



PROGRAMA DOUTORAL EM MEDIA DIGITAIS

Jogar o Museu: Uma *framework* para o design de jogos baseados em localização com realidade aumentada para espaços museológicos

Play the Museum: A framework for designing location-based games with augmented reality for museological spaces

Maria van Zeller de Macedo de Oliveira e Sousa | mvanzeller@fe.up.pt

Janeiro 2022

Orientador

António Coelho, PhD

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Coorientador

Pedro Cardoso, PhD

Departamento de Comunicação e Arte, Universidade de Aveiro

Esta investigação é apoiada:

Bolsa de Investigação, no âmbito do Projeto de Investigação/Unidade de I&D/Laboratório

Programa Operacional Regional do Norte (NORTE 2020), tomando esta operação o código Norte-08-5369-FSE-000049.



Aos meus filhos. O esforço é recompensado quando levamos as nossas propostas a bom porto.
(Esta é a mensagem que vos deixo, de que este trabalho é testemunho)

RESUMO

Nesta era digital, os museus procuram nas tecnologias emergentes as soluções mais adequadas para apoiar a experiência dos visitantes. Para apoiar essa abordagem, este estudo baseia-se em métodos de investigação ao nível do *design* de experiências. Esta investigação foca-se na identificação das novas tendências em tecnologia que potenciem maior atenção dos visitantes aos museus. Mais concretamente, propõe-se o desenvolvimento de aplicações baseadas na localização, com realidade aumentada e jogos, para promover novas experiências em espaços museológicos. O objetivo deste estudo é o de encontrar os princípios orientadores para que museólogos e designers possam desenvolver propostas mais eficazes, na promoção do envolvimento do Museu com o público, através de soluções que potenciem o envolvimento deste com os objetos museológicos. Foi realizado um estudo online sobre a perceção do público sobre a utilização destas tecnologias nos museus baseado no Modelo de Aceitação Tecnológico (TAM) e num Modelo de Design de Experiências que incorpora as mecânicas e tipo de público a que se destinam. Esta investigação baseou-se no estudo de casos para desenvolver a teoria, pelo que os resultados são provenientes de quatro casos de estudo realizados no Museu de História Natural da Universidade do Porto e no Museu da Farmácia do Porto. Foram utilizados métodos de cocriação e realizados testes com utilizadores, com recurso a questionários e entrevistas. Os resultados alcançados nesta investigação revelaram que os jogos pervasivos têm grande potencial de atração de novos públicos aos museus. Pelo que se pretende dá um contributo nas temáticas do conhecimento do público e da experiência dos visitantes com metodologias de apoio ao processo de criação e implementação de aplicações móveis nos museus, integrando jogos pervasivos.

Palavras-chave: Cocriação, Experiência do visitante, Jogos pervasivos, Museologia, Participatory design, Realidade aumentada.

ABSTRACT

Museums in the digital age look for emerging technologies and the most appropriate solutions to support visitors' experiences in exhibitions. To support those decisions, this study is based on research methods at the level of experience design. This research focuses on identifying new trends in technology that will enhance visitors' attention to museums. More specifically, it proposes the development of location-based applications with augmented reality and games to promote new experiences in museum spaces. The goal of the current study is to find guiding principles for museologists and designers, to develop more effective proposals and promoting the engagement of the public with the museum, through solutions that enhance their interaction with the museum collection. An online study was conducted on the public's perception of the use of these technologies in museums, based on the Technology Acceptance Model (TAM) and an Experience Design Model that incorporates mechanics and type of audience they are intended for. This research relied on case studies for theory development. Results come from four case studies conducted at the Natural History Museum of the University of Porto and the Pharmacy Museum of Porto. Co-creation methods were used, and user tests were conducted using questionnaires and interviews. The results achieved in this research revealed that pervasive games have great potential to attract new audiences to museums. The goal is to contribute to the topics of audience knowledge and visitor experience with methodologies that support the process of creation and implementation of mobile applications in museums, integrating pervasive games.

(More in Extended Abstract in [appendix H](#))

Keywords: Augmented Reality, Co-creation, Design thinking, Location-based games, Museology, Pervasive games, Visitor experience.

AGRADECIMENTOS

Este espaço é dedicado a todos aqueles que contribuíram para a realização desta dissertação. A todos deixo um especial agradecimento com sincero carinho e admiração.

Em primeiro lugar ao Prof. Doutor António Coelho pelas suas sábias e perspicazes orientações. Agradeço muito o positivismo e entusiasmo com que orientou o meu trabalho que me fez abraçar a investigação.

Em segundo lugar, agradeço ao Prof. Doutor Pedro Cardoso pelas suas orientações que permitiram uma outra abordagem do meu estudo. Pela sua dedicação e todo o apoio dado na condução e finalização da minha investigação.

Aos dois agradeço as suas recomendações e a disponibilidade com que sempre me receberam. Estou grata por ambos e também pela liberdade de ação que me facultaram, para que este trabalho fosse importante para o meu desenvolvimento profissional e pessoal.

Gostaria de agradecer à comissão de acompanhamento, nomeadamente à Prof. Doutora Paula Menino Homem e Prof. Doutor Pedro Casaleiro pela disponibilidade e apoio neste processo de investigação. Aos investigadores Andreia Pinto de Sousa e Ricardo Melo pela sua disponibilidade e o apoio metodológico que foram fundamentais para este processo de investigação.

Agradeço à Galeria da Biodiversidade e Jardim Botânico, nomeadamente à Dra^a Maria João Fonseca pela disponibilização da sua equipa de trabalho, quer a nível de apoio à investigação, quer na concretização dos casos de estudo. Um especial agradecimento a toda a sua equipa que ao longo das várias fases desta investigação foram incansáveis e fizeram-me sentir acolhida. Aos Professores Eduardo Marques e Luís Lopes e ao Nuno Silva por toda a dedicação e apoio nos projetos que decorreram nesta instituição, sem eles não seria possível testar toda a tecnologia necessária para este estudo. Ao David Soares e Diogo Teixeira por todo o apoio e dedicação no projeto Flo[RA].

Um especial agradecimento ao Dr. João Neto e à equipa do Museu da Farmácia do Porto, pela oportunidade que me proporcionaram de trabalhar em parceria no estudo de caso que decorreu neste Museu.

Um especial agradecimento à Marta Cruz, ao Professor Eurico Carrapatoso, ao Professor Carlos Oliveira, à Susana Medina e à Rita Abreu pelo seu apoio e motivação para esta realização pessoal. Aos meus pais, à tia Belinha e tio Francisco (com saudade) e a todos os meus irmãos, por todo o apoio familiar que foram fundamentais para esta concretização, o meu sincero bem-haja. Um grande agradecimento emocionado à Teresinha, ao Guilherme e ao João pela paciência, apoio e orgulho na mãe. Ao Zé Maria agradeço o sucesso de mais uma concretização a dois.

Finalmente, gostaria de deixar um agradecimento especial ao Dr. Fernando Cabral pela amizade e apoio na tese. Agradeço ao Alexandre Matos, Sofia Sousa, Sónia Guedes, Armindo Dias, Natália Jorge, Sílvia Alcântara, André Pedrosa e Mónica Marques, pela paciência, dedicação e carinho.

Obrigada, a todos os colegas de doutoramento que foram a minha âncora e me ajudaram a levar a bom porto esta investigação especialmente à Liliana Santos, à Viviane Melo, ao Roberto Ivo Vaz, ao José Raimundo, à Diana Marques e Mariana Magalhães.

A todos, um muito obrigado por estarem ao meu lado nesta concretização pessoal.

Este trabalho foi financiado, através de uma bolsa de investigação pelo projeto Operação NORTE-08-5369-FSE-000049 apoiado pelo Programa Operacional Regional Norte Portugal (NORTE 2020), no âmbito do Acordo de Parceria 2020, através do Fundo Social Europeu (FSE)

ÍNDICE

RESUMO	4
ABSTRACT.....	5
AGRADECIMENTOS	6
ÍNDICE	8
LISTA DE TABELAS	10
LISTA DE FIGURAS	13
INTRODUÇÃO.....	21
Contexto.....	21
Problema, questões e objetivos da investigação	26
Enquadramento metodológico.....	28
Relevância	34
Estrutura da tese	36
1. ESTADO DA ARTE.....	39
1.1 O papel dos museus na era digital.....	39
1.2 Aplicações móveis como guias de apoio à localização	44
1.3 Realidade aumentada e realidade virtual: relação entre o mundo físico e o digital	48
1.4 Colaboração, ludificação e criatividade.....	66
1.5 O design de jogos e experiência do utilizador.....	75
2. METODOLOGIA	88
2.1 Fase 1. Análise.....	89
2.2 Fase 2. Desenvolvimento de proposta.....	89
2.3 Fase 3. Ciclos iterativos.....	91
2.4 Fase 4. Reflexão	92
3. MODELO DE ACEITAÇÃO DA TECNOLOGIA E MODELO DE DESIGN DE EXPERIÊNCIAS	94
3.1 Contextualização do estudo.....	94
3.2 Instrumentos de pesquisa.....	97
3.3 Análise de dados	103
3.4 Síntese da análise	128
3.5 Considerações.....	132
4. DESIGN, PROTOTIPAGEM E IMPLEMENTAÇÃO.....	133
4.1 Caso de estudo 1 - Experiência lúdica no exterior do museu.....	135
4.2 Caso de estudo 2 - Experiência lúdica no interior do museu.....	145
4.3 Caso de estudo 3 - Experiência lúdica no espaço interior e exterior do museu	192
4.4 Caso de estudo 4 - Experiência lúdica inclusiva	208

5. FRAMEWORK PLAY THE MUSEUM – PRINCÍPIOS PARA JOGAR O MUSEU	225
5.1 Envolvimento dos visitantes com o espaço museológico	226
5.2 Envolvimento dos visitantes com o objeto	230
5.3 Envolvimento dos visitantes com a matéria científica	233
5.4 Princípios <i>Play the Museum</i>	236
5.5 Operacionalização da avaliação	238
5.6 Síntese	241
6. CONCLUSÕES	243
6.1 Resultados da investigação	243
6.2 Contribuições	251
6.3 Limitações	253
6.4 Trabalho futuro	255
6.5 Considerações finais	257
BIBLIOGRAFIA	260
ANEXOS	276
Anexo A Questionário Grau de Aceitação do uso de AR	277
Anexo B Comentários dos participantes: Grau de Aceitação do uso de AR.....	290
Anexo C Análise de dados do questionário	292
Anexo D <i>Workshop</i> Play the Museum - Caso de estudo 2.....	293
Anexo E Entrevistas – Caso de Estudo 2	318
Anexo F Artigos publicados	337
Anexo G Aplicações – Metaverse Studio	338
Appendix H Extended Abstract.....	345

