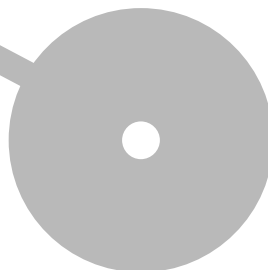




Video Mapping Interativo: revisão
sistemática da literatura
Inês de Moraes Adriano e Mendes
Graciano

[11/2024]



Politécnico do Porto
Escola Superior de Media Artes e Design

Inês de Moraes Adriano e Mendes Graciano

Video Mapping Interativo: revisão sistemática da literatura

Dissertação de Mestrado

Mestrado em Sistemas e Media Interativos

Orientação: Prof. Doutor Manuel Jorge de Abreu Antunes Lima

Vila do Conde, Novembro de 2024

Inês de Moraes Adriano e Mendes Graciano

Video Mapping Interativo: revisão sistemática da literatura

Dissertação de Mestrado

Mestrado em Sistemas e Media Interativos

Membros do Júri

Presidente

Prof. Doutor Rui Pedro Costa Rodrigues

Escola Superior de Media Artes e Design – Instituto Politécnico do Porto

Vogal - Orientador

Prof. Doutor Manuel Jorge de Abreu Antunes Lima

Escola Superior de Media Artes e Design – Instituto Politécnico do Porto

Vogal - Arguente

Prof. Doutor João Filipe Castanheira Beira

Escola Superior de Media Artes e Design – Instituto Politécnico do Porto

Vila do Conde, Novembro de 2024

RESUMO ANALÍTICO

Este trabalho contribui para consolidar a pesquisa e estudo acadêmico sobre a técnica Video Mapping Interativo, ou Projeção Mapeada interativa, sob a forma de uma revisão sistemática da literatura, tendo em mente 4 objetivos essenciais para a sua elaboração: criação e definição de um protocolo inserido na área de estudo, apresentação das etapas de uma revisão sistemática da literatura, bem como todo o processo de condução da revisão com o propósito de responder à questão principal da mesma: “O que é Video Mapping Interativo e qual a sua evolução?”. Estes objetivos vão ao encontro de um quarto objetivo final, a elaboração desta dissertação, uma vez que sem eles, o mesmo não será possível.

As utilizações destas técnicas têm vindo a aumentar exponencialmente com o uso e avanço das tecnologias digitais em várias áreas distintas, evoluindo assim para novas abordagens, soluções e diferentes tipos de público. Assim, pretende-se perceber quais os software e hardware utilizados no seu desenvolvimento, quais as superfícies utilizadas para a projeção, quais os tipos de interação existentes e em que áreas esta técnica é aplicada, especificando os seus benefícios.

Para a elaboração da pesquisa científica desta revisão sistemática da literatura, serão utilizadas plataformas de pesquisa online, nomeadamente o Web Of Science e IEEEExplore para, após a elaboração das perguntas de pesquisa de acordo com o protocolo adquirido, realizar a seleção e análise de trabalhos científicos pertinentes.

Palavras-chave: Video Mapping; Projection Mapping; Interactive; Interaction.

ABSTRACT

This work contributes to consolidate the research and academic study on the interactive Video Mapping technique, or interactive Mapped Projection, in the form of a systematic review of the literature, keeping in mind 4 essential objectives for its elaboration: creation and definition of a protocol inserted in the study area, presentation of the stages of a systematic review of the literature, as well as the entire process of conducting the review in order to answer the main question of the same: "What is interactive Video Mapping and what is its evolution?". These objectives meet a fourth final objective, the elaboration of this dissertation, since without them, it will not be possible.

The uses of these techniques have been increasing exponentially with the use and advancement of digital technologies in several different areas, thus evolving into new approaches, solutions and different types of audiences. Thus, it is intended to understand which software and hardware are used in its development, which surfaces are used for projection, what types of interaction exist and in which areas this technique is applied, specifying its benefits.

For the elaboration of the scientific research of this systematic review of the literature, online research platforms will be used, namely the Web Of Science and IEEEExplore to, after the elaboration of the research questions according to the acquired protocol, carry out the selection and analysis of pertinent scientific works.

Keywords: Video Mapping; Projection Mapping; Interactive; Interaction.

Sumário

Lista de tabelas.....	8
Lista de gráficos	9
Lista de figuras.....	10
Lista de siglas.....	11
Capítulo 1-Introdução	12
1.1. Contextualização	12
1.2. Objetivos	19
1.3. Organização	20
Capítulo 2-Revisão Sistemática da Literatura.....	21
2.1 Planeamento da revisão.....	21
2.1.1 Identificação do problema de pesquisa.....	21
2.2. Definição de um protocolo de revisão.....	23
2.2.1. Seleção das fontes de pesquisa	23
2.2.2. Seleção do idioma.....	24
2.2.3. Definição do período de publicação.....	24
2.2.4. Definição das palavras-chave e strings de pesquisa	24
2.3. Condução da revisão	25
2.3.1. Seleção dos estudos	25
2.3.2. Extração dos dados.....	26
2.3.3. Avaliação da qualidade dos estudos.....	29
2.4. Resultados.....	30
2.4.1. Quais os hardware e software utilizados para a sua elaboração?	30
2.4.2. Quais as superfícies utilizadas para a projeção da obra?	37
2.4.3. Que tipos de interação existem?.....	40
2.4.4. Quais as áreas em que esta técnica se aplica?	45
2.5 Considerações finais	51

Capítulo 3-Conclusão.....	55
Bibliografia.....	57

Lista de tabelas

Tabela 1- Tabela resumo das principais características do Video Mapping	18
Tabela 2- Exemplos de programas de manipulação e mapeamento	19
Tabela 3- Locais de pesquisa utilizados.....	23
Tabela 4- Resultados duplicados das fontes de pesquisa IEEEExplore e Web Of Science.....	28
Tabela 5- Exemplos de software	31
Tabela 6- Exemplos de hardware e as suas especificações.....	36
Tabela 7- Exemplos de superfícies.....	39
Tabela 8- Exemplos de áreas de aplicação da técnica Video Mapping	51
Tabela 9- Identificador de cada documento.....	52
Tabela 10- Tabela resumo das principais características dos documentos analisados.....	54

Lista de gráficos

Gráfico 1- Número de artigos publicados por ano através das fontes de pesquisa.....	27
---	----

Lista de figuras

Figura 1- “Haunted Mansion”, (Projection Mapping Central, 2012).....	13
Figura 2- Resultados filtrados da fonte Web Of Science.....	25
Figura 3- Identificação dos artigos duplicados no Excel.....	28

Lista de siglas

VM- Video Mapping

ID- Identificador do Documento

RA- Realidade aumentad

Capítulo 1-Introdução

Para uma melhor compreensão do Video Mapping Interativo, é essencial inicialmente explorar a origem da técnica sem a componente da interatividade, ou seja, o Video Mapping convencional. Neste sentido, no presente capítulo, será feita uma contextualização detalhada da técnica, abordando a sua origem, evolução, principais características e diversas aplicações.

Após a contextualização da área de estudo, serão apresentados os objetivos desta pesquisa, bem como a organização do documento em desenvolvimento com o intuito de guiar o leitor sobre o conteúdo abordado nos seguintes capítulos.

1.1. Contextualização

Com o passar do tempo, a evolução tecnológica acabou por nos influenciar e encaminhar para uma visão mais individual e íntima do nosso quotidiano. O uso diário de dispositivos, como tablets e smartphones, vieram incentivar esta mudança. Por outro lado, a mesma permitiu aprimorar a possibilidade de criar visões coletivas, como acontece através da transformação de fachadas de monumentos em telas audiovisuais.

A Figura 1 representa o primeiro caso de Video Mapping, em português, Projeção Mapeada, datado em 1969 presente na abertura da atração “*Haunted Mansion*” no parque temático Disneyland.

Segundo Projection Mapping Central (2012), esta atração foi elaborada através do uso de uma câmara de 16 mm utilizada para a gravação que, mais tarde, foi projetada em 5 bustos tridimensionais diferentes, como comprova este excerto:

“The dark ride featured a number of interesting optical illusions, including a disembodied head, Madame Leota, and 5 singing busts, the ‘Grim Grinning Ghosts’, singing the theme song of the ride. These were accomplished by filming head-shots of the singers (with 16 mm film) and then projecting this film onto busts of their faces.” (Projection Mapping Central, 2012)



Figura 1- “Haunted Mansion”, (Projection Mapping Central, 2012)

No decorrer do século XX, a técnica Video Mapping (VM) passou por um processo contínuo de aprimoramento mantendo uma forte ligação com o desenvolvimento das tecnologias de software e hardware no decorrer das últimas décadas. Os primórdios das projeções de imagem remontam à década de 1980, com a introdução e comercialização de videotapes, que passaram a ser utilizados em eventos noturnos, entre outras aplicações.

“Com o apoio das novas tecnologias que foram desenvolvidas ao longo do século XX, essa união entre som e imagem foi tornando-se cada vez mais intrínseca. Na década de 1980, com a chegada dos videotapes as práticas de projeções imagéticas acompanhadas de sonoridade tornaram-se mais populares e começaram a ser utilizadas para o entretenimento, nas casas noturnas e shows.” (Garcia, 2014).

De acordo com Garcia (2014), o avanço tecnológico permitiu a realização de projeções totalmente digitais por meio de ferramentas de software especializadas e desenvolvidas para apresentações ao vivo e em diversos ambientes, podendo assim associar o Video Mapping na prática da cultura Vjing. O aparecimento de tal movimento cultural, que ambicionava o estímulo visual, levou a que a sociedade contemporânea idolatrasse os Video Jockeys que, por meio da manipulação em tempo real de imagens, cores e pormenores audiovisuais, mudaram a narrativa visual de como era apreciado e imaginado, criando deste modo, uma estética audiovisual dessa década que atualmente podemos apreciar como os primeiros passos do Video Mapping.

Assim, a tecnologia permite a construção de uma narrativa criativa. Por outro lado, a sua virtualidade ganha um papel importante na integração e enriquecimento da realidade, fazendo uso de elementos audiovisuais necessários tais como a imagem e o som, como comprova Projection Mapping Central (2012): “Projection mapping can be used for advertising, live concerts, theater, gaming, computing, decoration and anything else you can think of. Specialized software or just some elbow grease can be used to align the virtual content and the physical objects.”

No entanto, a evolução e desenvolvimento desta técnica não ficou por aqui. De forma a acompanhar as novas demandas em diversas áreas, o Video Mapping integrou a dimensão interativa da tecnologia. O Video Mapping trata-se então de uma técnica inovadora que, para além de transformar superfícies físicas em telas dinâmicas através do mapeamento e projeção de elementos audiovisuais, como anteriormente mencionado, esta nova técnica permite ainda que os espectadores interajam e manipulem diretamente a obra de arte. Segundo Yoo and Kim (2014): “Lately new media artist create an illusion of being mapping on surface of objects, structures, buildings and displayed in public spaces. A new trend of video mapping technology allow for interactive projection mapping.”

O acréscimo da interatividade no Video Mapping ocorre geralmente através de dispositivos de entrada, como joysticks, sensores de movimento ou botões, os quais permitem que os espectadores controlem os conteúdos projetados: “Interactive projection mapping works are usually to be controlled by the audience through sensors, buttons, or personal devices like smartphone or tablets.” (Yoo e Kim, 2014). Por exemplo, no projeto "Dynamic Room", os participantes têm a possibilidade e capacidade de escolher objetos utilizando um joystick. Cada objeto está associado um tema específico, de modo que ao interagirem com ele, um vídeo relacionado é projetado, criando assim uma experiência imersiva e interativa.

De acordo com Yoo and Kim (2014), para a implementação do Video Mapping Interativo são utilizados softwares especializados. Como exemplo prático os autores especificam o MadMapper, um software de mapeamento utilizado para realizar ajustes na imagem projetada de forma a que se encaixe perfeitamente em superfícies irregulares. Além disso, programas como VVVV, Final Cut Pro, Flash e After Effects são igualmente referidos. Estes software são utilizados na criação e

manipulação de elementos audiovisuais que serão posteriormente projetados, sendo assim considerados como programas de manipulação de imagem e vídeo. No que diz respeito ao hardware necessário os autores dão como exemplos projetores de alta qualidade e dispositivos de entrada, como joysticks, os quais facilitam e permitem a interação do público com a obra.

