mais da realidade virtual porque como é um mundo completamente vazio, nós temos espaço para criar o que nós temos interesse e criar um espaço só nosso."	E
	"Eu achei que a realidade virtual foi mais 'louca'. Nós metemos os óculos e estávamos mesmo lá dentro."	F
Preferência pela RA	"Eu gostei mais da realidade aumentada. Para mim, eu gostei mais porque foi mais simples... tenho mais facilidade, que foi a realidade aumentada."	C
	"Eu gostei mais dessa parte de criar o ambiente, sobretudo a mais ilusão da realidade aumentada."	B
	"Não gostei muito de nenhuma das duas"(posição ambivalente em relação às tecnologias).	B
Facilidade Técnica e Portabilidade	"Claro que sim, porque nós, toda a gente, hoje em dia tem o telemóvel... e nem precisávamos de computador."	C
	"Até mesmo a utilização do telemóvel foi super importante e eu duvido que conseguiria ser feito de forma diferente... não envolver nenhuma parte de codificação... até nos motivou a fazer a coisa mais depressa."	D
	"Nesse processo de aprendizagem que a gente teve... os telemóveis ajudaram imenso em todas as condições possíveis."	A
Adaptação e	"No início não dava para entender, mas depois a gente	B

Tema	Fala (citada)	Participante
Desigualdades Técnicas	percebeu que era fácil."	
	"Eu tinha um problema, ela fazia a maior parte das coisas (referindo-se ao seu par), questão dos computadores e isso tudo, porque eu não conseguia entender."	B
	"A parte complicada é conseguir acompanhar a velocidade a que isto vai... (referindo-se às mudanças rápidas das tecnologias) muitas opções e ter que selecionar."	D
	"É interessante 'rolar o sistema' (maneira de enganar o sistema) para conseguir ultrapassar dificuldades técnicas."	F
Integração Físico-Digital	"Eu gostaria mesmo de desenhar e fazer o meu ambiente."	A
	"O espaço que eu criei fui eu que o desenhei."	E
	"Consolidei os conhecimentos que eu já tinha na parte manual."	C
Percepção do Valor e Experiência Final	"No início parecia que não fazíamos nada... depois surpreendemo-nos com o que conseguimos criar."	B
	"Criar um espaço fora do espaço cria insegurança, não sabemos como será a percepção dos outros."	E
Mediação Pedagógica e Motivação	"Começou a dar certo quando começamos toda a gente a fazer o mesmo, passo a passo."	F
	"Nem queria pensar no trabalho, porque achava chato."	C
	"A professora dava muita informação no início de todas as aulas e nós metíamos muita coisa na cabeça e só nos stressava mais."	F
Colaboração e Soluções Criativas	"Bastava seguir as indicações dos outros para conseguir avançar."	C
	"É interessante rolar o 'sistema' (enganar o sistema para contornar dificuldades técnicas)."	F
Reflexão sobre Inteligência Artificial (IA)	"Tenho receio de depender sempre disso e perder a minha criatividade."	A
	"Se for usado de forma certa, pode ajudar a aperfeiçoar algo."	B
	"Eu nunca vou olhar para a arte... de IA e pensar que isto é	C

Tema	Fala (citada)	Participante
	algo que eu vou querer no meu futuro."	
Perspetivas Futuras	"Eu acho que a gente vai precisar dela bastante no futuro."	B
	"A realidade aumentada vai ser muito mais importante... dá para usar muito mais a arte da rua."	F

Anexo G – Capturas de ecrã dos ambientes virtuais criados pelos grupos

G.1. Ambientes desenvolvidos no CoSpaces Edu (RV).