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Instrumento de análise do Modelo de Aceitação da Tecnologia (TAM), está organizado por temas e subtemas e respectivas questões.....	98
Tabela 2 Instrumento de análise do Modelo de Design de Experiências, está organizado por temas e subtemas e respectivas questões.	101
Tabela 3 Modelo de análise para o TAM com integração dos dados tratados	129
Tabela 4 Instrumento para análise dos casos de estudo	134
Tabela 5 Metodologia Design Thinking com criação	148
Tabela 6 Funcionamento do sistema de comunicação com os beacons.....	167
Tabela 7 Entendimento das várias atividades propostas.	167
Tabela 8 Percentagem de cumprimento da sequência de tarefas para cada atividade.....	168
Tabela 9 Percentagens de partilha e formatos de conteúdo escolhidos.	169
Tabela 10 Perceção da adequação da duração das atividades	170
Tabela 11 Perceção dos utilizadores sobre se as atividades estimulam a mudança de atitude.	170
Tabela 12 Perceção dos utilizadores sobre se as atividades implicam um conhecimento prévio.....	171
Tabela 13 Indicadores representativos sobre a questão: A atividade apresentada estimula o envolvimento do público com o objeto a que níveis?	173
Tabela 14 Indicadores representativos sobre a questão: A atividade apresentada estimula o envolvimento do público com o objeto a que níveis?	175
Tabela 15 Indicadores representativos sobre a questão: A atividade apresentada promove envolvimento do público com o Museu a que níveis?.....	177
Tabela 16 Grelhas criadas pelo card sorting, organizadas por focus group. Das atividades que fez, qual ficou na sua memória como uma experiência positiva? Ordene os cartões de 1-5 (sendo a 1 a que considera ter sido mais positiva).....	183
Tabela 17 Tabelas com os resultados das tarefas. É possível identificar dois P- Sucessos Parciais, uma F- Falha e quatro tarefas NP - Não foram executadas.....	200
Tabela 18 Princípios relacionados com o envolvimento com o espaço, identificados na investigação.....	229
Tabela 19 Princípios relacionados com o envolvimento com o objeto, identificados na investigação.....	232
Tabela 20 Princípios relacionados com o envolvimento com a matéria científica, identificados na investigação.....	235
Tabela 21 Framework Play the Museum.....	236

Tabela 22 Tópicos de análise do TAM e cálculos somatórios das perguntas correspondentes	292
Tabela 23 Modelo de análise para o TAM com integração dos dados tratados	292

ACRÓNIMOS

AR - Augmented Reality

VR - Virtual Reality

BLE - Bluetooth Low Energy

DBR - Design Based Research

FEUP - Faculdade de Engenharia da universidade do Porto

GPS - *Global Positioning System (Sistema de posicionamento global)*

GB - Galeria da Biodiversidade

HCI - Human-computer Interaction

HMD - Head Mounted Display

JB - Jardim Botânico

LBG – Location Based Games

ICOM - International Council of Museums

MF - Museu da Farmácia

MR - Mix Reality

NFC - Near-Field Communication

PD - Participatory Design

TIC - Tecnologias de Informação e Comunicação

UP - Universidade do Porto

UX - *User experience* (Experiência do utilizador)

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Esquema de investigação onde são apresentados os instrumentos de investigação: A - o conhecimento dos visitantes e B - o conhecimento prático, onde se incluíram os casos de estudo.....	31
Figura 2 Domínios da investigação e métodos	31
Figura 3 Projeto Som dos Sinos (2016), onde é possível ouvir o som dos sinos das igrejas e outras histórias da região de Minas Gerais narradas pela comunidade local e sineiros. (Mansur e Thomé 2016).....	45
Figura 4 A aplicação ArtLens (2018) acede a AR através de beacons. (Cleveland Museum of Art 2018).....	47
Figura 5 Visor original, criado por Ivan Sutherland, e apelidado de “The Sword of Damocles” (1968)	49
Figura 6 Ambiente visual virtual da NASA (VIVED)	49
Figura 7 - Diagrama do Reality-Virtuality Continuum (Milgram and Kishino 1994).....	50
Figura 8 Imagem exemplificativa de dois sistemas de visualização de VR, um tipo de Ocellus (à esquerda), e um Google Cardboard (à direita).....	51
Figura 9 Visita Virtual com Ocellus a uma Vila da Idade do Bronze no British Museum	52
Figura 10 A obra arte de Pieter Bruegel: A fall with the Rebel Angels (2016), preparada para vídeo 360°.....	53
Figura 11 Imagem do quarto de Anne Frank em realidade virtual.	54
Figura 12 Magic cards que apresentam modelos em 3D de carruagens e o seu interior.	55
Figura 13 Aplicação Skin & Bones (2017) Imagem de realidade aumentada em que uma ilustração 3D substitui a imagem do esqueleto do animal presente na vitrine do Museu.....	56
Figura 14 Aplicação do Carnegie Museum of Natural History, Hall of Botany (2019) no interior do Museu.....	57
Figura 15 Aplicação do Carnegie Museum of Natural History, Hall of Botany (2019) no exterior.....	58
Figura 16 Representação conceptual do processo de conceção do <i>Expert-Learner-User</i> eXperience (ELUX) como um processo alargado de conceção centrado no utilizador, utilizado para integrar os objetivos de aprendizagem de tarefas e metas individuais do utilizador na construção de aplicações de aprendizagem imersiva. (Harrington 2021, 5)	59
Figura 17 Visitante a utilizar expositor interativo, com duas amostras a assistir à informação de dois exemplares. Expositor interativo para a comunicação de amostras geológicas (2016).	62

Figura 18 Experiência de Visita imersiva The Lost Palace (2016) nos Historic Royal Palaces em Londres. Estes dispositivos de madeira continham etiquetas NFC e vibravam. (IxD Awards 2017).	63
Figura 19 Aplicação Out Loud (2017) invisual a interagir com as reproduções e a receber informação áudio (Gonzalez 2017).	64
Figura 20 - No projeto SPIRIT é possível fazer um percurso e através de AR encontrar fantasmas do passado que contam as suas histórias de vida. (Spierling e Kampa 2017)	64
Figura 21 O projeto de inteligência artificial The Voice of Art - With Watson permite aos visitantes fazer perguntas sobre as obras expostas (Rodrigues, 2017).....	65
Figura 22 Quadro da Última ceia (1495–1498) de Leonardo Da Vinci – vangoyourself.com (VanGoYourself: Recreate Artworks with Your Friends 2015).	66
Figura 23 Trabalho vencedor do concurso do Rijkstudio em 2017 (Rijksmuseum 2017)	67
Figura 24 Exposição online Me, Family (2020) com a ativação da câmara e criação de um avatar. (Me, Family 2020).	67
Figura 25 QuestaGame (2018) é um projeto do Museu de Queensland, onde é possível participar com imagens de aracnídeos e ajudar na sua identificação.	68
Figura 26 Na aplicação Unique Visitors (2017) é possível partilhar roteiros de visita personalizados (Rodà 2017).	69
Figura 27 A APP ArtLens 2.0 (2017) permite a integração do telemóvel pessoal com uma aplicação da galeria.	70
Figura 28 Imagem do Jogo Ace Academy: Black Flight. (Canada Aviation and Space Museum 2016)	71
Figura 29 Imagem exemplificativa de um vídeo 360°, que representa uma cena do jogo Virtual Songlines (2020).	71
Figura 30 Aplicação Norton Art + (2020), utiliza as obras artísticas expostas para criar momentos divertidos e criativos através da AR.	73
Figura 31 Montagem com o funcionamento da aplicação Interplay: Art Play for All (2020). 74	
Figura 32 Modelo taxonómico de Bartle.	79
Figura 33 - Modelo dos tipos de personalidades dos jogadores - Hexad © Andrzej Marczewski 2016.....	80
Figura 34 Framework Octalysis (traduzida para português pela autora da imagem)	81
Figura 35 O diagrama explica a perspetiva de observação de jogador e do designer e as componentes do jogo M(mecânicas), D(dinâmicas) e A(estéticas) (Hunicke et al. 2004).	82
Figura 36 - Fases da investigação aplicada nos casos de estudo.	88
Figura 37 - Metodologia de Design Thinking - Play the Museum organizadas em 3 etapas e 7 fases que materializam o processo de investigação.....	90

Figura 38 Modelo de Aceitação da Tecnologia, versão 1 (Davis, Bagozzi e Warshaw, 1989).	95
Figura 39 Gráfico com a caracterização do tipo de participantes	103
Figura 40 Gráfico com a caracterização da faixa etária dos participantes	103
Figura 41 Gráfico com a caracterização da origem dos participantes.....	104
Figura 42 Gráfico com as respostas à questão: Já usou aplicações de realidade aumentada?	104
Figura 43 Considero que o uso de AR (realidade aumentada) pode melhorar o acesso à informação sobre os objetos em exposição.	105
Figura 44 A inclusão de storytelling (contar histórias sobre o objeto exposto) numa aplicação pode tornar a experiência de visita mais cativante.	106
Figura 45 Considero fundamental a inclusão de múltiplos idiomas nas aplicações de realidade aumentada.....	106
Figura 46 Considero fundamental a inclusão de língua gestual nas instruções das aplicações de realidade aumentada.	107
Figura 47 A informação disponibilizada em realidade aumentada deve ser disponibilizada apenas no local onde se encontra o objeto em exposição.	107
Figura 48 Considero que o uso de uma aplicação de realidade aumentada pode condicionar a experiência do visitante, alienando-o do espaço envolvente.....	108
Figura 49 Considero que a adaptabilidade dos conteúdos informativos a diferentes públicos é importante.....	108
Figura 50 Considero desconfortável o uso de aplicações móveis numa visita a um museu.	109
Figura 51 Considero que as aplicações de realidade aumentada podem incorrer em custos extra para o acesso à Internet.....	109
Figura 52 Considero que as aplicações de realidade aumentada têm um custo económico elevado para o museu.....	110
Figura 53 Considero que um percurso pré-definido por uma aplicação pode tirar o entusiasmo de explorador do visitante.	110
Figura 54 Considero importante que as aplicações de realidade aumentada deem a informação ao utilizador sobre que tipo de dados estão a ser recolhidos com a sua utilização.	111
Figura 55 Considero elevado o risco do meu dispositivo móvel ser roubado por estar a ser usado num espaço público exterior.....	112
Figura 56 A inclusão de jogos torna mais divertida a experiência de visita?.....	112
Figura 57 No caso da aplicação de realidade aumentada ser um jogo, considero fundamental a atribuição de algum tipo de recompensa no final?	113

Figura 58 Utilizo mais facilmente um dispositivo móvel com uma aplicação de realidade aumentada, disponibilizado pelo Museu do que com o meu próprio dispositivo?	113
Figura 59 Considero que as aplicações de realidade aumentada reduzem o tempo de duração da bateria.	114
Figura 60 Considero importante que os museus acompanhem a inovação tecnológica e utilizem a realidade aumentada como forma de experienciar o Museu.	115
Figura 61 Considero que as aplicações de realidade aumentada podem melhorar a acessibilidade às pessoas com necessidades específicas (como: locomoção e visão).....	115
Figura 62 Considero que os problemas de utilização justificam a falta de investimento dos museus nas tecnologias de realidade aumentada.....	116
Figura 63 Considero que utilizaria uma aplicação disponível através do navegador da Internet, na qual apenas fosse necessário “apontar” o meu telemóvel para um marcador e ter acesso à informação sobre o objeto, sem ter de descarregar nenhum programa.	117
Figura 64 As aplicações de realidade aumentada destinam-se apenas aos jovens.	117
Figura 65 Os jogos nos museus destinam-se apenas aos jovens.	118
Figura 66 O uso de uma aplicação de realidade aumentada pode influenciar negativamente a sociabilidade entre visitantes num museu.	118
Figura 67 Estou disposto a pagar por uma aplicação de realidade aumentada que melhore a minha experiência de visita.	119
Figura 68 Considero fácil a utilização de uma aplicação de realidade aumentada.	119
Figura 69 Considero que as aplicações de realidade aumentada ocupam muito espaço na memória do telemóvel.....	120
Figura 70 Considero que ter de fazer o download de uma aplicação de realidade aumentada, pode levar-me a não a utilizar.	120
Figura 71 Considero que as recomendações de outros visitantes através de uma aplicação, podem ajudar-me a definir um percurso de visita.....	121
Figura 72 Considero que no caso da aplicação de realidade aumentada ser um jogo, o factor competitivo é importante.	121
Figura 73 Considero interessante uma aplicação que coloca o visitante no papel de detetive, propondo-lhe a procura de objetos com o objetivo de construir uma linha cronológica.	122
Figura 74 Considero que se pudesse colecionar os objetos de que mais gostei durante a visita, recolhendo boas imagens, partilhava essas imagens nas redes sociais.	123
Figura 75 Utilizaria uma aplicação que tivesse um jogo que premiasse as respostas corretas a perguntas, sendo o prémio colecionar um álbum de imagens dos objetos em exposição.	123
Figura 76 Considero interessante a manipulação da imagem de um objeto museológico para dar origem a um novo objeto.....	124