O impacto do Video Mapping Interativo é significativo em diversas áreas, como na publicidade e entretenimento. Esta técnica não revoluciona e transforma apenas a forma como as obras de arte são exibidas, como também envolve o público de forma mais profunda, conseguindo promover assim uma experiência participativa e imersiva que estimula a curiosidade e criatividade. Grandes empresas, como a Nokia, Samsung e BMW, têm utilizado esta técnica com o objetivo de desenvolver campanhas publicitárias inovadoras. Para além disso, esta técnica tem sido aplicada com sucesso em eventos e festivais, como é o caso de "Urban Flipper" e "The Ice Book".

Em suma, o Video Mapping Interativo tem as mesmas bases do Video Mapping, no entanto o acréscimo da componente interativa resulta no uso de softwares e hardwares específicos para o seu desenvolvimento. Na perspetiva do espectador esta técnica proporciona uma maior envolvência, interesse e imersividade, já que através da sua manipulação, por parte do espectador, a obra sofrerá alterações: "Since people participate in the live performance directly, they become immersed and feel interest in the art piece more." (Yoo e Kim, 2014).

Dentro das áreas atrás referidas podemos então, segundo Mota (2014), dividir esta técnica em três conceitos adjacentes. Em primeiro lugar temos a Projeção Mapeada ao ar livre, como em fachadas de prédios ou até mesmo na arquitetura como forma de destacar elementos arquitetónicos e ilustrar o processo de implementação, com o objetivo de demonstrar a relação entre os espaços externos e internos. Em segundo, Projeção Mapeada em ambientes fechados, como por exemplo, em museus, esta projeção permite facilitar a recolha de informação associada ao objeto que poderá encontrar-se em exposição, aprimorando a aprendizagem cultural e histórica. Por fim, Projeção Mapeada no/do corpo onde através da evolução desta área e, utilizando sensores capazes de detetar movimentos do corpo ou

mãos do utilizador, como o sistema infravermelho Kinect, o dispositivo Leap Motion ou um Placa Arduino equipada com sensores de movimento específicos, incorporar a interação. Projeções em ambientes fechados permitem um controlo de luz superior permitindo assim uma melhor imagem. Já as projeções mapeadas ao ar livre estão sujeitas às variáveis ambientais e condições meteorológicas.

Para além dos ambientes de projeção, podemos igualmente dividir as instalações em duas categorias principais: Projeções Mapeadas Bidimensionais (2D) e Projeções Mapeadas Tridimensionais (3D). As projeções bidimensionais utilizam dois referenciais (vertical e horizontal) com usufruto de superfícies para efeito de suporte, não considerando a profundidade espacial. Este tipo de projeção pode transmitir o efeito 3D ao olho do espetador sendo, por exemplo, possível mapear todas as faces de um cubo, no entanto a análise de projeção individual não apresenta um terceiro plano efetivo, como comprova este excerto: “Com a técnica é possível mapear todas as faces de um cubo por exemplo, o que oferece ao espectador a sensação de tridimensionalidade no conjunto das faces mapeadas, mas cada uma, analisada individualmente, não apresenta efetivamente o terceiro eixo projetivo” (Garcia, 2014).

Já as projeções mapeadas tridimensionais utilizam três referenciais (vertical, horizontal e profundidade) que permitem criar e projetar superfícies virtuais individuais com recurso a coordenadas cartesianas, regra geral x, y e z, em superfícies, objetos e ambientes reais como base dimensional, no entanto é de realçar que:

Tal processo exige uma modelagem tridimensional realizadas por softwares específicos para essa finalidade para que possam ser projetadas nessa mesma superfície, inserindo as coordenadas cartesianas do ambiente virtual nas mesmas coordenadas do ambiente real que foi utilizado como base dimensional, respeitando a perspectiva do observador, não trabalhando apenas com as faces de maneira individual. (Garcia, 2014).

Por fim, de acordo com Alexandre (2014), podemos dividir os projetos em dois campos: projetos encomendados e projetos por conta própria.

Quando falamos de projetos encomendados, estamos a falar dos casos onde o cliente que se encontra a requisitar o serviço, a obra, fornece especificações que terão, de forma obrigatória, ser cumpridas pelo artista. Já em projetos por conta própria existe abertura para explorar a criatividade no seu máximo, tendo em conta quais superfícies, e partes delas, que serão utilizadas, quais e como os diferentes elementos visuais se conectam e se harmonizam juntamente com os efeitos, de forma a criar uma experiência visual envolvente. Neste caso não existem limites, pelo menos de teor criativo. A liberdade criativa é ilimitada permitindo deste modo criar qualquer coisa visualmente atraente e que se integre sem falhas na superfície, no entanto o objetivo desta técnica vai mais longe. O objetivo final será criar algo que não seja apenas esteticamente agradável aos olhos de quem a produziu e aos olhos do público, mas também que "ganhe vida", seja imersivo, de forma a cativar e envolver o público.

É importante destacar que em ambos os casos podemos sempre estar limitados pela escolha de software e, por isso, é extremamente importante existir uma pesquisa prévia sobre as escolhas disponíveis no mercado de forma a escolher a melhor opção que preenche a complexidade e tamanho do projeto que se encontra em desenvolvimento.

Uma vez que todos os efeitos, imagens, vídeos e animações necessárias para o projeto tenham sido criadas o criador pode passar para a fase de projeção. Já com o projetor no lugar desejado, é aconselhado, como primeiro passo, posicionar o modelo, objeto ou não, em frente à primeira composição gráfica (imagem, vídeo, animação) de forma a facilitar o encaixe na superfície de projeção. Este primeiro passo irá permitir uma consistência ao longo da obra, já que se trata de um processo crucial que requer brio não só nos detalhes como na precisão de forma a garantir uma experiência visual ao espectador fluida e imersiva. No prisma do artista irá facilitar no fluxo de trabalho já que irá passar a existir uma medida matriz para as próximas composições gráficas. Mesmo assim, dependendo da superfície escolhida (regular ou irregular) o uso de ferramentas como o Resolume e MadMapper tornam-se essenciais de forma a auxiliar neste processo. Ou seja, a realização de uma projeção teste é uma etapa fundamental antes da apresentação final ao público como forma de permitir ao autor detetar problemas de alinhamento e até técnicos.

Em certos casos poderá existir uma terceira fase de pós-produção no processo de mapeamento de vídeo. Esta não é obrigatória e consiste em, como o nome indica, após a projeção gravar e editar um vídeo, num formato indicado para as redes sociais e canais, do resultado para o responsável do projeto partilhar. De forma geral, nesta edição procura-se ajustar a iluminação do vídeo original com o objetivo de realçar as cores e torná-lo mais apelativo ao consumir.

A tabela 1 tem como objetivo apresentar a informação acima explorada de forma resumida e estruturada estando organizada em quatro categorias: interativo, financiamento, dimensão e superfície. Este recurso é utilizado como suporte nas considerações finais.

Tabela 1- Tabela resumo das principais características do Video Mapping

Interativo		Financiamento		Dimensão		Superfície		
Sim	Não	Conta própria	Encomenda	2D	3D	Interior	Exterior	Corpo

De forma natural, a evolução do Video Mapping Interativo levou ainda a introdução de novos conceitos, nomeadamente a Realidade Aumentada. Seguindo este exemplo, esta ligação veio a exponenciar a experiência imersiva entre o espectador e a obra de arte, vindo assim ampliar as possibilidades estéticas, narrativas e de carácter mais técnico. Estes novos cenários que a Realidade Aumentada trouxe à equação, abriram um diálogo mais aberto entre o espaço virtual e a componente real, levando ao envolvimento determinante entre produtor, observador e obra.

O VM, sendo uma técnica de produção audiovisual multidisciplinar, pode agregar e utilizar conceções advindas da computação em Realidade Aumentada (RA), da filosofia, da geografia, da psicologia, assim como perceções de áreas do conhecimento: audiovisual, design, artes plásticas, arquitetura, como também de processos produtivos, técnicos, criativos e conceituais de inúmeras áreas técnicas e de conhecimento geral. (Garcia, 2014)

Em suma, segundo Bimber e Raskar (2005), a Projeção Mapeada é uma forma particular de realidade aumentada capaz de transformar qualquer superfície, plana ou irregular, em uma superfície dinâmica capaz de enriquecer a percepção sensorial humana através de um computador e um sistema de projetores de vídeo.

Ao longo dos anos, a Projeção Mapeada tornou-se uma técnica com muito potencial a nível expressivo, passando a ser utilizada em diversos eventos, festivais e exposições, como também no campo comercial como apoio para, como por exemplo, anunciar o lançamento de novos produtos de uma forma mais inovadora, criativa e apelativa.

Não existem diretrizes básicas para a elaboração de uma instalação de Video Mapping. Dependendo do que se quer fazer, onde e como se quer fazer, isso vai condicionar a forma de trabalhar. Apesar disso, existem alguns elementos básicos que são sempre necessários, como um projetor, uma superfície, computadores e programas de manipulação de imagem e/ou vídeo e de mapeamento (tabela 2).

Tabela 2- Exemplos de programas de manipulação e mapeamento

Manipulação de imagem e vídeo	Mapeamento
3D Studio Max	HeavyM
Adobe After Effects	Isadora
Adobe Flash	MadMapper
Adobe Final Cut Pro	Millumin
Adobe Illustrator	Modul8
Adobe Photoshop	Resolume Arena
Adobe Premiere	Touch Designer
Cinema 4D	VPT 7
VVVV	

1.2. Objetivos

Durante o mestrado em Sistemas e Media Interativos, consegui adquirir um conhecimento aprofundado das várias áreas abrangidas pelo mesmo. Assim, percebi rapidamente que o meu interesse por arte e tecnologia se tornavam num só

através da técnica Video Mapping. Desta forma, ao optar pela elaboração da dissertação tenho como objetivo preencher algumas das lacunas existentes, contribuindo para o avanço da pesquisa e estudo acadêmico sobre o tema em análise. Para esse efeito foi elaborada uma revisão sistemática da literatura.

1.3. Organização

De forma a cumprir com os objetivos, esta dissertação é, em termos de estrutura, organizada em três capítulos:

O primeiro, e presente capítulo, intitulado de “Introdução” tem como objetivo apresentar qual o contexto da área em análise, os objetivos da dissertação e organização da mesma.

No segundo capítulo, como o nome indica, é apresentada a Revisão Sistemática da Literatura, sendo proposto um protocolo aplicado na condução da revisão. São ainda apresentados os resultados através da análise de quatro perguntas de pesquisa estipuladas previamente.

Já no terceiro capítulo são apresentadas as conclusões retiradas na elaboração desta dissertação, apresentando as principais contribuições e limitações encontradas.

Capítulo 2-Revisão Sistemática da Literatura

2.1 Planeamento da revisão

2.1.1 Identificação do problema de pesquisa

Com o passar do tempo, o avanço tecnológico tem contribuído significativamente para a nossa relação com o ambiente que nos rodeia. Este crescimento progressivo tem nos levado a uma abordagem mais individual e pessoal, utilizando tablets e smartphones como extensões de nós mesmos. Esta ligação permitiu aprimorar as possibilidades de criar visões coletivas transformando as fachadas dos monumentos em telas que, para além de explorar novas perspectivas, dimensões e perceções visuais, tem criado uma nova fusão entre a interatividade e qualquer edifício ou objeto, isto é, o tangível e o virtual. Dados os avanços, a integração do humano nestas obras tornou-se em algo cada vez mais regular, onde muitas vezes se torna decisiva, ou seja, se existe obra de arte ou não dado ao tipo de interação presente na obra em questão.

Apesar dos progressos, existe uma carência na abordagem sobre a técnica Video Mapping que, filtrando o gênero das obras, neste caso Video Mapping Interativo, deparamo-nos com uma lacuna de material disponível. Com a realização desta dissertação tinha como objetivo realizar algo inovador e útil perante a comunidade científica, pelo que realizar uma revisão sistemática da literatura sobre Video Mapping Interativo, algo nunca feito até a data, tornou-se no tema da tese.

Para além disso a área de Video Mapping foi uma das minhas motivações para ingressar no mestrado em questão, tendo conseguido evoluir e aprender mais sobre o mesmo. Aliado a isso o fator de interatividade sempre foi um dos meus fascínios já que conecta, muitas vezes na sua totalidade, o público e a obra. A presença da interatividade nestas obras quebra as fronteiras tradicionais artísticas criando um envolvimento, significado e ligação emocional mais intensa entre a obra de arte e o espectador.

Assim a pergunta principal de pesquisa é “O que é Video Mapping Interativo e qual a sua evolução?”

As perguntas abaixo assinaladas e descritas referem-se a tópicos pertinentes para a área que se encontra em estudo neste documento tendo como objetivo,

ao serem usadas em futuros trabalhos, darem a entender a evolução desta área já que, a partir do momento em que o Video Mapping continuar em evolução, os materiais, superfícies, programas utilizados, áreas em que está presente e tipos de interação irão sofrer igualmente uma evolução. Ou seja, será apresentado o estado atual destes aspetos e, possivelmente no futuro, a sua evolução.