Figura 1: Grupo



Figura 2: Grupo 3



Figura 3: Grupo 4

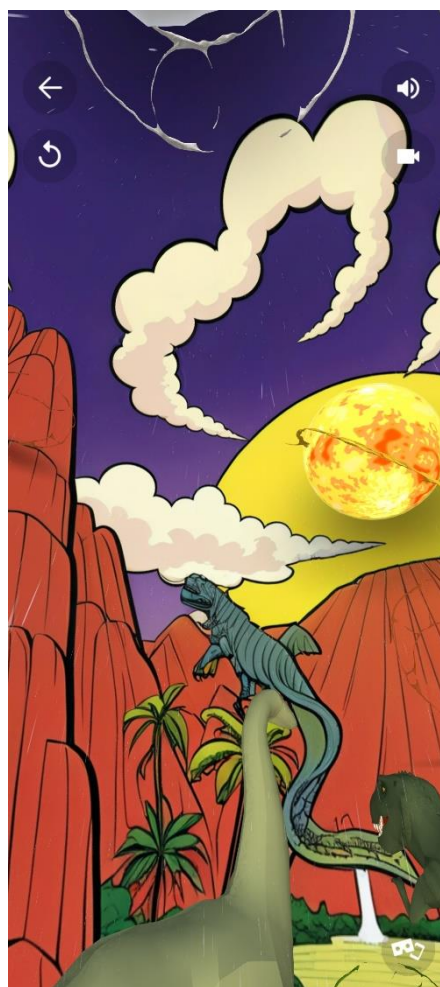


Figura 4: Grupo 5



Figura 5: Grupo 6



Figura 6: Grupo 7



Figura 7: Grupo 8



Figura 8: Grupo 9



Figura 9: Grupo 10



Figura 10: Grupo 11



Figura 11: Grupo 11



Figura 12: Grupo 12

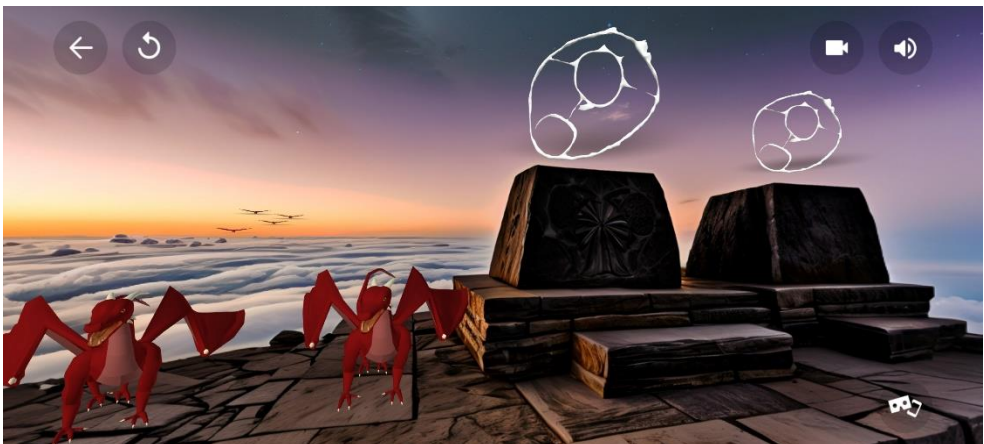


Figura 13: Grupo 13



Figura 14: Grupo 14



Anexo H – Registos audiovisuais e materiais digitais complementares

Este anexo disponibiliza o acesso à **pasta digital** (Anexos_Digitais_Tese) onde se encontram organizados os vídeos dos projetos de RA e Realidade Virtual (RV), as renderizações 3D (.mp4) das esculturas lineares realizadas com a aplicação Polycam, e os ficheiros Excel correspondentes aos anexos:

- A.1_Grelha_Colaborativa_Analise_Aplicacoes_RA_RV;
- E.2_Tabela_Resultados_Questionário_RA_RV.

A pasta contém quatro subdiretórios:

- 1_Renderizações_3D_Polycam** – Animações das renderizações das esculturas lineares;
- 2_RV_Projetos_CoSpaces** – Vídeos dos projetos desenvolvidos em RV;
- 3_RA_Projetos_Vídeo** – Vídeos-base para projeção em RA;
- 4_RA_Projeções_Artivive** – Vídeos das projeções realizadas com a aplicação Artivive.

Link: [Aceder à pasta digital dos anexos multimédia](#)