Figura 77 Considero interessante que haja atividades em ambiente de workshop no Museu, que recorram a aplicações de realidade aumentada com o intuito criativo de exploração da coleção.	124
Figura 78 Considero que um jogo como, “descobre as diferenças” entre um quadro real e o que está a ser visualizado numa aplicação de realidade aumentada, pode ajudar o visitante a ficar a mais atento a pormenores desse quadro.....	125
Figura 79 Considero importante a existência de uma aplicação de realidade aumentada que, ao apontar a câmara do telemóvel para um esqueleto, visualize o animal em 3D no ecrã.	125
Figura 80 Utilizaria uma aplicação de realidade aumentada cujo guia fosse um modelo virtual de uma personalidade histórica.	126
Figura 81 Considero entusiasmante colocar um objeto museológico no seu ambiente histórico, através de realidade aumentada, como por exemplo, uma ânfora romana numa cozinha da época.....	126
Figura 82 Considero importante visualizar os documentos antigos (de arquivo) ou a imagem em raio-x de uma tela de um quadro, para revelar o que se encontra escondido por baixo da sua superfície	127
Figura 83 Considero cativante uma aplicação em realidade aumentada que mostra a linha cronológica e o mapa da origem de um objeto, correlacionando-o com outros objetos em exposição.....	127
Figura 84 Considero que a manipulação da imagem de uma obra de arte desrespeita o autor.	128
Figura 85 Mapa da cidade do Porto, com o Jardim Botânico do Porto assinalado na zona ocidental da cidade.	136
Figura 86 Imagens do Jardim Botânico, na primeira imagem está apresentada a escultura Círculo da Vida.	137
Figura 87 Mapa do jardim Botânico do Porto com os pontos de interesse do percurso da aplicação assinalados.....	137
Figura 88 Da esquerda para a direita. 1) Ecrã do ponto inicial com o desafio. 2) Mapa de navegação com seis pontos de interação.	138
Figura 89 POI 2 1) Ecrã com o desafio de acertar o nome do personagem. 2) Puzzle de letras.	138
Figura 90 POI 3 1) Ecrã com a história. 2) Quiz com perguntas.....	139
Figura 91 POI 4 1) Ecrã com a história. 2) Ecrã como feedback de sucesso do jogo.....	139
Figura 92 POI 5 1) Ecrã com a história e botão de tirar selfie. 2) Ecrã de chegada ao último ponto.....	140
Figura 93 POI 6 1) Ecrã com a coleção de imagens dos pontos visitados. 2) Ecrã de final do jogo com o prémio.	140

Figura 94 Questionário de avaliação da experiência.	141
Figura 95 Imagem do ambiente preparado para o workshop com desenhos da aplicação Quiver e o Lego que demonstraram as potencialidades da AR. Também há um registo das notas com a calendarização, para controle da atividade.	147
Figura 96 Modelo taxonómico de motivação de jogadores (exploradores, competitivos, criativos e colaborativos).....	149
Figura 97 Lista de 22 minijogos com uma descrição e atributos. Tais como: aplicam-se a um objeto ou coleção, utilizam um percurso ou apenas funcionam localmente, destinam-se a um público individual ou coletivo.....	150
Figura 98 Conjunto de Templates dos jogos e Templates desenhados com o exemplo da atividade do Milho.	151
Figura 99 Exemplo do ambiente de trabalho na aplicação Metaverse Studio com os ecrãs do protótipo final da atividade do Milho.	153
Figura 100 Módulo expositivo com uma coleção de espécies de ovos.	154
Figura 101 Da esquerda para a direita. 1) Ecrã inicial de seleção da espécie. 2) Seleção da escolha do tamanho do ovo. 3) Visualização do vídeo e questão sobre a forma do ovo..	154
Figura 102 Módulo expositivo com medicamentos.	155
Figura 103 A planta escolhida foi a “cannabis” e no ecrã final é dada uma explicação das propriedades farmacêuticas. 1) Ecrã do jogo de ligação de cores de medicamentos. 2) Jogo do tipo “super mario” a apanhar um medicamento e a formar uma sequência. 3) Ecrã com informação sobre as indicações medicinais 4) Partilha de um postal com uma selfie com a planta.....	156
Figura 104 Módulo expositivo com folhas.....	156
Figura 105 1) Ecrã de seleção da folha. 2) Identificação da metade da folha e escolha do nome científico. 3) Informação sobre a espécie.	157
Figura 106 Módulo expositivo que apresenta a origem e evolução das espigas de milho.	157
Figura 107 1) Ecrã de encontrar a metade da espiga do milho. 2) Identificar no mapa a origem do teosinto. 3) Após a visualização de um vídeo é pedido que seja dado a localização da origem. 4) Ecrã onde é pedido a seleção da espécie de milho que se adequa ao solo que está na imagem. 5) Tarefa de pintar uma espiga e partilhar.....	158
Figura 108 Módulo expositivo que representa a adaptabilidade das borboletas ao meio envolvente.	159
Figura 109 1) Ecrã com o jogo com objetivo de apanhar borboletas pretas ou brancas 2) Ecrã uma explicação histórica. 3) Ecrã quiz sobre a interpretação da influência da poluição nas borboletas. 4) Possibilidade de tirar uma selfie e com essa imagem ficar num ranking....	159
Figura 110 Módulo expositivo que apresenta espécies de lebres e coelhos.....	160

Figura 111 1) Ecrã inicial com a imagem da vitrine. 2) Ecrã com o jogo “apanhar” e “agrupar”. 3) Identificação da sombra do coelho. 4) Ecrã de match com o expositor.	160
Figura 112 Sala que representa os exploradores e está ladeada de artefactos dentro de armários fechados.	161
Figura 113 1) Ecrã de ativar a lanterna com o desafio de encontrar os objetos. 2) Ecrã com um objeto encontrado. 3) Seleção no mapa do local onde foi feita a descoberta. 4) Ecrã que pede para contar a história, pode ser usado o vídeo ou o texto.	162
Figura 114 Átrio da Galeria da Biodiversidade com um esqueleto de baleia.	162
Figura 115 1) Ecrã que pede a identificação do animal a que corresponde o esqueleto. 2) Ecrã com a sobreposição do corpo da baleia. 3) Pedido de identificação do tamanho do coração da baleia. 4) Pedido de identificação sonora do número de batimentos cardíacos da baleia.	163
Figura 116 - Formulário aplicado nos testes com utilizadores.	165
Figura 117 Resultado de uma atividade card sorting, realizada por um participante.	182
Figura 118 Indicadores das atividades que ficaram entre os top 5, top 3 e top 1, organizadas por grupos focais (todos, stakeholders, adolescentes, público geral).....	183
Figura 119 Ecrãs animados de introdução: 1) “benvindo” à Flo[RA]. 2)“descobre”. 3)“cria” uma composição em AR. 4) “partilha”.	193
Figura 120 1) Visitante numa das quatro vitrines da exposição. 2) Ecrã inicial que verifica se o utilizador já se encontra na exposição. 3) Seleção do nível de dificuldade.....	194
Figura 121 Identificação dos três níveis de dificuldade.....	194
Figura 122 1) A aplicação deteta uma das folhas. 2) Feedback que mostra que foi a folha errada. 3) A aplicação a detetar outra folha. 4) O feedback mostrado de que é uma folha correta	194
Figura 123 1) Ecrã com a questão do nome científico da espécie da folha. 2) Ecrã de resposta (a verde a resposta correta). 3) Ecrã de informação da espécie.	195
Figura 124 1) Ecrã final desta secção, mostra o desempenho no desafio anterior e avançar para o exterior, permite voltar a encontrar mais 3 folhas e aceder à coleção. 2) O ecrã Herbário, mostra as folhas bloqueadas e desbloqueadas e aquelas cujas árvores podem ser encontradas.	196
Figura 125 1) Ecrãs iniciais do desafio no exterior, no jardim. 2) Inicia a localização do dispositivo.	196
Figura 126 Ecrãs com a indicação dos níveis de proximidade com a árvore. 1) A procurar a árvore mais próxima. 2) A árvore está perto. 3) Estás a aproximar-te.....	197
Figura 127 1) Ecrã com a indicação de que a árvore foi encontrada 2) Mapa com a indicação da árvore encontrada. 3) Ecrã final das árvores encontradas com a indicação da possibilidade de iniciar o desafio seguinte.....	197

Figura 128 1) Tutorial com as ferramentas de manipulação sobre imagem real. 2) Ecrã com as ferramentas: plantar, apagar e escolher folhas “reais” ou “autocolantes”. 3) Ecrã final de Partilha de imagem da composição criada.....	198
Figura 129 Maquete 3D interativa com botões que ativam sons.	209
Figura 130 1) Expositor interativo com réplica de um almofariz. 2) Vitrine com o objeto original. 3) Imagem da atividade proposta, na imagem surge apenas metade da figura que é completada com a ajuda da câmara o telemóvel.	210
Figura 131 1) Expositor interativo com três réplicas de objetos de conservação (Grego, Romano e Árabe), em baixo estão os materiais originais das peças. 2) Ecrã da aplicação que sugere a exploração da vitrine para encontrar a peça original. 3) Ecrã com a possibilidade de manipulação da imagem em 360º do objeto.....	211
Figura 132 1) Expositor interativo com um livro impresso em papel de seda. 2)Ecrã da aplicação que sugere a participação com um vídeo. 3) Ecrã do álbum de vídeos partilhados.	211
Figura 133 1) Expositor interativo com uma réplica de uma boneca de acupuntura chinesa e uma peça que simula o conceito de espetar pregos. 2) Objeto original da réplica. 3) Ecrã de sucesso do desafio.	212
Figura 134 1) Expositor interativo com a réplica em tamanho real de um vaso pré-colombiano e de uma peça de toucado das tribos indígenas dos Índios americanos. 2) Vitrine com toucados e adereços indígenas. 3) Ecrã com selfie da peça de toucado exposta na vitrine.	212
Figura 135 1) Expositor interativo com a réplica em tamanho real de um pote e um alto relevo com a representação da decoração floral. 2) Ecrã com a imagem 360º do pote exposto e replicado.	213
Figura 136 1) Expositor interativo com uma caixa de madeira que contém frascos que podem ser manipulados e cheirados. 2) Ecrã com desafio de acertar no cheiro do frasco com tampa em forma de bola.	213
Figura 137 1) Ecrã com a apresentação do póster publicitário com narração. 2) Ecrã com desafio de perceber através da música e cheiro a origem da farmácia onde se encontram.	214
Figura 138 Formulário com questões de avaliação relacionadas com a qualidade do sistema, o envolvimento (matéria científica, objeto e Museu) e a experiência de visita.	216
Figura 139 Organização dos princípios	225
Figura 140 Exemplo do design das cartas Play the Museum, em cima estão os princípios (frente) em baixo as questões respetivas (verso).....	240

INTRODUÇÃO

Contexto

Visitar um museu é muito mais do que percorrer uma sala com obras de arte emolduradas ou artefactos em bonitas vitrines. É uma atividade que vai muito para além de uma exploração histórica ou artística, é uma experiência museológica que entretém, informa e inspira – seja a sós ou num grupo. Pode ser parte de um dia agradável passado em família ou até mesmo um momento de pura contemplação. Uma visita física a um museu é um momento de fruição cultural, talvez nos tenhamos dado mais conta disso, quando os museus foram forçados a encerrar devido à pandemia COVID-19.