Quais os hardware e software utilizados para a sua elaboração?

De forma a existir uma compreensão total sobre a técnica e o seu processo de criação, é fundamental possuir conhecimento sobre os equipamentos e programas que se encontram disponíveis e quais as suas funcionalidades. Consequentemente exploro os custos envolvidos e a necessidade da realização de uma pesquisa de mercado para garantir o cumprimento do orçamento estipulado e o sucesso de um projeto de Video Mapping Interativo.

Quais as superfícies utilizadas para a projeção da obra?

O sucesso, ou não, de uma obra de Video Mapping poderá depender da superfície escolhida pelo seu autor, pelo que explorar as diversas possibilidades é algo crucial. Para além de se tratar da “tela” da obra de arte, trata-se também do primeiro impacto que o espectador tem com a mesma. A escolha da superfície tem implicações no envolvimento do utilizador e na relação de auxílio entre o artista e a criação do projeto.

Que tipos de interação existem?

As interações mudam a experiência do espectador, podendo envolvê-lo de diversas formas e níveis de intensidade. Dado o conceito do trabalho em questão, torna-se obrigatório explorar quais as interações existentes em projetos de Video Mapping Interativo. Através de exemplos práticos os três tipos de interação (interação tangível, interação baseada no input do utilizador e interação visual) são explorados.

Quais as áreas em que esta técnica se aplica?

A última questão tem como objetivo perceber as áreas potenciais de aplicação desta técnica, como por exemplo, na educação. É ainda analisado quais os seus impactos nas áreas específicas de cada projeto.

2.2. Definição de um protocolo de revisão

Este capítulo refere-se, como o nome indica, à condução da revisão sistemática da literatura na qual existe a seleção dos estudos relevantes ao problema da mesma. É de salientar que houve necessidade de construir um protocolo para o desenvolvimento deste trabalho já que, até a data, existe uma lacuna de material científico respetivo.

De forma a criar um protocolo para a realização desta revisão é necessário a definição de fontes de pesquisa, string de pesquisa elaborado através das palavras-chave, e criação e aplicação de critérios de inclusão e exclusão, como idioma e período de publicação.

2.2.1. Seleção das fontes de pesquisa

A pesquisa de material nos dias de hoje é nos facilitada através de diversas fontes de pesquisa acessíveis online que abrangem diversos campos académicos. Neste aspeto houve uma seleção orgânica das mesmas sendo apresentadas as fontes utilizadas para o desenvolvimento deste trabalho na tabela 3.

Tabela 3- Locais de pesquisa utilizados

Locais de Pesquisa	Fonte
Plataforma de pesquisa online	IEEEExplore Web of science

Estas plataformas são bastante comuns no meio académico, cada uma com as suas funcionalidades e focos mais específicos. Ambas disponibilizam acesso a conteúdo científico, no entanto o Web Of Science foca-se mais em citações e refe-

rências bibliográficas. A função de pesquisa avançada e filtros de pesquisa, que permitem refinar os resultados obtidos como “intervalo de anos”, “tipo de documentos” e “língua”, foram funcionalidades relevantes para a elaboração desta revisão sistemática da literatura.

2.2.2. Seleção do idioma

Em relação á seleção de idioma dos documentos posteriormente analisados, foram apenas selecionados apenas documentos escritos em inglês, uma vez que todos os resultados apresentados em ambas as plataformas encontram-se na língua em questão. Deste modo, os restantes idiomas foram excluídos.

2.2.3. Definição do período de publicação

Foi estipulado um período de publicação de 5 anos, ou seja, de 2019 a 2023.

2.2.4. Definição das palavras-chave e strings de pesquisa

Analisando a pergunta principal e as secundárias é possível definir as seguintes palavras-chave relacionadas como:

- Video Mapping
- Projection Mapping
- Interactive
- Interaction
-

A string de pesquisa, após a combinação das palavras-chave acima mencionadas, resultou em:

(“Video Mapping” OR “Projection Mapping”) AND (“interactive” or “interaction”)

No entanto, de forma a ser possível o uso da pesquisa avançada em cada fonte de pesquisa acima especificada, foram criadas query’s específicas para cada uma delas, tendo resultado em:

Web of science:

Proceeding paper

((TI=(" Video Mapping ") or TI=(" Projection Mapping")) and (TI=("interac-
tive") or TI=(" interactivity "))) and DT=(Proceeding Paper) and PY=(2019-2023))

IEEEExplore:

Conferences

("All Metadata": " Video Mapping " OR "All Metadata": " Projection Mapping
") AND ("All Metadata": "interactive" OR "All Metadata": "interactivity")

2.3. Condução da revisão

2.3.1. Seleção dos estudos

Este subcapítulo refere-se, como o nome indica, à condução da revisão sis-
temática da literatura na qual existe a seleção dos estudos relevantes ao problema
da mesma.

Para execução desta filtragem aplicam-se métodos como critérios de in-
clusão e exclusão e string de pesquisa, anteriormente apresentado. Através dos
mesmo foram encontrados 48 resultados: 30 no Web Of Science (figura 2) e 18 no
IEEEExplore (figura 3).

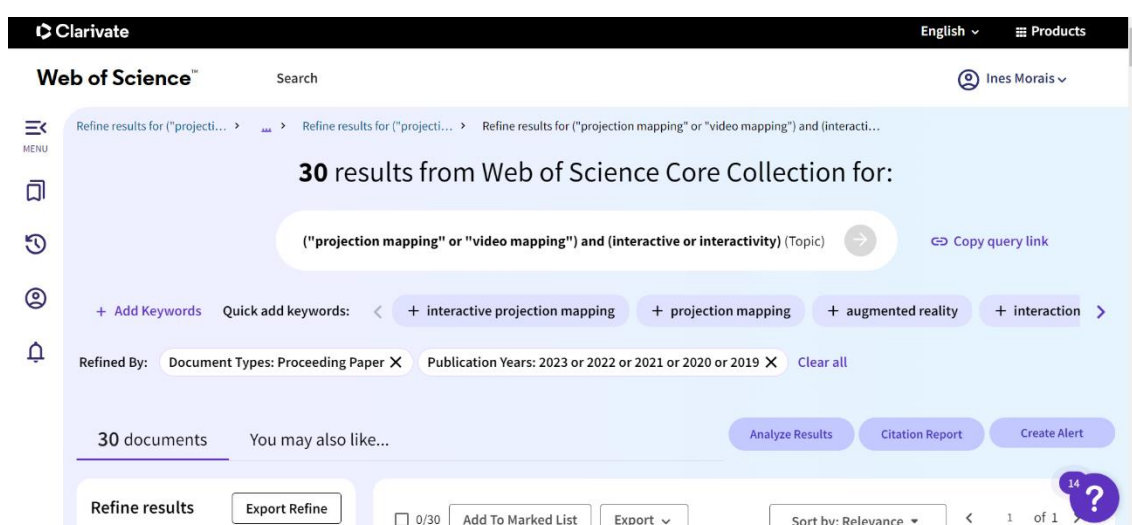


Figura 2- Resultados filtrados da fonte Web Of Science

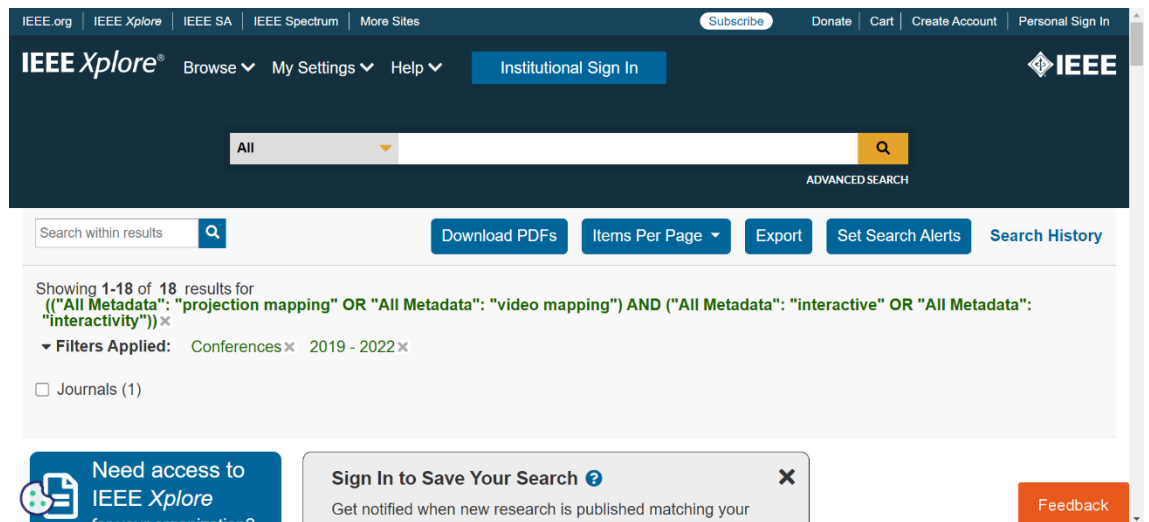


Figura 3- Resultados filtrados da fonte IEEEExplore

2.3.2. Extração dos dados

Os critérios de inclusão e exclusão são importantes para uma revisão sistemática da literatura objetiva, eficaz e viável. Estes têm como função filtrar os resultados de forma a apenas selecionar os estudos relevantes para a pesquisa em questão, isto é, selecionar apenas aqueles que respondem às perguntas estipuladas na revisão.

Perante isto os documentos selecionados devem cumprir os seguintes critérios:

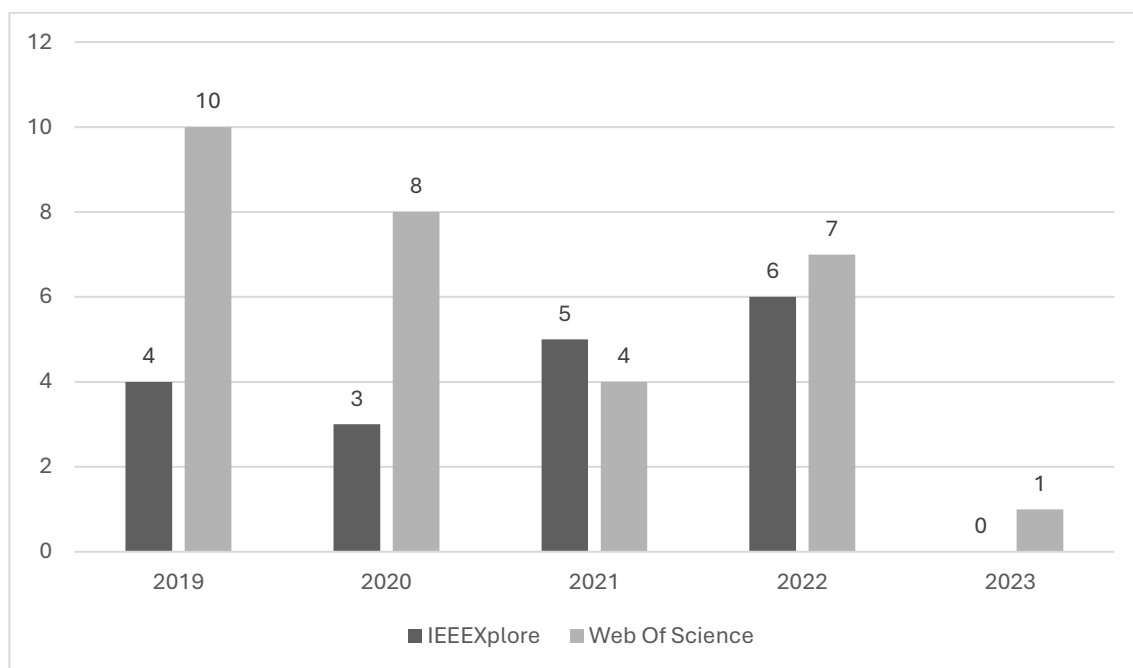
Para garantir a relevância temática da revisão, serão aceites apenas estudos que abordem o tema de forma direta ou indireta. Esta delimitação é essencial para garantir a correlação dos estudos incluídos com o tema central da pesquisa.

Nesse sentido, os estudos devem focar na técnica de Video Mapping Interativo. Para além disso, de acordo com as questões de pesquisa estipuladas, serão igualmente considerados estudos que descrevam os hardware e software utilizados para a execução de Video Mapping Interativo, como aqueles que apresentem e detalhem os elementos complementares utilizados na técnica de estudo. Serão ainda considerados estudos que especifiquem as diferentes superfícies utilizadas para as projeções, estudos que investiguem os tipos de interação possíveis através de Video Mapping, e, por fim, aqueles que explorem as diversas áreas de aplicação do Video Mapping Interativo.