Inicialmente, os museus tiveram o seu foco nas coleções, contudo na museologia atual houve uma mudança de paradigma em que o foco de atenção dos museus foi transferido do objeto para o ser humano (Figurelli 2011; Hein 2007), do artefacto para o visitante, mais precisamente na responsabilidade social. Esta mudança considera a educação como o meio pelo qual os profissionais podem aprender a relacionar-se com as necessidades e as expectativas dos indivíduos (Figurelli 2011,13). Aliás, em 1992 na Declaração da Unesco em Caracas, o Museu é identificado como um “importante instrumento no processo de educação permanente do indivíduo” e enriquece a “qualidade de vida individual e coletiva”.¹ Nesse sentido, os museus têm investido nos seus serviços educativos. Estes têm o papel de mediadores, no sentido de encontrar “leituras da exposição” e de estimular um olhar “crítico” dos objetos que têm à sua guarda (Alckmin et al. 2016; Chiovatto 2007). Estes objetos contam as histórias dos nossos antepassados, ensinam-nos lições de vida e ajudam-nos a entender as diferentes fases que o mundo tem atravessado. Estas histórias podem ser apresentadas ao público de variadíssimas formas, entre elas com recurso às tecnologias de informação e comunicação (TIC). Estas abordagens vão ao encontro das motivações do público atual, e são um factor de atração para as novas gerações (Cesário 2019). Os museus têm acompanhado a evolução tecnológica, apoiando estudos em tecnologias emergentes. Podemos, neste sentido, considerar que os museus têm sido verdadeiras incubadoras de tecnologias. Em 2016, um estudo internacional apresentado na conferência *Museums and the Web*² demonstrou que 50% das instituições museológicas têm nos seus objetivos de

¹ “o museu é um importante instrumento no processo de educação permanente do indivíduo, contribuindo para o desenvolvimento de sua inteligência e capacidades crítica e cognitiva, assim como para o desenvolvimento da comunidade, fortalecendo sua identidade, consciência crítica e autoestima, e enriquecendo a qualidade de vida individual e coletiva.” (UNESCO apud PRIMO, 1999, 237)

² Inquérito efetuado em 2016 a um grupo de trabalho da conferência *Museums and the Web*,

estratégia digital a preocupação de melhorar a experiência do visitante usando aplicações móveis; que 30% estão preocupadas em digitalizar pelo menos um quinto de suas coleções; e que 86% priorizam a utilização das tecnologias digitais nos serviços educativos.

De acordo com Marques (2018), a experiência do visitante está relacionada com o indivíduo (expectativas e preferências do visitante), com as suas relações sociais (interações com outros indivíduos durante a visita) e a interação com o espaço físico (espaço e conteúdos das exposições). (Marques 2018,7) Pelo que a experiência do visitante está relacionada com as suas motivações. Ed Rodley (2021) refere-se ao psicólogo Csikszentmihalyi que identifica que a motivação para a aprendizagem deve ser algo voluntário e intrínseco. Esta motivação é contrária à das classificações presente em contexto escolar, entre outros, agindo como um fator motivacional extrínseco. Para este especialista em design da experiência em museus, o papel dos designers passa por desenhar espaços e/ou aplicações que motivem as pessoas, mas esta motivação não pode ser forçada. Os designers têm, assim, que ter em atenção que os visitantes são pessoas que não estão focadas em nada em particular, pelo que se torna necessário criar mecanismos que despertem a sua atenção, procurando então apresentar conteúdos atrativos, que tornem a visita agradável, criando momentos de satisfação.³ Nesse sentido, os museus procuram encontrar estratégias que captem a atenção para os seus objetos (Hein 2007), promovendo a aprendizagem (Kelly 2007) ou a "construção de significados" (Falk et Dierking 2000).

O acesso à informação através da tecnologia dentro dos museus teve início nos anos 60, em que os visitantes podiam levar consigo recetores de rádio para receberem informações sobre as peças. Estes primórdios dos áudio-guias depressa evoluíram para aplicações digitais multimédia, que figuravam nos telemóveis dos visitantes, fazendo uso das suas ferramentas de localização para os auxiliar ao longo dos seus percursos (Dowden 2010). No entanto, hoje, o nível de interação dos visitantes com os artefactos é ainda realizado quase em exclusivo ao nível da audição e visão. Mesmo recorrendo a dispositivos móveis, esta interação limita-se frequentemente a complementar a informação das vitrines. No entanto, Nina Simon aponta para uma necessidade de uma participação ativa dos visitantes nestas interações, passando de consumidores passivos para criadores de conteúdos, incentivando assim uma cultura participativa nos museus. (Simon 2010)

How The Digital Customer Experience is Transforming Museums - Technology - Webflow Ecommerce Website Template. (n.d.). <https://www.centricdigital.com/blog/how-the-digital-customer-experience-is-transforming-museums> Acedido em 6 julho, 2021.

³ Ed Rodley (2021). "Untying the Gordian Knot of "Engagement"
<https://player.vimeo.com/video/513483806> Acedido em 6 julho, 2021.

A experiência do visitante, mediada com dispositivos móveis pode ser relacionada com a experiência do utilizador. Falk⁴ (2008) considera esta mediação positiva, mas aponta para a necessidade dos visitantes poderem fazer as suas opções de visita. Afirma que, num contexto mediado pela tecnologia, uma ferramenta digital deverá corresponder às necessidades e interesses dos visitantes, adicionando significado ao espaço envolvente. Chan e Cope (2015)⁵ estabeleceram princípios para a utilização de meios digitais nas exposições tais como incentivar os visitantes a “brincar”⁶ e promover experiências interativas sociais sem que se prendam aos dispositivos (Marques 2018).⁷ Uma das formas de promover essa interação é a utilização da tecnologia de realidade aumentada, que Parry (2013)⁸ considera como a epítome da mistura entre o físico e o digital, e conclui como sendo provável que esta tecnologia seja um caminho a seguir pelos museus, fazendo desvanecer a distinção tradicional entre uma abordagem digital e não digital.

Na prática expositiva tradicional, a interação dos visitantes com os objetos, é essencialmente um ato interpretativo, mediante elementos físicos (painéis gráficos e multimédia). No entanto, este material não interage diretamente com os objetos e o público, isto porque é necessário *ler* e só depois *olhar* para o objeto. Marques refere que a entrada da AR nos museus teve o seu início nos anos 2000, ainda que de um modo muito experimental, mas com o objetivo de reinventar esta interação entre o visitante e o objeto. Segundo Azuma, a AR tem a capacidade de complementar a realidade, não de a substituir, fazendo coexistir objetos virtuais e reais no mesmo espaço (1997).⁹ Esta potencialidade foi compreendida pelos museus, que viram nesta tecnologia a possibilidade de revigorar espaços museológicos tecnologicamente desatualizados, como no projeto de uma exposição de taxidermia, no Museu de Banff Park

⁴ Diana Marques (2018) “Realidade aumentada em exposições de Museus - Experiências dos utilizadores”, 19

⁵ Ibid., 24

⁶ A palavra “brincar” relaciona-se como o conceito “Play”, explicado no livro de 1944, *Homo Ludens* de Johan Huizinga como: "Resumindo à característica formal de "play", podemos chamar-lhe de uma atividade livre que se mantém conscientemente fora da vida “real” como sendo “não séria”, mas ao mesmo tempo absorve o jogador de forma intensa e total. Trata-se de uma atividade sem interesse material, e não pode ser lucrativa. Desenvolve-se dentro dos seus próprios limites de tempo e espaço, de acordo com regras fixas e de uma forma ordenada.” Traduzido do original: "Summing up the formal characteristic of play, we might call it a free activity standing quite consciously outside 'ordinary' life as being 'not serious' but at the same time absorbing the player intensely and utterly. It is an activity connected with no material interest, and no profit can be gained by it. It proceeds within its own proper boundaries of time and space according to fixed rules and in an orderly manner." (Huizinga 1949)

Acedido a 5 de junho de 2021.

⁷ Ibid., 23-26

⁸ Ibid., 28

⁹ Ibid., 28

(Alberta, EUA), em 2012, na sala das Plantas no Field Museum (Chicago, EUA) em 2016, e no projeto de Diana Marques na exposição de esqueletos do Museu Nacional de História Natural do Instituto Smithsonian (Washington D.C, EUA), em 2017 (Marques 2017). Mas também se seguiram outro tipo de experiências de AR e realidade virtual em museus, como em museus de ciência, onde existe um envolvimento direto com a experiência e a exploração de fenômenos naturais ou científicos, em museus de história ou arqueologia, que permitem uma contextualização histórica, e em museus de arte, onde pode haver uma contemplação estética e de recriação da obra.

Os museus têm sido cenários privilegiados para os videojogos, como *The Division 2* (2019), que ocupa o espaço do American History Museum,¹⁰ *Spider Man* (2020), que apresenta dois espaços no passado e presente de um Museu,¹¹ no jogo *Kentucky Route Zero*, Acto II e III (2020)¹² em que o protagonista vai buscar artefactos para transportar ao ficcionado Museum of Dwellings¹³ entre outros exemplos.¹⁴ Ainda, *Animal Crossing: New Horizons* (2020) tem um museu que alberga coleções de animais e obras de arte, que foram sendo apanhados durante o jogo e doados a uma personagem que se encontra nas instalações. Este jogo estabeleceu uma parceria com os serviços educativos do Museu Getty (Los Angeles, EUA) em 2020, no sentido de disponibilizar a sua coleção no jogo. Para tal, utilizaram uma API (application programming interface) que disponibiliza obras da coleção, tendo intitulado o jogo *Animal Crossing Art Generator* (2020)¹⁵ (Carter et Zawacki 2020). No sentido de acompanhar as tendências dos jogos, em 2014, a Tate Gallery ocupou um espaço em *Minecraft* (2011).¹⁶

¹⁰ *American History Museum - Tom Clancy's The Division 2 Wiki Guide - IGN.* (2019). https://www.ign.com/wikis/the-division-2/American_History_Museum Acedido em 6 julho, 2021.

¹¹ *Spider-Man (2021) "Miles Morales and TLOU Part 2 have great video game museums - Polygon.* (n.d.). <https://www.polygon.com/2021/1/24/22244838/video-game-museums-the-last-of-us-miles-morales> Acedido em 6 julho, 2021.

¹² Alex Stedman, (2020) "The Game Awards 2020: Complete Winners List" <https://variety.com/2020/digital/news/the-game-awards-winners-list-2020-1234850547/> Acedido em 6 julho, 2021.

¹³ Ep 4 - Act 2, Scene 4: Museum of Dwellings (Kentucky Route Zero Act 2 gameplay) https://www.youtube.com/watch?v=IHV3B84K_2o Acedido em 6 julho, 2021.

¹⁴ Pode ver mais exemplos em: *Financial Times (2021) "Games and museums — an unlikely partnership.* (n.d.) <https://www.ft.com/content/7fd47be4-331e-4b00-8d66-f7431b39a034> Acedido em 6 julho, 2021.

¹⁵ Carter, Kristen; Zawacki, Selina (2020), "Animal Crossing Art Generator Reaching a Broader Audience Using IIIF" <https://experiments.getty.edu/ac-art-generator> Acedido em 6 julho, 2021.

¹⁶ Tate Worlds: Art Reimagined for Minecraft – Project | Tate. (n.d.). <https://www.tate.org.uk/about-us/projects/tate-worlds-art-reimagined-minecraft> Acedido em 6 julho, 2021.

Este jogo oferece uma experiência que pode depender da criatividade do jogador, assemelhando-se a um jogo de construção com recurso a blocos (tipo legos). Com esta ideia em mente, vários museus seguiram-se e ofereceram um espaço neste jogo. Charr (2019) refere que uma das utilizações mais bem sucedidas foi desenvolvida pelo Museu de Londres em 2016, onde o ambiente de jogo é um réplica virtual da cidade de Londres antes do incêndio em meados do século XVII (Charr 2019). Um outro jogo com bastante impacto e que utiliza a AR é *Pokémon GO* (2016). Também aqui os museus usaram o impacto dos jogos para atrair visitantes, com caça de Pokémons a museus como o Museu de Arte Moderna, em Nova Iorque, e o British Museum, em Londres, que são locais de caça de Pokémons¹⁷. Neste jogo é possível passear pelas ruas e, com a ajuda de um mapa, encontrar seres virtuais e colecioná-los. Este jogo, baseado na localização, permite uma exploração do espaço livre, com a identificação dos pontos de interesse notificados por vibração. Este tipo de jogos permite acrescentar informação adicional de uma forma lúdica a uma visita a um museu. Como no projeto de investigação de Vanessa Cesário no Museu de História Natural do Funchal (Madeira) que utilizou jogos com AR nas visitas destinadas a adolescentes. Trata-se de um jogo baseado numa história relacionada com os antigos proprietários do edifício do Museu, o Palácio do Carvalhal, e que funciona como uma caça ao tesouro. Este jogo intitulado *Memórias do Palácio do Carvalhal – Encontros Assombrados* (2019) leva os adolescentes a descobrir a ciência no museu através da investigação do local, que é apresentado como assombrado. A fim de completar a exploração do espaço, os visitantes precisam de encontrar e recolher informações científicas sobre alguns artefactos específicos enquanto interagem com os seus modelos tridimensionais em AR. As interações dos visitantes com as exposições do museu são recompensadas com peças de um mapa, que quando concluídas, guiá-los-ão para a biblioteca científica oculta, onde poderão finalmente desvendar os mistérios que têm vindo a tentar resolver. (Cesário 2019; 2020) Estas e outras mecânicas de design de jogos, são estratégias de ludificação que encaixam nos objetivos dos museus na medida em que promovem experiências alegres e emocionantes que envolvem os visitantes com a coleção. Estas experiências podem contar histórias ou apenas utilizar os jogos digitais como atividades lúdicas. Nesta investigação propomos uma abordagem que utiliza jogos e AR, que potencia a experiência de visita em espaços museológicos *in loco*. Esta é a principal problemática que nos guiou nesta investigação e que se segue no próximo ponto.

¹⁷ PÚBLICO (2016) “Museus usam caça de Pokémons para atrair visitantes” <https://www.publico.pt/2016/07/20/culturaipilon/noticia/museus-usam-caca-de-pokemons-para-atrair-visitantes-1738904> Acedido em 5 julho, 2021.

Problema, questões e objetivos da investigação

Esta tese de doutoramento em Media Digitais pretende fornecer um contributo para o design de aplicações móveis para museus com a utilização de tecnologias de realidade aumentada (AR) e jogos. Deverá ter impacto nas áreas do design de interação, no conhecimento de públicos que usam aplicações móveis nas visitas a museus, de métodos de cocriação e da avaliação com recurso a testes com utilizadores

Esta investigação pretende propor princípios, métodos e critérios de trabalho que sirvam de linhas orientadoras para o projeto de aplicações móveis, com o sentido de potenciar as experiências tecnológicas no espaço museológico, garantindo uma convergência com os conceitos da museologia atual. Pelo seu carácter inovador e quase inexistente neste contexto, foram privilegiadas aplicações digitais baseadas na localização focadas nas áreas dos jogos pervasivos e da realidade aumentada, pois é previsível no futuro existir uma necessidade de estudos neste contexto. (Como é demonstrado no capítulo 1 desta tese)

Pretende-se consciencializar os museólogos no sentido de utilizarem os jogos e a realidade aumentada (RA) nos espaços museológicos, melhorando a experiência de visita no sentido de promoverem uma experiência lúdica ao nível do *edutainment*¹⁸.

Com isto em mente, a seguinte questão orientou a investigação:

Como podem os jogos baseados na localização, e integrando realidade aumentada, promover experiências lúdicas em espaços museológicos?

Para dar resposta a esta problemática, sintetizamos os seguintes objetivos que dão resposta às questões de investigação.

Objetivo 1. Definir os princípios que devem ser tidos em conta por designers e museólogos ao implementar estas experiências em espaços museológicos.

Questão 1.1 - Que princípios devem ser incluídos nas aplicações móveis que promovam o envolvimento do visitante com o objeto museológico?

¹⁸ edutainment (educational + entertainment) - O entretenimento educacional é concebido para educar, bem como para informar ou divertir.

Questão 1.2 - Que princípios devem ser incluídos nas aplicações móveis que promovam o conhecimento científico?

Questão 1.3 - Como é que os museus podem facultar as tecnologias de forma a promover experiências lúdicas?¹⁹

Questão 1.4 - Como se pode, através de metodologias de design (design thinking, design especulativo, *codesign*) desenvolver métodos de apoio à conceção, desenvolvimento e avaliação deste tipo de aplicações?

Questão 1.5 - Como pode o Design promover os espaços museológicos a espaços laboratoriais, focados na experimentação e na coautoria de novos conteúdos?

Objetivo 2. Definir princípios de como os jogos baseados na localização e tecnologias de realidade aumentada podem promover uma experiência lúdica.²⁰

Questão 2.1 - Que vantagens e desvantagens (ao nível da experiência) poderemos identificar numa visita com um percurso orientado por uma aplicação móvel?

Questão 2.2 - Que funcionalidades podem ser incluídas nas aplicações móveis que promovam o *edutainment*?

Objetivo 3. Encontrar meios e métodos para motivar os visitantes a participar e torná-los mais envolvidos com os espaços museológicos.

Questão 3.1 - Como pode o Design contribuir para edificar, promover e construir a partilha da experiência individual e/ou coletiva entre visitantes?

Questão 3.2 - Que funcionalidades podem ser incluídas nas aplicações móveis que promovam uma experiência participativa?

Questão 3.3 - Que princípios devem ser incluídos nas aplicações móveis que promovam o Museu durante e após a visita na partilha da experiência da visita?

¹⁹ Facultando recursos ligados ao entretenimento no apoio à educação cultural.

²⁰ Entenda-se experiência lúdica-educativa por esta estar inserida em contexto museológico.

O desafio que nos é colocado é o de encontrar meios e métodos para promover experiências de visita que motivem os visitantes ao nível do envolvimento como os objetos expostos, captando a sua atenção e criando sinergias entre visitantes. Ao nível do envolvimento com a matéria científica, recorrendo a narrativas que atraiam e aumentem o significado dos conteúdos propostos, tendo como participantes no processo de design as equipas dos museus. Ao nível do envolvimento dos visitantes com o museu, pretende-se que sejam criados momentos que fiquem na memória e que potenciem a partilha. Em termos de experiência, pretende-se que sejam divertidas²¹, enriquecedoras e que promovam a “jornada do visitante”²², e que aumentem a acessibilidade para todos, promovendo boas práticas de acesso digital. Nesta investigação é utilizada uma metodologia que pretende dar resposta a estas questões e permite definir princípios de design para atingir os objetivos propostos.

Enquadramento metodológico

Esta investigação foi conduzida por métodos de investigação que se baseiam na *praxis*. Nesse sentido, foi realizada uma análise inicial de soluções existentes que se focam em abordagens tecnológicas, recorrendo à localização para a disponibilização de informação relevante, e atividades lúdicas que promovem o envolvimento dos visitantes nos museus com os objetos em exposição. Esta análise foi sendo atualizada durante a investigação, isto porque a AR é uma solução que está em constante evolução, tendo evoluído em vários sentidos, não só em termos de disponibilização de diferentes tipos de informação como em termos participativos, em que os visitantes podem criar conteúdos.

Esta investigação não se foca apenas na utilidade de uma aplicação, pelo que foram descartados métodos de investigação como o *Design Science Research*, que utiliza como

²¹ Aplica-se nesta investigação o conceito de *fun* de Nicole Lazzaro. Esta investigadora descreveu quatro tipos de diversão: diversão desafiante (*hard fun*) onde o foco dos jogadores é resolver e vencer o desafio, diversão fácil (*easy fun*) onde a exploração é o foco do jogador, diversão entre pessoas (*people fun*) onde a diversão se foca na cooperação e na competição entre jogadores e a diversão séria (*serious fun*) onde o foco se faz entre jogadores pelo entusiasmo de mudar o outro jogador e o seu mundo. (Lazzaro 2004)

²² Entende-se pelo momento de preparação da visita (nas expectativas do visitante), no durante a visita (na comunicação entre visitantes) e no após a visita (na partilha da experiência de visita).

ferramenta de investigação o artefacto ou sistema de informação, em que os resultados da investigação têm como foco a aplicação e a observação de resultados.²³

A metodologia utilizada nesta investigação é *Design Based Research* (DBR), porque a investigadora tem prática no design de aplicações para museus e recorreu ao seu conhecimento profissional para criar diferentes intervenções educativas, com o objetivo de estabelecer uma *framework*, em lugar de se centrar no “artefacto”. Também motivo é o facto de que esta metodologia procura casos práticos para estabelecer linhas orientadoras para o design de aplicações, onde são usados casos de estudo que envolvem vários intervenientes e que foram realizados em diferentes contextos.

A metodologia adotada é baseada nos princípios da DBR baseada e influenciada por Brown (1992) e Collins (1992). Este tipo de metodologia de investigação é maioritariamente aplicado na área da educação. Wang and Hannafin (2005) referem: “esta é uma investigação baseada no design, é uma metodologia sistemática e flexível destinada a melhorar as práticas educacionais através da análise iterativa, design, desenvolvimento e implementação, baseada na colaboração entre investigadores e profissionais no mundo real, conduzindo a princípios e teorias de design contextualmente sensíveis”²⁴ (Wang e Hannafin 2005, 6).

Enquadramento teórico

A nossa revisão de literatura foi apoiada em teorias de conceitos e protocolos estabelecidos por investigadores de referência nas áreas das tecnologias da informação, museologia e design. Realizamos também uma análise do estado da arte das aplicações móveis mais recentemente utilizadas internacionalmente em museus, com base em artigos e documentação online, retiradas de bibliografia científica e de fontes indiretas como jornais, páginas web de conferências e de páginas de opinião de alguma forma tematicamente relacionadas.

Segundo os princípios do DBR, a fase do estado da arte está necessariamente ligada à análise e reflexão de casos de estudo, baseados numa compreensão da realidade que podem ter como base atividades de carácter prático. Com isto em consideração, foram identificadas,

²³ No paradigma do *Design Science Research* o conhecimento e a compreensão de um domínio problemático e da sua solução são alcançados na construção e aplicação do artefacto concebido. (Hevner et al. 2014,1)

²⁴ Tradução da Autora (T.A.): “*Design based research is a systematic and flexible methodology aimed to improve educational practices through iterative analysis, design, development, and implementation, based on collaboration among researchers and practitioners in real-world settings, and leading to contextually-sensitive design principles and theories.*” (Wang e Hannafin 2005, 6)

como principal foco da análise, as tecnologias baseadas na localização que permitem realizar atividades no local, e promoverem experiências com AR e jogos sérios.