Artigos que não foram publicados dentro do período de publicação estipulado, de 2019 a 2023, ou escritos em inglês são excluídos. Para além destes critérios, artigos duplicados são, de igual forma, excluídos.

De forma a organizar o processo de seleção optou-se primeiramente por perceber quantos artigos foram publicados por ano (gráfico 1), utilizando as ferramentas de busca selecionadas bem como os strings de busca, aplicando os critérios de inclusão e exclusão que não requerem uma leitura prévia dos documentos, nomeadamente os critérios de período de publicação e de idioma.

Gráfico 1- Número de artigos publicados por ano através das fontes de pesquisa



Por fim, inseri os títulos de cada artigo no Excel (figura 3), que resultaram da mesma pesquisa, de forma a eliminar duplicados, tendo levado à exclusão de nove documentos. Os resultados são apresentados na tabela 4.

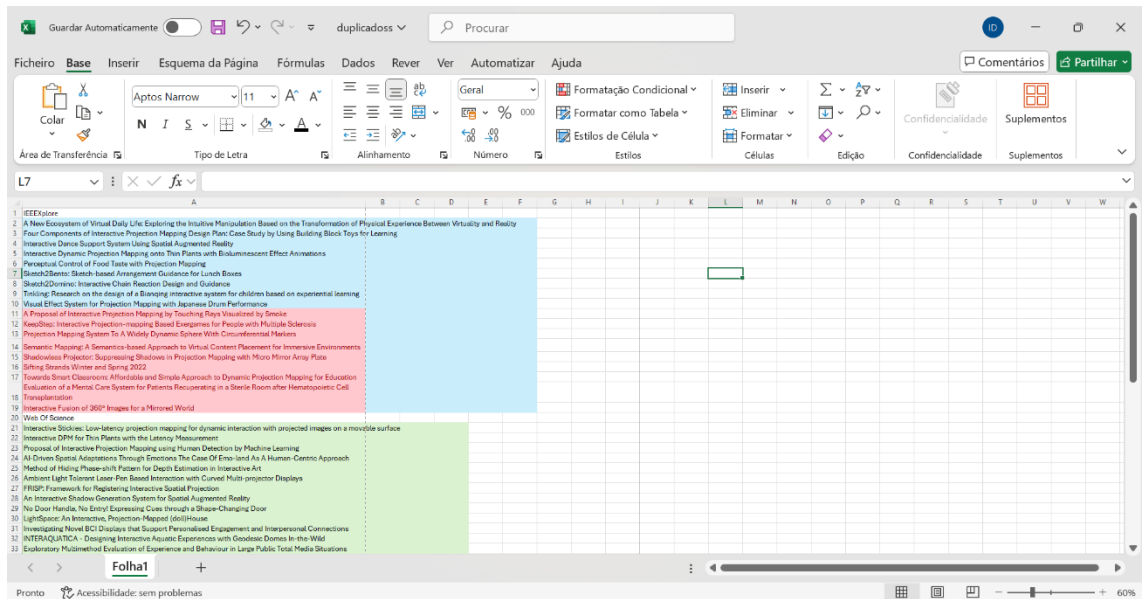


Figura 3- Identificação dos artigos duplicados no Excel

Tabela 4- Resultados duplicados das fontes de pesquisa IEEEExplore e Web Of Science

Documentos duplicados
A Proposal of Interactive Projection Mapping by Touching Rays Visualized by Smoke
KeepStep: Interactive Projection-mapping Based Exergames for People with Multiple Sclerosis
Projection Mapping System To A Widely Dynamic Sphere With Circumferential Markers
Semantic Mapping: A Semantics-based Approach to Virtual Content Placement for Immersive Environments
Shadowless Projector: Suppressing Shadows in Projection Mapping with Micro Mirror Array Plate
Sifting Strands Winter and Spring 2022
Towards Smart Classroom: Affordable and Simple Approach to Dynamic Projection Mapping for Education
Evaluation of a Mental Care System for Patients Recuperating in a Sterile Room after Hematopoietic Cell Transplantation
Interactive Fusion of 360° Images for a Mirrored World

2.3.3. Avaliação da qualidade dos estudos

A seleção e exclusão de documentos foi elaborada através de critérios definidos no início da definição de um protocolo de revisão sistemática da literatura na área de Video Mapping Interativo. Esta metodologia permitiu manter uma disciplina de inclusão objetiva de forma a garantir a melhor qualidade de resultados possíveis.

Inicialmente, as fontes de pesquisa retornaram artigos que continham palavras-chave incluídas no string de pesquisa, tal como “interactive” e “projection mapping”. Este método permitiu ter uma primeira abordagem de comparação sem existir uma análise profunda que comprometesse a objetividade de angariação de artigos para posterior análise.

No entanto, após leitura dos mesmos, documentos como “No Door Handle, No Entry! Expressing Cues through a Shape-Changing Door” são excluídos. O mesmo continha palavras chave inseridas no string de pesquisa, no entanto este aborda a técnica Projeção Mapeada numa breve contextualização introdutória ao seu desenvolvimentos, sem analisar a técnica em si mas a área da arquitetura. Outra exclusão semelhante é o caso do documento “BalloonFAB: Digital Fabrication of Large-Scale Balloon Art”, onde o mesmo aborda a técnica Projeção Mapeada no entanto sem a sua vertente interativa, tendo sido por esse motivo excluída.

Um outro aspecto a ter em conta é o facto de artigos com títulos semelhantes não serem excluídos, mas, tendo em conta na grande maioria dos casos, serem o mesmo documento com o mesmo conteúdo e aplicação, porventura haver uma versão mais completa ou mais recente que melhor se enquadrasse no propósito desta dissertação. Exemplo deste critério foi a comparação dos seguintes artigos, “Tangible Projection Mapping onto Deformable Moving Thin Plants via Markerless Tracking” e “Interactive DPM for Thin Plants with the Latency Measurement”, com uma versão verificada posteriormente ser mais completa, o artigo “Interactive Dynamic Projection Mapping onto Thin Plants with Bioluminescent Effect Animations” que foi então selecionado para ser analisado.

De forma também a explicar a exclusão de artigos, tais como, “Interactive Fusion of 360° Images for a Mirrored World” e “RARE Shop: Real & Augmented Retail Bookshop Experience using Projection Mapping”, estes não apresentavam respostas para as perguntas definidas para esta pesquisa relativa ao Video Mapping Interativo. Como não cumpriam os critérios de inclusão e exclusão, foram então excluídos.

Houve ainda diversos mecanismos e bases de dados para pesquisa que não consegui aceder devido a restrições territoriais mesmo utilizando Virtual Private Networks e as credenciais da Escola Superior de Media, Artes e Design da Universidade do Porto.

2.4. Resultados

2.4.1. Quais os hardware e software utilizados para a sua elaboração?

Não existe um programa predefinido para a criação de obras de Video Mapping. A seleção dos programas utilizados vai depender de acordo com a obra desejada. Geralmente, seguindo uma ordem generalizada do processo de edição e criação, são necessários dois tipos de softwares: um que permita a criação e/ou manipulação do conteúdo, como imagens e vídeos, e outro que permita ao artista mapear a superfície de projeção escolhida, misturar várias camadas de vídeo e realizar ajustes finais necessários. Podemos deste modo dividir os software utilizados nesta área em dois grupos: manipulação de imagem e vídeo e os de mapeamento, sendo apresentados exemplos na tabela 5.

O projeto "The Dyslexperience" é dividido em quatro partes: “visual” onde o autor pretende transmitir que a dislexia não é apenas um problema visual, “ortografia e escrita” que tem como objetivo partilhar que é comum pessoas com dislexia terem dificuldades com a escrita e/ou ortografia, “emocional” onde mostra que em situações de grande stress disléxicos precisam de ainda mais tempo para processar e entender o conteúdo e por fim “psicológica” onde alerta para a falta de autoestima e isolamento causado por falta de diagnostico da dislexia. Para a criação destas quatro fases, os autores utilizaram o Adobe After Effects para desenvolver os vídeos de

animação que simulam a experiência disléxica de cada parte, que são posteriormente projetados nas páginas do livro.

Já o software Touch Designer é geralmente utilizado para controlar o áudio e visuais de instalações como é o caso da DREAM 2.2 e Sifting Strands.

O uso de certos software, em conjunto com as projeções, permitem transformar um objeto bidimensional num espaço tridimensional, recorrendo à manipulação da luz e forma irregular do objeto.

Quando se trata de escolher o software de edição de vídeo adequado, é crucial considerar uma série de fatores, nomeadamente, qual o tipo de projeto que irá ser trabalhado (2D, 3D ou mesmo uma combinação de ambos) e quais os resultados desejados. Para além disso é crucial compreender a complexidade do projeto em si aquando da seleção da escolha dos software para que os recursos que este fornece cumpram com os requisitos do projeto. Por exemplo, para um projeto tridimensional software como Mapbox¹, Madmapper² e Unity³ seriam uma boa opção. Por fim, a escolha de ferramentas compatíveis entre si mostra-se importante aquando da importação e exportação de ficheiros de forma eficiente e que coincidam com o fluxo de trabalho.

De forma geral, projetos mais simples podem ser produzidos através de programas mais básicos, enquanto projetos mais complexos irão exigir software mais avançado e até mesmo recursos complementares. Independentemente da sua complexidade, em ambos os casos, é fundamental garantir que as especificações dos programas selecionados sejam adequadas para o projeto em desenvolvimento. Podemos concluir que uma escolha ponderada do software é um passo essencial para garantir o sucesso da obra de Video Mapping.

Tabela 5- Exemplos de software

Software
Python

¹ Link de acesso a site oficial do software Mapbox: <https://www.mapbox.com/>

² Link de acesso a site oficial do software Madmapper: <https://madmapper.com/madmapper/software>

³ Link de acesso a site oficial do software Unity: <https://unity.com/pt/download>

Adobe After Effects
Robot Operating System
Pygame
Mapbox
Unity
RealSense SDK
LUMOplay
CityScope
Unity 3D
Madmapper
Arduino IDE
Point Cloud Library
TensorFlow Library
TouchDesigner

No campo do hardware (tabela 6), um dos principais instrumentos necessários para execução deste tipo de obras, é o projetor. A ausência do mesmo irá impossibilitar a realização de obras de Video Mapping já que esta técnica tem como base a projeção de elementos gráficos em superfícies. Ao longo desta análise iremos também perceber que a potência e qualidade do projetor são aspectos decisivos aquando da seleção dos mesmos, influenciando diretamente, tal como a escolha de software, o custo e tipo de projeto.

Neste tipo de obras, a resolução, luminosidade e distância desempenham papéis importantes na estética e imersividade da obra. No entanto, em função do seu tamanho, o criador poderá ter de escolher maximizar apenas uma delas.

De uma maneira geral, a prioridade será sempre a luminosidade já que é através dela que conseguimos uma projeção mais luminosa. Deste modo temos uma projeção capaz de proporcionar uma experiência visual imersiva. Através do aumento do brilho da projeção, a sensação de separação entre a imagem projetada e a superfície de projeção aumenta. No entanto, caso estejamos a falar em obras de grandes dimensões ou até mesmo obras vistas de uma grande distância, se houver

um aumento da resolução a mesma terá um papel menos importante do que a luminosidade já que não estará a contribuir para a sensação de separação ou imersividade a obra.

Por exemplo, em projeções ao ar livre a luminosidade torna-se ainda mais crucial dada a luz ambiente que interfere na qualidade da projeção. Ao projetar numa sala com pouca luz ambiente, como em ambientes residenciais, um projetor com 1500 lúmenes é considerado suficiente de forma que se garanta uma projeção nítida. Já em espaços, como a sala de aula, torna-se necessário um projetor com pelo menos 2500 lúmenes, ou seja, mais brilho. Em espaços de maior dimensão, como cinema ou centros comerciais, projetores com capacidade até aos 12000 lúmenes podem ser necessários. De uma forma geral, a melhor escolha será aumentar a luminosidade de forma a garantir que a imagem projetada esteja clara e nítida. Deste modo o autor consegue criar a sensação de separação entre a superfície de projeção e a imagem.

Para além disso, a importância da resolução torna-se menos relevante à medida do aumento da área de projeção. Isso acontece porque, quando a distância entre o espectador e a projeção aumenta, os elementos e detalhes mais subtis presentes na obra podem não ser perceptíveis. Deste modo, a alta resolução torna-se num fator menos relevante já que a diminuição da distância permitiria o espectador de observar os detalhes da mesma com clareza. É importante realçar que a resolução não deve ser desconsiderada, mas sim adaptada para atender às necessidades e qualidade visual ambicionada do projeto.

Em suma, aquando da seleção de projetores para obras de Video Mapping é importante encontrar um equilíbrio entre a resolução e a luminosidade, tendo como prioridade a luminosidade de forma a garantir uma projeção nítida e impactante. Numa obra em um ambiente externo esta característica fundamental. Já a resolução devera ser ajustada mediante as necessidades do projeto em questão.

O som desempenha um papel crucial em enriquecer e complementar a experiência visual, criando desta forma uma atmosfera envolvente para todos os elementos presentes. No entanto, para cumprir com o seu papel, a escolha do som, seja trilha sonora ou efeitos sonoros, precisa de ser seletiva e específica de forma a ajudar, melhorar e complementar a narrativa existente por de trás da obra projetada,

podendo ainda despertar emoções e um maior envolvimento do público. Após a seleção sonora, é importante existir uma sincronização entre o áudio e os elementos gráficos projetados com o intuito de garantir um resultado coeso. Deste modo, o espectador irá sentir-se totalmente imerso quer a nível visual como a nível auditivo. Em casos específicos, como na instalação DREAM 2.2⁴, existe uma trilha sonora principal (música eletrónica) com a duração de 30 minutos. No entanto, quando os utilizadores (através do uso de *headsets* MUSE EEG⁵ que monitorizam a atividade cerebral) geram leituras neurais, novos sons são sobrepostos à trilha principal e, posteriormente novos visuais são projetados na instalação. Neste caso, o espectador não se sente apenas imerso, como se encontra a interagir com a instalação e os seus elementos audiovisuais. O som desempenha assim um papel ainda mais importante no estímulo, visto que a excitação do, agora utilizadores, estimula a sua atividade cerebral que, por sua vez, tornam os visuais da instalação mais coloridos e intensifica o som do ambiente que o rodeia.

Para a reprodução sonora o criador irá necessitar de um sistema de som. No caso “Tinkling: Research on the design of a Bianqing interactive system for children based on experiential learning” o criador utiliza uma coluna que se encontra diretamente ligada a um leitor de mp3, que reproduz o som Bianqing especificado, para reprodução externa de som.

Para além do projetor e coluna, outro equipamento fundamental é o computador.

Os computadores desempenham um papel essencial na criação de todo o material e no controlo das projeções. Para isso, é necessário um computador com capacidade de processamento adequada para o projeto a ser desenvolvido. A escolha do software e a quantidade de efeitos utilizados influencia diretamente a escolha do computador. Quanto mais complexo o projeto, mais potente o computador deve ser, de forma a evitar falhas no seu desempenho.

⁴ Link de acesso a site do criador do projeto: <https://pluginhuman.com/arts/dream/>

⁵ Link de acesso a site oficial do fabricante: <https://choosemuse.com/>

Geralmente autores procuram equipamentos equipados com processadores Intel Core i7 ou i9 e placas de vídeo, como NVIDIA GTX 1080⁶. No caso de portáteis, é crucial ter em atenção a memória para o processamento gráfico, como é o caso do Dell Alienware Gaming Laptop, Intel i7 CPU, 32GB RAM, NVIDIA GTX 1080.

É de salientar que existem casos onde existe a necessidade do uso de dois computadores como no caso da instalação previamente mencionada, DREAM 2.2. A instalação requer dois computadores conectados pela mesma rede. Um deles é responsável por controlar três projetores utilizados para o mapeamento visual, bem como os componentes de áudio. Já segundo controla dois projetores responsáveis pelos efeitos de iluminação e um projetor extra que projeta um poema escrito por um participante sobre o seu próprio sonho.

O dispositivo Leap Motion⁷ é usado como um sensor de gestos, que permite os utilizadores manipularem e controlarem conteúdos digitais através de movimentos naturais das mãos. Esta tecnologia é relacionada com a Projeção Mapeada, que vai projetar as imagens digitais manipuladas em objetos físicos, unindo os ambientes virtuais e real. Esta integração torna a criação de um modelo de interação intuitivo mais fácil, que se molda aos comportamentos naturais dos utilizadores, enriquecendo a sua interação com o conteúdo digital.

Como referido, o custo e orçamento são aspetos cruciais para uma elaboração bem-sucedida para o tipo de projetos em questão.

Em caso de projetos de menor escala, como por exemplo, casos onde a superfície de projeção seja uma caixa, o uso de um projetor doméstico torna-se uma escolha viável. Após verificar que o mesmo possui as características necessárias como por exemplo, a potência adequada para cobrir a superfície de projeção da obra, podemos concluir que os gastos são mais contidos já que os requisitos de potência deste tipo de projetores são menores. Já em projetos de grande escala, por exemplo casos onde a superfície de projeção é uma fachada de um edifício, será necessário um equipamento mais complexo. Em alguns casos poderá haver a ne-

⁶ Link de acesso a site oficial da placa de vídeo: <https://www.nvidia.com/pt-br/geforce/products/10series/geforce-gtx-1080/>

⁷ Link de acesso a site oficial Leap Motion: <https://www.ultraleap.com/leap-motion-controller-overview/>

cessidade do uso de múltiplos projetores, como referido anteriormente, de alta potência de forma a existir uma cobertura total e eficaz e qualidade de imagem. Todos estes aspetos contribuem naturalmente para um aumento significativo nos custos do projeto já que este tipo de equipamento é mais caro. Através da análise dos documentos selecionados, os custos relacionados a equipamentos como projetores, câmaras, computadores e licenças de software, salários, entre outros, devem ser analisados (pesquisas de mercado) e ajustados de forma de garantir o cumprimento com o orçamento disponível.

Tabela 6- Exemplos de hardware e as suas especificações

Hardware	Especificações
Projetor	Taxan KG-PL081W (1280×720 px, 800 lúmen); Panasonic PT- VW431D (1280x800 px, 4300 lúmen); DynaFlash (1024×768 px, 330 lúmen); LG HF80JG (1920x1080 px, 2000 lúmen);
Computador	Windows PC, Intel Core i9-9900, 3.1 GHz; Dell Alienware Gaming Laptop, Intel i7 CPU, 32GB RAM, NVIDIA GTX 1080; Dell Precision 7910 (Windows 7, 64 bit);
Camera	STC-MBCM200U3V-NIR (2048×1088 px, 169 fps, monocromático); Photron IDP Express R2000 (512×512 px, 500 fps, monocromático); Basler acA720-520um USB-3 (720×540 px, 525 fps, monocromático)
Sensor	Arduino Uno; Microsoft Kinect V2; Kinect V1; Sports Sensing SS-EMGW-HMAG; Leap Motion;
Óculos	Magic Leap OST-HMD;

Lentes	Computar M2514-MP2 (25 mm);
Espelhos Galvanometer	Novanta M2;
Near Field Communication (NFC)	Autocolantes e Leitor;
Headseats	MUSE EEG;
Iluminação	S8100-IR (940 nm invisible infrared); IMAC IBF-LXS30AIR-850 (850 nm invisible infrared);

2.4.2. Quais as superfícies utilizadas para a projeção da obra?

Não existem diretrizes básicas para a elaboração de um projeto Video Mapping, uma vez que, dependendo dos objetivos, local e condições específicas do projeto os processos de trabalho poderão variar. No entanto, independentemente do projeto em questão, todos têm um elemento em comum: a superfície. Posto isto a superfície pode ser qualquer coisa, tudo se transforma em uma tela, no entanto devemos categorizá-las para, deste modo, perceber as suas diversidades e aspetos em comum.

A escolha das superfícies utilizadas para uma Projeção Mapeada Interativa é uma etapa crucial para a eficácia desta técnica. A escolha das mesmas tem impacto direto no campo da interatividade e envolvimento do utilizador, por isso superfícies tangíveis que não apresentam obstáculos serão as mais indicadas, como uma parede ou o tampo de uma mesa. A seleção da superfície não só melhora o envolvimento do utilizador como ajuda o artista aquando da elaboração e exposição do seu projeto, aumentando a eficácia do mapeamento interativo. A superfície pode ainda ajudar o artista a cumprir com o seu objetivo.

Por exemplo, uma pessoa diagnosticada com esclerose múltipla ao participar no programa "KeepStep"⁸ tem a oportunidade de participar num jogo em que

⁸ Link de acesso a conferência do IEEE sobre o projeto: <https://video.itu.dk/video/71784630/keepstep-interactive>

precisa pisar em alvos coloridos projetados no chão, simulando um padrão de caminhada. À medida que o seu desempenho evolui, o sistema ajusta-se aumentando automaticamente a dificuldade, diminuindo o tamanho dos alvos ou aumentando a velocidade do jogo. Esta abordagem personalizada não só mantém o utilizador envolvido, como garante que ele seja constantemente desafiado a cada nível, melhorando exponencialmente o seu processo de reabilitação.

Ao utilizar o chão como superfície de projeção este projeto, não só melhora a experiência de reabilitação, como também promove maior autonomia e confiança entre os participantes. A escolha desta superfície permite ainda que os utilizadores interajam com os jogos projetados de forma natural, facilitando exercícios que imitam movimentos do mundo real. Sendo uma abordagem não intrusiva, esta ajuda a combater os medos de queda, uma preocupação comum entre indivíduos com dificuldades de mobilidade.

Outro exemplo onde foi utilizada uma superfície semelhante ao chão é analisado no projeto intitulado "Evaluation of a Mental Care System for Patients Recovering in a Sterile Room after Hematopoietic Cell Transplantation", onde as superfícies de projeção utilizadas foram as paredes e o teto de uma sala esterilizada destinada a pacientes em fase de recuperação. Através da projeção de vídeos interativos que mostravam ambientes naturais, como um parque ou uma floresta, nessas superfícies, a instalação pretende criar um espaço imersivo e interativo, fazendo com que os pacientes se sintam num espaço de maior dimensão. Esta implementação revelou-se eficaz em reduzir a ansiedade, algo frequentemente experienciado por pacientes em recuperação nesse tipo de ambiente.

Existem ainda superfícies que possuem por natureza dimensões tridimensionais. No projeto "Dyslexperience", a projeção foi realizada nas várias páginas que compõem um livro especificamente criado para a instalação. O livro trata-se de uma superfície tangível na qual os utilizadores podem interagir com ela ao virar as folhas do mesmo que, através da técnica de Projeção Mapeada interativa, as animações previamente criadas, são projetadas diretamente nas páginas. A escolha de superfície torna-se significativa, pois não só melhora a experiência visual, como permite que os utilizadores se envolvam de forma mais significativa com o conteúdo.

Outro exemplo de superfície é o “Whale Dome” inserido no projeto INTERAQUATICA⁹. Trata-se de uma cúpula com formato de baleia, construída para projeções mapeadas em ambientes noturnos. Ao contrário da superfície acima mencionada, neste caso, estamos perante uma superfície tridimensional, com múltiplas faces. Através do mapeamento e, posteriormente, projeção nesta estrutura o público pode visualizar conceitos ecológicos bem como explorar as projeções através de gestos corporais, aumentando a sua participação e a compreensão dos ecossistemas marinhos.

Outros exemplos de superfícies utilizadas nos documentos selecionados para análise estão presentes na tabela 7.

Podemos então concluir que existem dois tipos de superfícies: bidimensionais (“KeepStep” e “Evaluation of a Mental Care System for Patients Recuperating in a Sterile Room after Hematopoietic Cell Transplantation”) e tridimensionais (“Dyslexperience” e “INTERAQUATICA”). Podemos ainda considerar o ambiente que rodeia as superfícies, caracterizando-as deste modo como Projeção Mapeada ao ar livre ou Projeção Mapeada em ambientes fechados. A projeção ar livre, como a cúpula acima mencionada, é eficaz em captar a atenção do público-alvo, porém está sujeita a condições atmosféricas. Já em ambientes fechados, como no caso do jogo “KeepStep”, existe um maior, senão total, controle das condições ambientais, o que facilita na execução e apresentação do projeto.

A técnica conhecida como Projeção Mapeada, ou Video Mapping, permite então criar ilusões visuais ao projetar imagens em diversas superfícies, desde estruturas simples até estruturas complexas em diferentes ambientes e locais, transformando qualquer superfície em uma tela. A nova imagem e funcionalidade “dada” às superfícies projetadas proporciona um novo significado por meio das linguagens digitais utilizadas.