Os exemplos estudados na revisão de literatura foram selecionados, tendo dado principal foco a estudos decorrentes entre 2016/2021 na área de implementação museus e Património Cultural: jogos baseados na localização com ou sem realidade aumentada; formas de avaliação da aceitação da tecnologia pelos utilizadores; e metodologias de design *thinking* e design participativo.

Natureza temática

A natureza da investigação procura cenários reais para garantir a sua funcionalidade e usabilidade e atua com participantes *in situ*, estes participantes foram designers, especialistas em tecnologias, membros da equipa do Museu e visitantes. Esta escolha foi importante de modo a garantir a eficácia da implementação do estudo nas diferentes fases: análise do problema, idealização, prototipagem, avaliação e reflexão (Wang e Michel 2005, 6). A observação *in loco* e recolha de informação qualitativa de diferentes casos de estudo em contexto real é privilegiada neste estudo, o que permitiu estabelecer linhas orientadoras para o design deste tipo de aplicações e promover a divulgação e acesso desta tecnologia em contexto museológico.

Relação entre investigador e participantes

Neste estudo foram concebidas e testadas em contexto real experiências lúdicas *mobile*, com o intuito de ser explorado o papel da AR e dos jogos sérios. Estas foram construídas colaborativamente com equipas multidisciplinares, tendo em consideração as áreas do design, museologia, tecnologia e educação.

A investigadora teve uma relação próxima com os criadores, para isso foi importante a utilização de diferentes cenários de investigação (Reeves e Oliver 2005; Wang e Hannafin, 2005). Foram realizados *workshops* com os *stakeholders*²⁵ e implementados os princípios do design participativo com a introdução de ferramentas de apoio à criação, fazendo dos

²⁵ Stakeholder: É um termo de origem financeira da língua inglesa que tem como significado "grupo de interesse", criado pelo filósofo Robert Edward Freeman em 1980, que define sumariamente, como sendo os grupos de pessoas que podiam afetar ou serem afetados pelos objetivos da organização. Neste contexto é considerada a equipa do Museu que está envolvida no projeto (informáticos, serviços educativos e de coordenação).

participantes coautores. Este processo implicou uma relação de proximidade e de colaboração com os participantes, de aceitação, e de respeito pelo trabalho proposto. À investigadora foi-lhe atribuída a posição de facilitadora, como explica Collins (2004), dando apoio à solução proposta pelos participantes. As soluções foram prototipadas de forma a serem avaliadas com testes com utilizadores, que foram efetuados com o foco centrado na experiência do jogador/visitante e na solução tecnológica adotada. Este foco no visitante, permitiu uma investigação que adota ferramentas de investigação centradas no utilizador.

A investigação teve dois domínios de ação:

- A) Conhecimento dos visitantes - Relacionado com dados estatísticos quantitativos, que procuravam o entendimento do público face à tecnologia proposta;
- B) Conhecimento prático - Relacionado com a execução, a prática, através de casos de estudo, com recurso a diferentes tecnologias (figura 1).

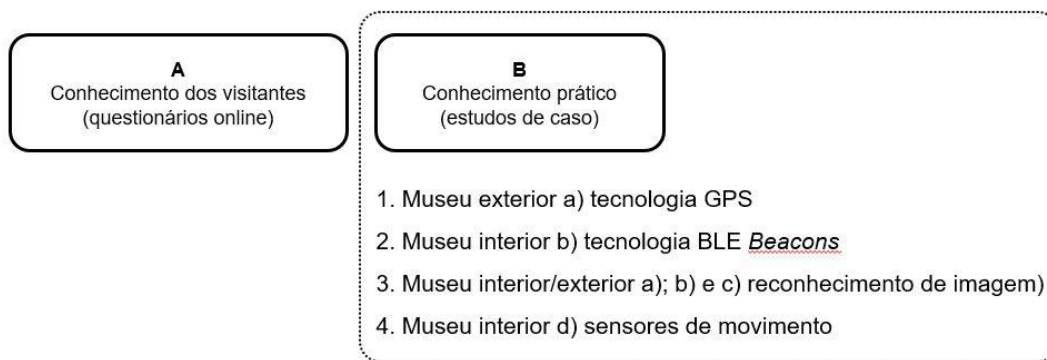


Figura 1 Esquema de investigação onde são apresentados os instrumentos de investigação: A - o conhecimento dos visitantes e B - o conhecimento prático, onde se incluíram os casos de estudo

No ponto A e no ponto B, temos dois domínios de ação da investigação: o primeiro relacionado com a interação entre utilizadores e aplicações (A), e um outro relativo à interação entre designers/equipa do museu/visitantes (B) (figura 2).



Figura 2 Domínios da investigação e métodos

No ponto A temos os sistemas informáticos que podem ser experiências com uma avaliação mensurável, pelo que pudemos envolver modelos de avaliação quantitativos. Estes domínios estão relacionados com o campo de investigação Interação Pessoa-Máquina (HCI), e estão relacionados com as dinâmicas relativas à aceitação, adoção e utilização da tecnologia, utilizando neste caso Modelos de Aceitação Tecnológica (TAM) e Modelos de Design de Experiências.²⁶

No ponto B, temos o domínio da interação entre o investigador e os participantes nas ações criativas, que está relacionado com a comunicação da matéria. Esta comunicação efetiva²⁷ relaciona-se com o informar, motivar e expressar emoções. Neste ponto também temos a comunicação interpessoal relaciona-se com a troca de informações entre duas ou mais pessoas, esta ocorreu nos testes com utilizadores e nas entrevistas. A investigadora teve o papel de facilitadora e utilizou a sua ação (autónoma ou em coautoria) para conceber experiências que a ajudaram a definir linhas orientadoras para o design de aplicações. Estes estudos recorreram a métodos de recolha de dados mistos, como questionários, testes com utilizadores e entrevistas.²⁸ Foram realizados quatro casos de estudo com diferentes abordagens de implementação tecnológica e com recurso a ferramentas de avaliação distintos. O primeiro caso de estudo ocorreu no Jardim Botânico da Universidade do Porto e utilizou tecnologia de GPS para acesso aos pontos de interesse da aplicação, tinha uma estrutura linear com recurso a uma história ficcionada com base num conto, e minijogos de botânica. Esta aplicação foi desenvolvida com recurso a uma ferramenta de autoria por investigadores e foram aplicados testes de observação com utilizadores, conjugados com questionários de satisfação²⁹. O segundo caso de estudo ocorreu na Galeria da Biodiversidade da Universidade do Porto e utilizou tecnologia BLE *Beacons*, nesta investigação foi possível utilizar ferramentas de investigação com design participativo.

²⁶ Estes modelos possibilitaram a recolha e análise de dados quantitativos, que estão descritos na secção 3.2.

²⁷ "...a comunicação efetiva só ocorre quando o recetor compreende completamente o que lhe está sendo transmitido. Lembrando que a efetividade da comunicação não está apenas nas mãos do ouvinte. Ambas partes da conversa devem estar conectadas, utilizando de linguagem apropriada para cada situação, mas além disso também cabe ao locutor perguntar se o locatário (aquele com quem se fala) compreendeu o que foi dito." (Costa 2020)" <https://www.mediacoast.org/post/saiba-como-usar-a-comunica%C3%A7%C3%A3o-efetiva> Acedido em 5 de maio de 2021.

²⁸ Este trabalho é realizado na prática com recurso a casos de estudo, que são descritos na secção 4.3.

²⁹ O Caso de estudo está descrito na secção 4.3.1.

A aplicação tem uma estrutura não linear que se enquadra com a exposição permanente, permitindo ao utilizador uma liberdade de escolha de percurso. Foram realizados testes com utilizadores com recurso a um protótipo funcional, que permitiram uma avaliação quantitativa e qualitativa da experiência³⁰. O terceiro caso de estudo, tratou-se de um novo ciclo de design de uma das experiências do caso de estudo anterior. A aplicação foi desenvolvida com recurso às tecnologias utilizadas nos casos anteriores a que se acrescentou a tecnologia de reconhecimento de imagem. É uma aplicação que se inicia no interior e que se completa no exterior, tem também uma componente de manipulação da realidade, com recurso a ferramentas de desenho que acrescentam uma camada de informação ao vídeo da câmara do telemóvel. Esta atividade permite a criação de composições com recurso a imagens do museu. Para a avaliação da experiência, foram realizados testes de observação com utilizadores com análises quantitativas e qualitativas. Para avaliação da aplicação foram aplicados testes de funcionamento e testes de usabilidade com investigadores³¹. O quarto caso de estudo ocorreu no Museu da Farmácia do Porto, e permitiu utilizar sensores de movimento. A aplicação é linear e acompanha o percurso cronológico da exposição. Esta aplicação tem atividades multissensoriais que recorrem à manipulação de réplicas e despoletam informação áudio, assim como atividades que recorrem ao cheiro. Estas experiências foram avaliadas por grupos de visitantes com recurso a testes de observação e entrevistas³².

Estes dois domínios da investigação são importantes, pois completam um ciclo de investigação, desde o conhecimento do público, importante para a conceção das experiências e a sua aplicabilidade ao design de aplicações que permite a experimentação com casos reais realizados nos locais onde a investigação decorre.

A metodologia implementada tem como contributo científico a transmissão de conhecimento sobre o “produto” e a sua implementação. O conhecimento produzido apresenta-se na forma de definição de Princípios de Design importantes para designers, tecnólogos e museólogos de como desenvolver e implementar projetos com jogos e AR que são apresentados numa *framework*.³³

³⁰ O Caso de estudo está descrito na secção 4.3.2.

³¹ O Caso de estudo está descrito na secção 4.3.3.

³² O Caso de estudo está descrito na secção 4.3.4.

³³ Pode ser consultada no capítulo 5.

Esta metodologia permitiu o design, prototipagem e implementação desta tecnologia, que conferem relevância a esta investigação em diferentes contextos. E permitiram o levantamento de hipóteses que abrangem a utilização dos jogos e da AR.

Relevância

A relevância desta investigação centra-se na identificação de princípios de design que podem ser implementados por designers e museólogos no contexto de criação, desenvolvimento, implementação e avaliação de uma aplicação com jogos e AR. No entanto, para identificar esta *framework*, foi necessário levantar hipóteses que apoiam a pertinência da utilização deste tipo de soluções. Vamos de seguida enumerar em cinco pontos:

1) Os jogos baseados na localização (LBG) com AR envolvem os visitantes.

Os LBG são cativantes para todas as idades porque acrescentam ao entusiasmo do jogo a exploração de um local. Weber (2016) entende que “os avanços na tecnologia móvel, e a utilização crescente de dispositivos móveis, motivaram os criadores de jogos a desenvolver ideias inovadoras de jogabilidade desde o *Geocaching* (Groundspeak 2016) ao mais recente *Pokémon Go* (Niantic e Nintendo 2016). Onde o *Geocaching* construiu gradualmente uma ávida comunidade de vários milhões de jogadores em todo o mundo, *Pokémon Go* beneficiou do reconhecimento da sua marca de banda desenhada, séries de TV e Jogos Nintendo para chegar a milhões de jogadores em poucos dias.³⁴

Estes podem ter uma narrativa linear ou não linear no acesso aos pontos de interesse (POI).³⁵ Ao relacionarmos a AR ao momento da descoberta, temos como resultado o entusiasmo do visitante pelo momento da conquista. Uma das estratégias para “agarrar” os visitantes pode ser a utilização de histórias misturadas com AR, adicionando um factor surpresa. Este factor, capta a atenção do utilizador, que se liga e se foca na experiência. Tornando o utilizador mais ligado ao jogo e à atividade, e despertando o interesse pelo tema. Conforme o conteúdo exposto, este momento pode transformar-se em aprendizagem informal. Porque há uma participação ativa que confere momentos que ficam na memória do visitante.