Tabela 7- Exemplos de superfícies

Superfícies
Plantas

⁹ Link de acesso a site oficial do criador do projeto: <http://wave.arditi.pt/intertagua>

Caixas
Paredes
Livro
Quadro branco
Fumo
Brinquedos infantis
Chão
Instrumentos musicais
Esfera de nylon
Dominó
Mesa
Teto
Janela
Cadeira
Sofá
Porta
Coluna
Cúpulas

2.4.3. Que tipos de interação existem?

Existem três tipos de interações que se destacam de forma natural: interação tangível, interação baseada no input do utilizador e interação visual.

A primeira interação (tangível) permite aos alunos manipular fisicamente blocos de construção. Esta interação irá influenciar diretamente o conteúdo projetado, proporcionando uma experiência de aprendizagem prática e visualmente estimulante. Por exemplo, no projeto "KeepStep", a interação física torna-se fundamental. O mesmo incentiva os utilizadores a pisarem os marcadores coloridos projetados no chão, o que não só envolve fisicamente os participantes, como também permite

ao sistema ajustar a dificuldade dos jogos e atividades com base nos movimentos detetados.

Esta forma de interação inclui a manipulação direta de elementos gráficos projetados, como mover caixas projetadas com diagramas, promovendo uma abordagem prática para a ensino. Podemos também incluir nesta categoria a interação por toque, já que através da deteção do toque em plantas por meio de sensores capacitivos, os utilizadores conseguem interagir diretamente com as projeções. Esta interação não só inicia efeitos específicos com base na localização e duração do toque, mas também pode desencadear efeitos dinâmicos que fazem com que as plantas pareçam bioluminescentes, como é o caso do projeto “Interactive Dynamic Projection Mapping onto Thin Plants with Bioluminescent Effect Animations”¹⁰. Esta interação pode ainda abranger a manipulação direta de elementos mais abstratos, como raios de luz. No projeto “A Proposal of Interactive Projection Mapping by Touching Rays Visualized by Smoke”, o utilizador pode alterar a cor, o padrão de movimento dos raios e ainda produzir sons de forma interativa ao tocar nos raios funcionais. Em casos como “Shadowless Projector: Suppressing Shadows in Projection Mapping with Micro Mirror Array Plate”, o sistema de deteção de toque utiliza uma luz infravermelha e uma camara apropriada para infravermelhos. Desta forma, o sistema deteta a sombra criada pela mão do utilizador no objeto, neste caso uma bola, mas não interfere com as imagens que se encontram a ser projetadas. Isto acontece uma vez que a luz infravermelha é invisível ao olho do ser humano, permitindo assim que o ser humano interaja com o projeto sem alterar a sua integridade.

A manipulação intuitiva por meio de controlos baseados em gestos permite que os utilizadores interajam com o conteúdo digital de maneira natural, sem a necessidade de dispositivos adicionais. Por exemplo, no contexto de design, os utilizadores podem desenhar diretamente na área de projeção (“Sketch2Domino: Interactive Chain Reaction Design and Guidance”¹¹). Os desenhos são detetados através de uma câmara de infravermelhos resultando num feedback instantâneo por parte da instalação, o que torna o processo de construção mais intuitivo.

¹⁰ Link de acesso ao vídeo do projeto: <https://www.youtube.com/watch?v=uKSEwtbAFto>

¹¹ Link de acesso ao vídeo do projeto: <https://www.youtube.com/watch?v=ArXv5EGGOTA>

Os exemplos acima mencionados demonstram como diferentes formas de interações podem ser aplicadas nas mais variadas situações, desde a reabilitação física até ao design digital, mostrando a versatilidade e o potencial destas tecnologias para melhorar as experiências de aprendizagem, entretenimento e melhoria, no sentido geral da palavra, das nossas vidas.

O segundo tipo de interação abordada é a interação baseada no input do utilizador. Este tipo de interação envolve a captura de dados, como a entrada dos participantes no espaço escolhido, por meio do rastreamento de câmara, o que permite existir mudanças em tempo real nas informações projetadas com base na disposição e características dos objetos físicos utilizados. A utilização de técnicas de mapeamento de projeção permite os investigadores aumentar os estilos de interação que utilizam informações de dispositivos, como smartphones e tablet. Desta forma, a integração mais intuitiva entre o conteúdo digital com as superfícies físicas, aumentando o envolvimento e a interação do utilizador.

Por exemplo, o sistema pode ser utilizado no desenvolvimento de jogos de realidade aumentada (RA), onde os alunos controlam personagens, integrando conteúdo de programação e desenvolvimento de jogos no processo de aprendizagem. Para além disso, os professores podem criar questionários interativos nos quais as perguntas são projetadas num quadro branco, e, através de elementos de RA, e os alunos recebem feedback imediato.

Outra aplicação interessante de se explorar é a capacidade dos utilizadores poderem manipular objetos projetados com base na orientação e movimento, utilizando informações inerciais de smartphones e tablets. Essa funcionalidade permite uma interação mais dinâmica e intuitiva com o conteúdo digital. No projeto “Evaluation of a Mental Care System for Patients Recuperating in a Sterile Room after Hematopoietic Cell Transplantation”, os vídeos que se encontram a ser projetadas nas paredes do quarto do paciente são manipulados pelos mesmos. Os vídeos de 360 graus, estão associados à esfera no espaço virtual criado pelo Unity, onde o utilizador pode mudar o seu ponto de vista ao operar uma câmara colocada no centro da esfera. Instalando uma aplicação específica no telemóvel ou tablet do próprio paciente, este dispositivo torna-se num controlador da instalação. Neste caso, o facto da in-

teração ser realizada através de telemóveis ou tablets permite uma maior acessibilidade já que os mesmos encontram-se internados numa sala em fase de recuperação.

Esta interação pode também ser configurado para funcionar de forma automatizada, como no caso da sincronização automática de efeitos visuais com padrões rítmicos de percussão detetados por sensores, estabelecendo uma conexão entre a música e os visuais durante performances ao vivo, como é o caso do projeto “Visual Effect System for Projection Mapping with Japanese Drum Performance”.

Outro exemplo de aplicação deste tipo de interação pode ser feito através de dados neurológicos. Através da utilização de headsets da MUSE EEG, os participantes influenciam a estética da instalação com base na sua atividade cerebral, criando uma experiência única e personalizada para cada indivíduo. Além disso, a interação por linguagem natural, onde os utilizadores têm a capacidade de posicionar conteúdo virtual usando comandos de voz, tal como "projetar lista de tarefas na mesa", este tipo de recursos simplifica e acelera a conclusão de tarefas em comparação com métodos tradicionais.

Estes exemplos demonstram como a interação baseada no input do utilizador pode ser aplicada em diversas situações, desde o aprimoramento de experiências de ensino até a personalização de atuações artísticas, revelando o potencial desta tecnologia para criar ambientes altamente interativos e envolventes.

Por fim e de forma a completar aquilo que foi supramencionado, temos a interação de visualização, um tipo de interação que se destaca pela capacidade de projetar visualizações em instalações 2D e 3D que correspondem aos modelos físicos, auxiliando os alunos na compreensão de conceitos complexos de forma mais eficaz e facilitada. Este tipo de interação é especialmente útil em ambientes educacionais, onde a visualização direta de modelos facilita o ensino e integração de conteúdos novos para os alunos.

Um exemplo disso é a interação visual, na qual o sistema projeta orientações que auxiliam os utilizadores a compreender o posicionamento correto dos objetos, tornando o processo de design mais intuitivo e fluido. Este tipo de feedback visual é fundamental para garantir que os participantes possam realizar tarefas complexas de maneira eficiente, minimizando possíveis frustrações.

Uma outra aplicação a ser explorada nesta interação é a abordagem exploratória, onde as audiências podem navegar por um labirinto e experimentar ambientes visuais criados através dos dados neurológicos de outros participantes, criando assim uma experiência coletiva e imersiva. Esta exploração visual não só enriquece a experiência individual, como promove uma sensação de conexão e partilha entre os participantes, que vivenciam juntos as influências dos dados neurológicos em forma de projeção.

Estes exemplos ilustram como a interação de visualização pode ser uma ferramenta poderosa para transformar a maneira como visualizamos e interagimos com informações complexas, seja em contextos educacionais, de design, ou em experiências imersivas que envolvem o público de maneira profunda e significativa.

As interações podem ser utilizadas em simultâneo, como é demonstrado no projeto "Sifting Strands"¹². Este projeto incentiva a participação do público tanto durante as atuações ao vivo como na instalação interativa. Durante as apresentações, os espectadores têm a liberdade de se movimentar pelo espaço, interagir diretamente com os artistas e até mesmo controlar os visuais gerados de forma automatizada. Esta capacidade para além de manter o público envolvido, permite que o mesmo tenha um papel ativo no desenvolvimento da obra.

Já na instalação do projeto, os membros do público podem interagir com a simulação por meio de inputs dados audiovisuais.

Numa primeira localização os autores apresentam uma atuação interativa onde é transformado um algoritmo que reage à música, resultante da atuação, e a vídeo, resultante da gravação do espaço onde se localizam. Os padrões gerados resultantes desta interação, posteriormente projetados numa parede, são de uma natureza orgânica e fractal, hipnotizante. Já na outra localização, agora em Santa Cruz, Califórnia, os mesmos apresentam o mesmo projeto, mas em superfícies e através de interações diferentes. Neste caso a superfície utilizada para projeção era uma prancha de surf, no entanto a interação era estabelecida através de desenhos realizados na mesma.

¹² Link de acesso ao vídeo do projeto: <https://www.instagram.com/tv/CbViXdzgNFR/>

Essas interações coletivas criam uma exploração colaborativa da obra, onde cada participante contribui para a evolução do ambiente artístico. Essa abordagem não apenas enriquece a experiência individual, mas também promove uma sensação de comunidade, transformando os espectadores de meros observadores passivos em participantes ativos na componente artística. Ao unir atuações ao vivo com instalações interativas, "Sifting Strands" destaca o poder das interações simultâneas em criar experiências imersivas e compartilhadas, onde o público e os artistas trabalham em conjunto para construir aquilo que é o momento, reforçando a ideia de que a arte pode ser uma experiência coletiva e dinâmica.

De forma a concluir o que foi acima analisado, podemos assumir que os mecanismos de feedback instantâneo, incluindo os diferentes tipos de interação, encorajam os utilizadores a participar e de certa forma a melhorar aquilo que lhes é exposto. Estas interações, seja num panorama de ensino, profissional ou do ponto de vista artístico, trazem e fortalecem a componente de imersão do utilizador naquilo que é a Projeção Mapeada, fortalecendo a interpretação dos pontos onde podemos melhorar a experiência do utilizador com recurso a conteúdos digitalmente criados, seja por meios tangíveis, de introdução do utilizador ou através da interação visual.

Isto permite-nos elevar os parâmetros de envolvimento e imersão nas experiências em ambientes digitais, usando as sensações visuais, auditivas e táteis tal como foi enaltecido nos projetos acima mencionados.

2.4.4. Quais as áreas em que esta técnica se aplica?

No campo da educação, utilizando uma variedade de recursos, nomeadamente estratégias, superfícies, diferentes interações e aplicando a tecnologia em diversos contextos, os professores tem a oportunidade de criar experiências de aprendizagem interessantes e eficazes para os alunos. Além de promover a aprendizagem ativa e alimentar o pensamento crítico e analítico, a integração desta inovação não só aumenta a participação dos mesmos, assim como contribui para o desenvolvimento de novas áreas de conhecimento. À medida que as instituições de ensino básico, profissional e superior continuam a adotar ferramentas visualmente

inovadoras, a Projeção Mapeada destaca-se como um método promissor para modernizar o ensino e melhorar o envolvimento do ambiente de aprendizagem e formação.

Explorando um possível exemplo, numa aula de ciências do ensino básico, os alunos podem construir modelos de ecossistemas usando blocos de construção. À medida que manipulam esses modelos, projeções podem exibir informações sobre diferentes espécies, suas interações entre si e como fatores ambientais podem influenciar tais interações, permitindo que os alunos visualizem, analisem e compreendam conceitos ecológicos de uma maneira completa e complexa. Utilizando como exemplo, o trabalho realizado por Tomoki Sueyoshi e Yuki Morimoto pode vir a permitir ensinar a constituição de uma planta (biologia), proporcionando uma experiência de aprendizagem interativa que envolve os alunos. Os mesmos demonstram que a Projeção Mapeada é capaz de ir além das fronteiras entre o mundo real e o digital, por exemplo, a inspiração dos efeitos digitais em seres vivos ou objetos reais. O efeito de luz utilizado (faz com que a área de projeção pisque) é inspirado em pirilampos, o efeito de linha (ilumina o contorno das plantas, realçando suas formas orgânicas) em medusas e o efeito celular (imita células vegetais através de triângulos brilhantes) em cristais. Esta instalação não só oferece e potencializa uma experiência estética das plantas como cria e reforça uma relação entre o participante e a natureza, como o seu entendimento e valor, através da sua interatividade.

Estas ferramentas são, também, altamente recomendadas para simulações de treino ou experiências de aprendizagem interativa. Os alunos podem interagir com diagramas projetados nos seus livros, permitindo que manipulem e explorem conceitos complexos em tempo real. Numa aula de física, os estudantes podem mover uma caixa com um diagrama de corpo livre projetado, observando como as forças mudam conforme movimentam a mesma. Além disso, em aulas de programação, os estudantes podem controlar uma personagem projetada numa parede usando um gamepad, aplicando suas habilidades de codificação de maneira divertida e interativa.

Existe ainda uma vertente que pode estar associada a educação: a promoção da consciencialização sobre causas tendo como exemplo a disfunção neurológica dislexia presente no projeto “The Dyslexperience: Use of Projection Mapping to Simulate Dyslexia”. Tendo observado a falta de consciencialização sobre a dislexia na sociedade, resultando em vários equívocos em relação ao diagnóstico desta condição e, por consequência, em julgamentos e incompreensões sobre os disléxicos, tanto no local de trabalho como na escola, foi criada a instalação interativa em questão do projeto analisado.

Esta instalação foi desenvolvida para partilhar as dificuldades emocionais enfrentadas pelos disléxicos e permitir que aqueles que não sofrem dislexia possam compreendê-la a partir da perspectiva de quem a vivencia. Através da Projeção Mapeada interativa, o utilizador pode folhear um livro que, através da alteração da tipografia, simula a disfunção neurológica. Através da instalação e da partilha do vídeo “The Dyslexperience: Making the invisible diagnosis visible”¹³ nas redes sociais várias pessoas relataram ter experienciado sintomas semelhantes durante a sua educação e experiências pessoais. Algumas sentiram-se encorajadas a procurar uma avaliação, como foi o caso de dois indivíduos que realizaram uma consulta fornecida pela Associação de Disléxicos de Singapura.

Podemos concluir que as implementações da Projeção Mapeada nas salas de aula inteligentes representam um avanço significativo na tecnologia educacional. Ao utilizar ferramentas acessíveis os docentes podem criar experiências de aprendizagem envolventes e interativas que atendem às diversas necessidades dos alunos. As técnicas, superfícies, os tipos de interações e as amplas áreas de aplicação contribuem para um ambiente de aprendizagem mais eficaz e diversificado.

O sistema de alta velocidade proposto por Yuri Mikawa, Tomohiro Sueishi, Yoshihiro Watanabe e Masatoshi Ishikawa, encontra-se inserido na área de desporto. Este fornece feedback necessário e em tempo real para a prática desportiva e experiências de entretenimento imersivas. Através do uso de marcadores circunferenciais o movimento da esfera é rastreado posteriormente partilhar informações rotacionais na superfície da esfera, como a indicação da direção e velocidade de

¹³ Link de acesso ao vídeo do projeto: <https://vimeo.com/309314167?share=copy>

rotação da esfera. Além disso, a capacidade de projetar direções a velocidades variáveis permite uma melhor compreensão da dinâmica de movimento, especialmente em desportivos de ritmo acelerado. Como exemplo temos desportos como futebol¹⁴, baseball, basketball, volley e ginástica rítmica¹⁵ onde o feedback em tempo real sobre movimento e trajetória é crucial.

Já na área de design de interiores, os designers e técnicos podem criar experiências virtuais mais significativas e envolventes. A integração da Projeção Mapeada interativa no universo dos objetos do dia a dia representa um avanço significativo tanto na expressão artística assim como na capacidade tecnológica, abrindo caminho para novas formas de interação com o ambiente que nos rodeia. Por exemplo, um utilizador poderia projetar uma sala de estar movendo peças de móveis impressos em 3D numa casa de bonecas, ao mesmo tempo em que altera o aspeto das paredes e do piso utilizando um controlador NFC. Este feedback imediato e a representação visual das escolhas de design têm o potencial de revolucionar a maneira como as pessoas abordam a decoração de interiores. Além disso, a possibilidade de os indivíduos expressarem os seus estilos e preferências pessoais nos seus espaços e projetos, pode simplificar o processo de design, como é o caso do projeto “LightSpace: An Interactive, Projection-Mapped (doll)House”¹⁶.

As técnicas utilizadas no projeto "KeepStep" têm diversificadas aplicações no domínio da reabilitação. Num primeiro plano, o projeto “KeepStep”, encontra-se focado na reabilitação motora para pessoas com esclerose múltipla, abordando componentes de habilidades críticas, como equilíbrio e mobilidade. No entanto, este vai mais além. A adaptabilidade das técnicas de Projeção Mapeada também permite potenciais aplicações em outras áreas da fisioterapia e reabilitação cognitiva. A capacidade de criar ambientes envolventes e interativos pode ser benéfica para vários grupos de pacientes, tornando estas metodologias ferramentas versáteis na reabilitação.

¹⁴ Link de acesso ao vídeo do projeto como exemplo prático: <https://youtu.be/2eyNXwjYOR0>

¹⁵ Link de acesso ao vídeo do projeto como exemplo prático: https://youtu.be/9X66YZTb_hA

¹⁶ Link de acesso ao vídeo do projeto: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3334480.3383180>

Na área da biologia marinha, a experiência interativa” INTERAQUATICA - Designing Interactive Aquatic Experiences with Geodesic Domes In-the-Wild” tem como propósito sensibilizar os espectadores para a biodiversidade marinha e os desafios ambientais enfrentados pelas espécies. Cada uma das cinco cúpulas existentes no projeto, representa uma espécie de fauna marinha diferente, permitindo que os utilizadores aprendam sobre seus habitats e as ameaças que esses enfrentam, como pesca excessiva, derramamentos de petróleo e poluição sonora. Na cúpula “Whale Dome” o autor utiliza Projeção Mapeada para transmitir o conceito, ilustrando como as baleias capturam carbono, com interações baseadas na proximidade do público. O mapeamento desta projeção não educa apenas os utilizadores sobre a captura de carbono, como os convida a refletir sobre seu próprio impacto no meio ambiente, tornando-o deste modo mais consciente.

Outros dos exemplos apresentados na tabela 8, tem aplicações em áreas como os jogos e planeamento urbano. Na primeira área a aplicação desta técnica pode transformar mesas de sala de estar em cenários de jogo imersivos e, no planeamento urbano, através de *frameworks* como o CityScope¹⁷, permite a modelação e visualização colaborativa de estruturas urbanas.

Em resumo, a versatilidade da projeção interativa permite a sua aplicação em múltiplos contextos, no entanto, será que esta evolução é bem recebida aos olhos do público?

Foram realizados três questionários sobre a aplicação e os efeitos desta técnica nas áreas específicas de cada projeto, podendo concluir que:

No projeto intitulado de “Interactive Dance Support System Using Spatial Augmented Reality” os resultados dos estudos de utilizadores mostram que os sistemas interativos podem transformar significativamente a forma como as pessoas aprendem e se envolvem em diferentes atividades, desde a dança até as artes em espetáculos e o design criativo. Os participantes relataram uma experiência muito mais envolvente graças ao ambiente imersivo criado por um ecrã de projeção de três lados. A sensação de companhia e diversão proporcionada pelo sistema fez com que esta situação se tornasse mais agradável e menos solitária. Quando ques-

¹⁷ Link de acesso a site oficial: <https://cityscope.media.mit.edu/>

tionados, a maioria dos participantes partilhou sentir-se imersa no sistema, indicando que o ambiente criado é eficaz para manter o foco na prática de dança. Para além disso, a interação com personagens virtuais foi igualmente bem recebida, mostrando que os participantes gostaram de dançar com as personagens animadas, tornando a prática mais parecida com uma atividade social real. Já o feedback motivacional transmitido pelas personagens não foi tão eficaz, sugerindo que os prompts apenas em texto não conseguiram motivar os participantes, apontando assim um aspeto a melhorar no design do projeto.

No segundo projeto, “Visual Effect System for Projection Mapping with Japanese Drum Performance”, os efeitos visuais interativos presentes nas performances tradicionais de tambores japoneses demonstraram o potencial em atrair novos públicos, aumentando o impacto cultural das mesmas. Durante os eventos ao vivo, mais de 80% dos participantes conseguiram perceber a sincronização dos efeitos visuais com os padrões de tambor e, mais de 90%, expressaram satisfação com a experiência geral, sublinhando a capacidade destas tecnologias e técnicas em transformar apresentações tradicionais em experiências dinâmicas que se enquadram de melhor forma com audiências jovens e contemporâneas.

Por fim, no estudo da avaliação do projeto “Sketch2Domino”, que tem como objetivo criar guias de posição para peças de dominó, os participantes foram capazes de colocar as peças através das indicações fornecidas mais rapidamente e com menos erros em comparação com os métodos tradicionais. Embora a maioria dos utilizadores tenham considerado o sistema envolvente e fácil de usar, alguns expressaram a necessidade de existir um maior controlo sobre a orientação fornecida pelo mesmo. Mesmo assim, o “Sketch2Domino” permitiu a criação de designs complexos, como espirais, que seriam difíceis de realizar sem a ajuda do mesmo, demonstrando assim o valor do trabalho colaborativo, já que múltiplos utilizadores contribuíram para um único design, promovendo assim criatividade e trabalho em equipa.

Estes exemplos mostram que a integração de tecnologias interativas pode melhorar a eficiência e o entretenimento durante as atividades, como abrir novas possibilidades de envolvimento e inovação em áreas diversas, mostrando ser uma ferramenta valiosa em diversas áreas.

Tabela 8- Exemplos de áreas de aplicação da técnica Video Mapping

Áreas
Arte
Educação
Design de Interiores
Exposições
Teatro
Terapia
Realidade Aumentada
Realidade Virtual
Entretenimento
Reabilitação
Museus
Desporto
Design Interativo
Jogos
Concertos
Neurociência
Biologia Marinha
Planeamento urbano

2.5 Considerações finais

Após a análise dos documentos selecionados e, após as respostas a cada pergunta estipulada aquando da identificação do problema de pesquisa, existem exemplos práticos de forma a preencher a tabela resumo proposta no capítulo 1 intitulado “Contextualização”.

Para esse efeito tabela 9 tem como objetivo identificar cada documento analisado através da atribuição de um número a cada um ordenado previamente por ordem alfabética. Este ID atribuído é utilizado posteriormente, na tabela 10.

Tabela 9- Documentos analisados

Identificador de cada documento (ID)	Título do artigo
1	A New Ecosystem of Virtual Daily Life: Exploring the Intuitive Manipulation Based on the Transformation of Physical Experience Between Virtuality and Reality
2	A Proposal of Interactive Projection Mapping by Touching Rays Visualized by Smoke
3	A STUDY ON PLANNING AND PLATFORM FOR INTERACTIVE EXHIBITION OF SCIENTIFIC CULTURAL HERITAGE
4	Evaluation of a Mental Care System for Patients Recuperating in a Sterile Room after Hematopoietic Cell Transplantation
5	Four Components of Interactive Projection Mapping Design Plan: Case Study by Using Building Block Toys for Learning
6	Interactive Dance Support System Using Spatial Augmented Reality
7	Interactive Dynamic Projection Mapping onto Thin Plants with Bioluminescent Effect Animations
8	Interactive Stickies: Low-latency projection mapping for dynamic interaction with projected images on a movable surface
9	INTERAQUATICA - Designing Interactive Aquatic Experiences with Geodesic Domes In-the-Wild
10	Investigating Novel BCI Displays that Support Personalised Engagement and Interpersonal Connections

11	KeepStep: Interactive Projection-mapping Based Exergames for People with Multiple Sclerosis
12	LightSpace: An Interactive, Projection-Mapped (doll)House
13	Projection Mapping System To A Widely Dynamic Sphere With Circumferential Markers
14	Semantic Mapping: A Semantics-based Approach to Virtual Content Placement for Immersive Environments
15	Shadowless Projector: Suppressing Shadows in Projection Mapping with Micro Mirror Array Plate
16	Sifting Strands Winter and Spring 2022
17	Sketch2Domino: Interactive Chain Reaction Design and Guidance
18	The Dyslexperience: Use of Projection Mapping to Simulate Dyslexia
19	Tinkling: Research on the design of a Bianqing interactive system for children based on experiential learning
20	Towards Smart Classroom: Affordable and Simple Approach to Dynamic Projection Mapping for Education
21	Visual Effect System for Projection Mapping with Japanese Drum Performance

A tabela 10 apresenta de forma resumida os critérios utilizados no decorrer da análise e serve como meio de comparação das obras selecionadas. Após a compilação das características de cada instalação e a elaboração desta tabela, é possível concluir que a filtragem de resultados nas bases de dados foi efetuada com sucesso. Verificou-se que os 21 documentos analisados referem-se de forma absoluta a instalações que adotaram a interatividade no seu seio. Este sucesso manteve-se na continuação do estudo e revelou agrupamentos nas características estipuladas.