³⁴ T.A.: “Advancements in mobile technology and the increasing use of mobile devices have motivated game designers to create innovative gameplay ideas starting from the early Geocaching (Groundspeak 2016) to the latest Pokémon Go (Niantic and Nintendo 2016). Where Geocaching gradually built up an avid player community of several million players worldwide, Pokémon Go was profiting from its brand recognition of comics, TV series and Nintendo Games to reach millions of players within a few days.” (Weber 2016, 1)

³⁵ Um ponto de interesse é um ponto específico de localização que alguém possa achar útil ou interessante.

2) Os LBG com AR promovem a exploração do objeto de uma forma acessível.

Os museus tendem tipicamente a apresentar exposições com objetos inacessíveis ao toque dos visitantes, sendo que, em muitos museus e em situações diversas, os artefactos estão expostos dentro de vitrines. Isto é bastante compreensível uma vez que um dos seus principais objetivos, para além da divulgação do conhecimento, é preservar e proteger as suas valiosas peças. A AR permite “tocar” nas peças, ainda que através de um ecrã e acrescentar informação ao objeto sem interferir com a exposição. As características da AR permitem dar vida às obras de arte, conceitos científicos, detalhes arquitetónicos, e outros elementos que ajudem à compreensão do objeto, revelando uma perspetiva nova e permitindo uma manipulação criativa das obras. Esta tecnologia pode contribuir também para a conservação dos objetos, pois evita a manipulação física para a compreensão das faces do objeto, permitindo rodar a peça através de imagens 360º, intensificando o sentido de descoberta do visitante. As soluções tecnológicas podem utilizar como AR o som para visitantes com dificuldades visuais, e também o acesso a informação adicional com mistura de imagens em VR, para aqueles que têm restrições de mobilidade. Nesse sentido a AR promove a acessibilidade para todos.

3) Os LBG e a AR são divertidos e lúdicos.

As atividades lúdicas com AR atraem o público em geral, mas são especialmente dirigidas às famílias e aos jovens visitantes, pois acrescentam diversão e brincadeira às exposições. Estas estratégias são eficazes na exploração dos espaços para visitas individuais ou em grupo. Os jogos poderão ter as seguintes características: 1) com o recurso a AR, para a notificação dos pontos de interesse; 2) com o recurso a realidade aumentada para sobrepor realidades digitais e físicas; 3) com a utilização de narrativas apoiadas no digital para envolver os visitantes e acrescentar uma camada informacional que torne a visita cativante, envolvente e esclarecedora; 4) com o desenvolvimento de estratégias de ludificação aplicados aos conteúdos educativos; 5) com a implementação de sistemas hápticos para apoiar o percurso de visita.

4) Os LBG e a AR estão facilmente disponíveis através de dispositivos móveis dos visitantes. As experiências com LBG e AR podem funcionar com a maioria dos dispositivos móveis atuais e não requerem equipamento extra para funcionar. A tecnologia pode ser invisível se forem usados *beacons*³⁶ e sinal GPS. A tecnologia que utiliza *beacons* está cada vez mais

³⁶ Os BLE Beacons são pequenos dispositivos que podem enviar mensagens curtas a recetores próximos, tais como *smartphones*, utilizando uma versão de baixa potência de Bluetooth. Num museu,

robusta e muitos museus já estão a integrá-la nos seus espaços. Isto significa que, embora a AR possa ainda não ser tão amplamente conhecida como a VR, por exemplo, ela tem o potencial de se tornar uma tecnologia mais utilizada e tem uma tendência de evolução exponencial a nível mundial.

5) Os LBG e a AR dão aos visitantes um motivo extra para visitar e (re)visitar os museus. Os museus procuram que os seus visitantes (re)visitem³⁷ os museus, especialmente os que vivem no local. A AR tem a vantagem de revitalizar exposições, pelo efeito surpresa que a AR pode ter. Ao adicionar uma camada digital de conteúdo interativo ‘renovado’ sobre a exposição física existente, os museus podem oferecer aos seus visitantes novas razões para visitarem os espaços. A AR pode ser usada em museus de diferentes dimensões e temáticas e aliar os jogos a estas soluções pode ser uma estratégia eficaz para envolver o visitante e levá-lo a (re)visitar o museu, facultando uma nova experiência memorável. Aliás, o termo usado por Babon (2006), "expectativas de lugar", relaciona-se com as expectativas dos visitantes em relação ao que irão encontrar, estas questões emocionais moldam a sua avaliação da experiência, e podem com este tipo de aplicações “surpreender” as expectativas numa exposição. Alice Semedo entende que a avaliação de uma experiência de visita relaciona-se com os significados que uma visita pode ter para o visitante, “nos processos através dos quais os visitantes se apropriam do passado para (re)negociar e (re)contextualizar os seus significados no presente. Tal significa que os significados são, também, ativamente criados, ativados, recriados ou reforçados pela performance da visita em si. (Semedo et al. 2020, 5) Estes significados estão relacionados com a experiência vivenciada, e podem ser ativados após a visita, através da partilha da experiência vivida e também se for dada a possibilidade de (re)viver a experiência de AR.

Estrutura da tese

No primeiro capítulo é apresentado o estado da arte, a secção 1.1 conta com uma reflexão sobre o papel dos museus na era digital; a secção 1.2 apresenta uma identificação e recolha dos principais projetos internacionais entre 2016 e 2021, nas áreas temáticas das aplicações móveis como guia de apoio à localização; a secção 1.3 está relacionada com as tecnologias de realidade aumentada e realidade virtual, e a relação entre o mundo físico e o digital; a

estes *beacons* podem ser usados para enviar sinais reconhecidos pelos *smartphones* e notificar os visitantes de informação.

³⁷ O sentido de re(visitem) pode ser de origem física, no voltar a fazer uma nova visita, mas também pode ser uma visita em casa, voltando a vivenciar a experiência da visita. Para isso pode-se utilizar a AR em casa depois de ser utilizada no museu.

secção 1.4, aborda os conceitos presentes na investigação: a colaboração, ludificação e criatividade; e a secção 1.5 identifica princípios de design de jogos e experiência do utilizador, nomeadamente os jogos baseados na localização, como estratégias de envolver o público e perceber como podem os jogos envolver os visitantes com o museu e os seus objetos.

O segundo capítulo trata da metodologia da investigação, assente no *Design Based Research* e está organizado segundo quatro fases de implementação: 2.1 análise, 2.2 desenvolvimento da proposta, 2.3 ciclos interativos e 2.4 reflexão.

No terceiro capítulo mostra-se um estudo quantitativo baseado no Modelo de Aceitação da Tecnologia e Modelo de Design de Experiências, esta ferramenta de investigação pretende identificar a perceção dos visitantes quanto à utilização dos LBG e AR em museus. Está organizado pela contextualização teórica da ferramenta e identificação dos construtos utilizados para análise. A apresentação dos instrumentos de pesquisa com as questões organizadas por temas. Segue-se a análise dos dados e por fim a síntese, que nos leva às considerações resultantes deste estudo, que permitem identificar a perceção de aceitação do público relacionando as vantagens e constrangimentos da tecnologia em estudo.

O quarto capítulo apresenta o trabalho de campo do projeto, figurando os quatro casos de estudo. Cada caso de estudo está organizado por uma descrição da experiência, a avaliação e análise dos dados, e as considerações e contributos orientadores que daqui emergem para a *framework Play the Museum*. No final de cada caso de estudo é apresentada uma síntese. O primeiro caso de estudo foca-se numa experiência lúdica num espaço exterior do museu com um jogo e uma narrativa linear, e pontos de interesse que despoletam minijogos. No seu processo de desenvolvimento foram usadas ferramentas de criação de jogos, e tiveram a participação de designers. Foram realizados testes de observação com visitantes e uma avaliação da satisfação dos jogadores. O segundo caso de estudo, é uma experiência lúdica no espaço interior do museu e apresenta um percurso livre com atividades digitais para realizar. No processo de design estiveram envolvidos membros da equipa do museu, que realizaram *workshops* participativos com metodologias de *design thinking*, que permitiram a curadoria dos conteúdos. Estas experiências foram testadas no local e foram realizados testes com utilizadores com questionários e entrevistas. O terceiro caso de estudo é uma aplicação que se inicia no interior do museu e que se completa no exterior. A aplicação recorre a três tipos de acesso a tecnologia de AR, e tem ferramentas de manipulação da AR. Esta aplicação foi disponibilizada e testada no local. O quarto caso de estudo é uma experiência lúdica inclusiva numa exposição da história da farmácia. A aplicação prototipada tem um percurso linear, em que os pontos de interesse são réplicas de objetos impressos em 3D. A

aplicação está desenhada com atividades que estimulam a comunicação entre visitantes e foi testada com grupos de visitantes.

No quinto capítulo são apresentados os princípios de design que resultaram dos casos de estudo e dos inquéritos online. São apresentados de uma forma organizada através da *framework Play the Museum*, sendo destinados aos profissionais envolvidos na implementação das tecnologias descritas neste estudo. Esta *framework* foi organizada segundo os pontos de análise: na secção 5.1 o envolvimento do visitante com o objeto, na secção 5.2 o envolvimento do visitante com o espaço e na secção 5.3 o envolvimento do visitante com a matéria científica. Na secção 5.4 podem ser visualizados através de uma *framework* que apresenta esses princípios, organizados pelas diferentes fases do processo de implementação: como o processo criativo, o processo de design, a utilização da realidade aumentada, a utilização de jogos e o sistema tecnológico. É apresentada na secção 5.5 a operacionalização da avaliação da *framework* e na 5.6 uma síntese.

No sexto capítulo são apresentadas as conclusões da investigação, com a discussão do trabalho realizado, organizado com os resultados da investigação. Segue-se as contribuições, as limitações e faz-se uma reflexão sobre o trabalho futuro. Para concluir são apresentadas as considerações finais da investigadora.

1. ESTADO DA ARTE

Ao longo dos últimos anos, os museus têm trabalhado a par com as inovações tecnológicas. A sua missão de promoção e divulgação das suas coleções junto do público tem sido acompanhada por abordagens inovadoras no âmbito dos media digitais, o que demonstra a importância que este sector dá a estes media. Na primeira secção deste capítulo, refletimos sobre o papel dos museus na área digital. Na secção 1.2 são apresentados exemplos da utilização das tecnologias de realidade aumentada nos museus com o recurso a aplicações móveis como guias de apoio à localização. Na secção 1.3 exploramos a tecnologia de realidade aumentada e realidade virtual e a sua relação entre o mundo físico e digital, sendo apresentados exemplos da sua aplicabilidade em museus internacionais. Na secção 1.4 apresentamos soluções tecnológicas que têm sido adotadas pelos museus nos últimos anos (entre 2016 e 2021) nas áreas dos projetos digitais participativos onde a temática da colaboração salienta-se. Nas soluções que apresentam jogos, onde se inserem as atividades de jogar e aprender divertindo-se, onde também coexistem as aplicações que desenvolvem a criatividade. Na secção 1.5 refletimos sobre o design e experiência de jogos no contexto *in situ* de um museu, abordamos os conceitos relacionados com o envolvimento e a motivação dos visitantes, as tipologias de jogadores e os modelos de análise de jogos.