Pode ser concluído que a maioria das instalações, 19 no total, foram realizadas em superfícies inseridas em ambientes interiores, enquanto apenas 2 foram realizadas no exterior, com as identificações 9 e 21. Continuando o raciocínio,

houve uma tendência superior para instalações em dimensões 3D e com financiamento por conta própria.

Podemos deste modo concluir que para a elaboração de projetos de Video Mapping Interativo o seu financiamento provém maioritariamente dos artistas. Para além disso, a grande maioria escolhe realizar obras do tipo tridimensional em ambientes internos.

Tabela 10- Tabela resumo das principais características dos documentos analisados

ID	Interativo		Financiamento		Dimensão		Superfície		
	Sim	Não	Conta própria	Encomenda	2D	3D	Interior	Exterior	Corpo
1	X		X		X		X		
2	X		X			X	X		
3	X		X			X	X		
4	X		X		X		X		
5	X		Sem Dados	Sem Dados		X	X		
6	X		X			X	X		
7	X		X			X	X		
8	X		X		X		X		
9	X		X			X		X	
10	X		Sem Dados	Sem Dados		X	X		
11	X		X		X		X		
12	X		X			X	X		
13	X		X			X	X		
14	X		X			X	X		
15	X		X			X	X		
16	X		X		X	X	X		
17	X		X		X		X		
18	X		X			X	X		
19	X		X			X	X		
20	X		X			X	X		
21	X		X			X		X	

Capítulo 3-Conclusão

Na presente dissertação foi apresentado a definição, as etapas de uma revisão sistemática da literatura, bem como todo o processo de condução da revisão com o propósito de responder à questão principal da mesma: “O que é Video Mapping Interativo e qual a sua evolução?”. Esta dissertação possibilitou a criação de uma revisão sistemática da literatura na área do Video Mapping Interativo, algo que até a data não existia, bem como a partilha de conhecimentos sólidos sobre a questão de pesquisa, para além de evidenciar o estado de arte, sobre a área, até o momento presente.

Dada a análise realizada, pode ser concluído que a área de Video Mapping Interativo encontra-se num crescimento exponencial, tendo ganho uma maior exposição e destaque, principalmente pela crescente demanda de inovação nas áreas onde este se aplica. O Video Mapping Interativo encontra-se atualmente presente em áreas como a educação, sendo utilizada como uma ferramenta de auxílio pedagógica, ou até mesmo na saúde em contextos terapêuticos e de reabilitação, mostrando-se deste modo uma técnica versátil.

Apesar de poder ser aplicada em diversas áreas cumprindo com os diversos objetivos, a criação de projetos de Video Mapping Interativo pode não ser acessível a todos. Os custos relacionados com os hardware e software necessários para a sua elaboração, devem ser submetidos a pesquisas de mercados e possíveis ajustes para garantir que se enquadrem com o cumprimento do orçamento disponível. Este planeamento é essencial de forma a assegurar uma elaboração bem-sucedida para o tipo de projetos em questão, tendo em conta que dependendo da dimensão e complexidade da obra o investimento poderá ter de aumentar.

Com base nos dados recolhidos nesta revisão, podemos ainda concluir que não existem limites claros para a escolha da superfície de projeção, no entanto, é importante ter em consideração que a interação será mais natural em superfícies tangíveis, aumentando de igual forma a imersividade da obra. As superfícies dividem-se ainda em duas categorias: bidimensionais e tridimensionais que, tendo em consideração o ambiente que as rodeia, as superfícies podem ainda ser caracterizadas como interior (ambiente fechado) ou exterior (ar livre).

No que diz respeito aos tipos de interação, podemos caracterizá-los como: interação tangível, interação baseada no input do utilizador e interação visual. A interação tangível representa a interação física, como o ato de tocar em folhas de plantas alterando os visuais projetados nelas. A interação baseada no input do utilizador envolve a utilização de informações provenientes de dispositivos, como smartphones ou até mesmo a captura de dados, como a entrada dos participantes na instalação, por meio do rastreamento de uma câmara. Por último a interação visual encontra-se mais centrada no auxílio e/ou conexão do utilizador perante, por exemplo, o cumprimento de tarefas de forma assistida através da instalação de Video Mapping Interativo.

De forma a concluir este trabalho, pode-se ainda afirmar que o estudo da área de pesquisa em forma de revisão sistemática da literatura é válido, visto que estamos perante uma área em constante evolução nos últimos anos, como apresentado nesta revisão, permitindo assim a realização de futuras atualizações da mesma nos próximos anos.

Bibliografia

Alexandre, M. (2014). El video mapping: definición, características y desarrollo. *Uvadoc.uva.es*. <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/6174>

Amiri, Z., Sekhavat, Y. A., & Goljaryan, S. (2021). KeepStep: Interactive Projection-mapping Based Exergames for People with Multiple Sclerosis. *2021 IEEE Conference on Games (CoG)*. <https://doi.org/10.1109/cog52621.2021.9619082>

Astriani, M. S., Lamug Martinez, J. J., Dirgantoro, B. P., & Yi, L. H. (2022). Four Components of Interactive Projection Mapping Design Plan: Case Study by Using Building Block Toys for Learning. *2022 1st International Conference on Technology Innovation and Its Applications (ICTIIA)*. <https://doi.org/10.1109/ictiia54654.2022.9936016>

Bimber, O.; Raskar, R. *Spatial Augmented Reality: Merging Real and Virtual Worlds*; A. K. Peters; CRC Press: Natick, MA, USA, 2005.

CHIN, T.-W., JIANG, J.-H., & LUNG, C.-H. (2022). A New Ecosystem of Virtual Daily Life: Exploring the Intuitive Manipulation Based on the Transformation of Physical Experience Between Virtuality and Reality. *2022 IEEE International Conference on Consumer Electronics - Taiwan*. <https://doi.org/10.1109/icce-taiwan55306.2022.9869139>

Dave, A., Kang, M., Hwang, J., Lorenzo, M., & Oh, P. (). Towards Smart Classroom: Affordable and Simple Approach to Dynamic Projection Mapping for Education. *2020 10th Annual Computing and Communication Workshop and Conference (CCWC)*, 0942–0947. <https://doi.org/10.1109/CCWC47524.2020.9031145>

Elek, O., Mossman, W., & Forbes, A. G. (2022). Sifting strands winter and spring 2022. *IEEE; IEEE Comp Soc; IEEE VGTC*, 7–11. <https://doi.org/10.1109/VISAP57411.2022.00008>

Garcia, R. (2014). *Video mapping: um estudo teórico e prático sobre projeção mapeada*. Unesp.br; Universidade Estadual Paulista (Unesp). <https://repositorio.unesp.br/items/a89014d2-bf0b-4144-b4db-e987bd01492f>

He, Y., Zheng, X., Yagami, A., Peng, Y., Yoshida, S., Xie, H., Kanai, H., & Miyata, K. (2021). *Interactive dance support system using spatial augmented reality*. 27–33. <https://doi.org/10.1109/NICOINT52941.2021.00013>

Ishibashi, K., Uchiyama, S., & Goto, H. (). Visual Effect System for Projection Mapping with Japanese Drum Performance. *2022 Nicograph International (NicoInt)*, 75–78. <https://doi.org/10.1109/NicoInt55861.2022.00022>

Jin, S., & Zou, N. (2022). Tinkling: Research on the design of a Bianqing interactive system for children based on experiential learning. *2022 15th International Symposium on Computational Intelligence and Design (ISCID)*. <https://doi.org/10.1109/iscid56505.2022.00028>

K. Hiratani, Iwai, D., P. Punpongsanon, & Sato, K. (). Shadowless Projector: Suppressing Shadows in Projection Mapping with Micro Mirror Array Plate. *2019 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR)*, 1309–1310. <https://doi.org/10.1109/VR.2019.8798245>

Kagami, S., & Hashimoto, K. (2020). Interactive Stickies: Low-latency projection mapping for dynamic interaction with projected images on a movable surface. *ACM SIGGRAPH 2020 Emerging Technologies*. <https://doi.org/10.1145/3388534.3407291>

Kotani, N., & Mizuno, S. (2019, July 1). *A Proposal of Interactive Projection Mapping by Touching Rays Visualized by Smoke*. IEEE Xplore. <https://doi.org/10.1109/NICOInt.2019.00035>

Liu, J. (2021). Semantic Mapping: A Semantics-based Approach to Virtual Content Placement for Immersive Environments. *2021 17th International Conference on Intelligent Environments (IE)*. <https://doi.org/10.1109/ie51775.2021.9486580>

Mota, M. H. (2014). Video mapping / projeção mapeada : espaços e imaginários deslocáveis. *Repositorio2.Unb.br*. <http://repositorio.unb.br/handle/10482/17292>

Peng, Y., Mishima, Y., Igarashi, Y., Miyauchi, R., Okawa, M., Xie, H., & Miyata, K. (2020). Sketch2Domino: Interactive Chain Reaction Design and Guidance. *2020 Nicograph International (NicoInt)*. <https://doi.org/10.1109/nicoInt50878.2020.00013>

Radeta, M., Andrade, M., Freitas, R., Sousa, M., Ramos, A., Azevedo, V., Lopes, J., Jardim, R., Gouveia, J., Gouveia, M. J., Gonçalves, T., Pinto, P., Rodrigues, R., França, C., Freitas, J., Andrade, A., Faria, A., Abreu, L., Mendes, M., & Nunes, N. J. (2020). INTERAQUATICA - Designing Interactive Aquatic Experiences with Geodesic Domes In-the-Wild. *ACM International Conference on Interactive Media Experiences*. <https://doi.org/10.1145/3391614.3399395>

S. Joko, M. Ohsuga, Tada, Y., & Ishikawa, J. (). Evaluation of a Mental Care System for Patients Recuperating in a Sterile Room after Hematopoietic Cell Transplantation. *2019 41st Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)*, 1314–1317. <https://doi.org/10.1109/EMBC.2019.8857157>

Sargeant, B., Dwyer, J., & Mueller, F. F. (2020). Investigating Novel BCI Displays that Support Personalised Engagement and Interpersonal Connections. *Extended Abstracts of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. <https://doi.org/10.1145/3334480.3375215>

Sueyoshi, T., & Morimoto, Y. (2021). Interactive Dynamic Projection Mapping onto Thin Plants with Bioluminescent Effect Animations. *2021 Nicograph International (NicoInt)*. <https://doi.org/10.1109/nicoInt52941.2021.00008>

Tan, N., Ospina, J., Clark, P., Sadalgi, S., & Humphreys, M. (2020). LightSpace: An Interactive, Projection-Mapped (doll)House. *Extended Abstracts of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. <https://doi.org/10.1145/3334480.3383180>

The Illustrated History of Projection Mapping - Projection Mapping... (2012, December 20). Projection Mapping Central. <https://projection-mapping.org/the-history-of-projection-mapping/>

Y. Mikawa, T. Sueishi, Watanabe, Y., & Ishikawa, M. (). Projection Mapping System To A Widely Dynamic Sphere With Circumferential Markers. *2020 IEEE International Conference on Multimedia and Expo (ICME)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICME46284.2020.9102813>

Yong, Z. F., Ng, A. L., & Nakayama, Y. (2019). The Dyslexperience: Use of Projection Mapping to Simulate Dyslexia*. *2019 International Conference on Multimodal Interaction*. <https://doi.org/10.1145/3340555.3358657>

Yoo, H., & Kim, H. (2014). A study on the media arts using interactive projection mapping. *Contemporary Engineering Sciences*, 7, 1181–1187. <https://pdfs.semanticscholar.org/d8ea/d441ab4db855ab5079624d7fe906be963ba5.pdf>

Young Hoon Jo, Kim, J., Cho, N. C., Lee, C. H., Yong Hyun Yun, & Kwon, D. (2019). A STUDY ON PLANNING AND PLATFORM FOR INTERACTIVE EXHIBITION OF SCIENTIFIC CULTURAL HERITAGE. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLII-2/W15, 605–607. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-xlii-2-w15-605-2019>