1.1 O papel dos museus na era digital

Nos últimos 20 anos, os museus remodelaram o seu funcionamento para acompanhar as mudanças na sociedade, repensaram os seus espaços de forma a proporcionar experiências com inserção de tecnologia nas suas exposições e adaptaram-se a uma forma de comunicar com o seu público através da internet, com especial ênfase com a criação de comunidades virtuais. Em 1994, Howard Rheingold procurou definir o conceito de comunidade virtual como sendo grupos de indivíduos que partilham informação com interesse comum em ambientes digitais cuja autenticidade não advém de uma relação física, mas que pode ter reflexos no mundo real.³⁸ Para entendermos a sociedade atual é inevitável relacionar esta visão com o

³⁸ Howard definiu o termo comunidade virtual como: “Virtual communities are social aggregations that emerge from the Net when enough people carry on those public discussions long enough, with sufficient human feeling, to form webs of personal relationships in cyberspace”. “Virtual Community | Definition, Characteristics, Types, & Facts.” n.d. Britannica. Acedido a 6 de junho, 2021. <https://www.britannica.com/topic/virtual-community>.

determinismo tecnológico.³⁹ Este assenta na ideia em que o velho mundo, símbolos e mitos e outros ícones do mundo não-tecnológico renderam-se ao poder opressivo e à força da visão de um mundo tecnológico (Wilson e Postman 1997), uma sociedade que se rende à primazia do desenvolvimento tecnológico e à inovação (Lima 2001, 4-5)

Sobre as questões da divulgação e educação do património cultural, Pierre Lévy chama a atenção para necessidade de se promover “uma análise prévia da mutação contemporânea da relação com o “saber” nas reflexões sobre o futuro dos sistemas de educação e de formação, pois “o ciberespaço suporta tecnologias intelectuais que amplificam, exteriorizam e modificam numerosas funções cognitivas humanas: memória, imaginação, percepção e raciocínios” (Lévy 1999, 172). Esta necessidade de comunicar através da Internet, é acompanhada pela presença nas redes sociais dos museus, esta implica um compromisso dos seus profissionais com a comunidade, criando mais envolvimento com a sociedade e permitindo a transmissão de conhecimento, fomentando a aprendizagem do público. (Drotner e Schrøder 2017, 18).

Esta preocupação dos museus em se relacionarem com a comunidade, é explicada por Alice Semedo (2011): “embora a natureza única dos museus se relacione intimamente com as coleções (...) existe uma outra causa final maior”, ou seja, as pessoas. Parafraseando também Stephen Weil (1994): o principal motivo de “devoção” dos museus deverá ser os seus públicos e não os objetos da sua coleção. (Senra 2013,12)

A definição de *museu* do International Council of Museums (ICOM)⁴⁰ revela essa mesma preocupação:

é uma instituição sem fins lucrativos permanente ao serviço da sociedade e do seu desenvolvimento, aberta ao público, e que adquire, conserva, estuda, comunica e expõe testemunhos tangíveis e intangíveis do património da humanidade e do seu meio ambiente, tendo em vista a educação, estudo e fruição (ICOM 2007).

³⁹ Segundo Lima, os deterministas tecnológicos, “como Marshall McLuhan, Harold Innis, Neil Postman e Jacques Ellul, têm uma visão geral de que as tecnologias são consideradas como a causa principal das mudanças na sociedade, e vistas como a condição fundamental de sustentação do padrão da organização social” (2001, 4).

⁴⁰ Para mais informação sobre ICOM – International Council of Museums, consultar a página web portuguesa <https://icom-portugal.org>. Acedido em 1 de julho, 2021

Em 2019, o ICOM sentiu necessidade de especificar melhor o que entende por 'serviço da sociedade' e propôs aos seus membros uma nova definição de museu. Com duas propostas distintas⁴¹, a primeira apresenta aspetos relacionados com a inclusão:

Os museus estão a democratizar, espaços inclusivos e polifónicos para o diálogo crítico sobre o passado e o futuro. Reconhecendo e enfrentando os conflitos e desafios do presente, mantêm artefactos e espécimes em confiança para a sociedade, salvaguardam memórias diversas para as gerações futuras e garantem direitos iguais e acesso igual ao património para todas as pessoas.

A segunda proposta acrescenta uma posição participativa e ativa com as comunidades:

Os museus não têm fins lucrativos. São participativos e transparentes, e trabalham em parceria ativa com e para diversas comunidades para recolher, preservar, pesquisar, interpretar, exibir e melhorar a compreensão do mundo, com o objetivo de contribuir para a dignidade humana e justiça social, igualdade global e bem-estar planetário. (ICOM 2019)

Para Ana Carvalho, "são vários os exemplos de museus que, apesar de centrados nas coleções, desenvolvem práticas com incursão no domínio de uma perspetiva socialmente responsável e ativa no contexto em que se inserem, assumindo o compromisso de se tornarem mais acessíveis, inclusivos e participativos" (2016, 7). No que se refere à participação do público, Nina Simon (2010) aponta alguns motivos que causam desagrado aos visitantes, caracterizando os museus como sendo locais pouco ou nada criativos e que não permitem a expressão ou contributo de cada um sobre as mais diversificadas disciplinas, e que não promovem o conforto social para partilhar ideias com amigos ou estranhos. Refere também que, para que o museu se torne mais participativo, este deverá permitir a criação, partilha e ligação de conteúdos por parte dos seus visitantes: a) criar, através da contribuição das suas próprias ideias, objetos e expressões criativas, não só com a instituição, mas também com outros utilizadores; b) partilhar, através da discussão, potenciar a recriação artística e redistribuição dos conteúdos; c) socializar com outros utilizadores, quer sejam os profissionais do Museu ou visitantes com interesses comuns. Para isso, é necessário que o Museu passe a dominar as novas técnicas participativas, no sentido do compromisso cívico ativo, para levar mais além os valores da sua missão (Senra 2012, 29).

Para María Benito (2014), a utilização de dispositivos móveis nas visitas tem grande potencial como recurso de aprendizagem em ambiente não formal, pois podem ter um papel importante

⁴¹ Definições em debate no site internacional do ICOM: <http://umac.icom.museum/the-new-museum-definition-is-out> , Acedido em 5 de junho, 2021

no auxílio da interpretação das obras num museu de arte, até porque esta informação é não invasiva para o espaço. No entanto, em termos de adequação dos conteúdos aos formatos digitais móveis a maioria das aplicações têm se limitado a alterar os conteúdos impressos, para estes formatos, ficando muito aquém das possibilidades destes meios, nomeadamente o recurso à realidade aumentada. A investigação desenvolvida por Benito avaliou como muito positivas as experiências que utilizam os telemóveis como meio de mediar a informação no contexto de uma exposição de arte. Identifica as funções difusão-informativa, explicativa, interpretativa, lúdica e participativa como elementos de avaliação deste tipo de aplicações. Ela admite que estes recursos serão mais utilizados à medida que os visitantes dos museus vão sendo públicos mais habituados às tecnologias móveis.

Como explica Pier Luigi Sacco (2017), os museus têm atravessado várias fases de modelos de atração de públicos: os museus 1.0 correspondem a “templos de conhecimento”, estando focados na conservação e apresentação dos acervos; os museus 2.0 são equiparados a “máquinas de entretenimento” onde o modelo económico é influenciado pelo turismo e análise quantitativa da afluência sob o ponto de vista explícito de sucesso. Estes dois paradigmas económico-sociais podem coexistir em simultâneo, como Clara Camacho (2017) entende ser a realidade da maioria dos museus públicos nacionais. Aquele que se considera hoje o modelo a seguir, nomeadamente pelas diretivas internacionais e europeias como a Europeia⁴², é o Museu 3.0, que promove a utilização de “plataformas participativas” onde os públicos são agentes envolvidos e colaborativos, em que são promovidas diferentes formas de interação social, onde também existe uma abertura dos acervos à possibilidade de apropriação criativa dos seus conteúdos por parte dos visitantes. (Camacho 2017, 25)

Este paradigma colaborativo entre visitantes que criam conteúdos e museólogos facilitadores de conhecimento estão na linha de pensamento de Michael Nielsen (2012). Este autor apresenta vários exemplos de projetos com base colaborativa que promovem a democratização do conhecimento científico. Destacamos o projeto *Galaxy Zoo* que teve o seu início em 2007, por dois cientistas da Universidade de Oxford, Kevin Schawinsky e Chris Lintott, onde através da colaboração de voluntários foram analisadas e classificadas imagens de galáxias, posteriormente validadas por astrónomos profissionais. (Nielsen 2012, 129-171)

Em 2017, foi elaborado um estudo pela CulturTrack⁴³ a 4 mil entrevistados com mais de 18 anos, cidadãos dos EUA, sobre os paradigmas que as instituições culturais enfrentam. Na

⁴² A Europeia, é um portal cultural desenvolvido pelos países da União Europeia, pode ser consultado em: <https://www.europeana.eu/pt> Acedido em 4 de junho, 2021.

⁴³ Estudo da CulturTrack (2017): <https://2017study.culturetrack.com/the-digital-dilemma>, Acedido em 4 de junho, 2021.

introdução do estudo é explicado que, em termos gerais, para o público a cultura democratizou-se, a sua importância relaciona-se com a relevância que esta tem para cada indivíduo. Um dos paradigmas é o dilema digital – que consiste na definição do papel da tecnologia nas instituições culturais. Em 2017, apenas 30% das atividades culturais disponibilizavam ferramentas digitais, apesar de o público apreciar o papel que o digital pode desempenhar no aprofundamento da experiência pela disponibilização de informação adicional. Esta curadoria proporciona uma maior compreensão dos conteúdos e permite a partilha com os amigos e a família. No entanto, 40% do público considera que a inexistência de tecnologia os ajuda a focar-se mais na experiência, por considerarem que a tecnologia retira autenticidade à experiência em si. Contudo, a maioria do público está aberto à integração da tecnologia numa vasta gama de atividades culturais. Segundo este estudo, as organizações culturais quando exploram uma nova estratégia ou iniciativa digital, devem começar por fazer perguntas como: “Isto é enriquecedor ou distrai? Isto simplifica a experiência ou torna-a mais complicada? Mais importante ainda, será que isto parece autêntico para nós e para o público que se envolve connosco?”⁴⁴ Em resposta, consideram importante realçar, que alguns grupos são mais propensos do que outros a abraçar a tecnologia. Para os pais (e famílias), a tecnologia é uma vantagem. Os adultos com crianças a viver em casa são 52% mais propensos a considerar que a utilização da tecnologia melhora a experiência cultural. Têm 50% mais probabilidade de dizer o mesmo sobre os vídeo/jogos online, e 33% sobre a realidade virtual ou aumentada. Os aparelhos tecnológicos portáteis são apelativos para os jovens, pelo que talvez os pais considerem que as experiências com estas ferramentas podem atrair os seus filhos e levá-los a investirem na cultura.

Mas, porque estão estes valores aqui apresentados? Estamos em 2021, e são referentes a um momento anterior da crise pandémica da COVID-19, no entanto traçam caminhos que consideramos importantes seguir. Durante a supramencionada crise pandémica, a partir de março de 2020, as instituições culturais estiveram fechadas, e mesmo com a abertura, o número de visitantes tem sido menor. Um outro estudo de 2020 da CulturTrack intitulado “Culture + Community in a time of crisis”⁴⁵, realizado nos EUA com 120.000 respostas, identificou o impacto da participação das instituições culturais durante esta crise na

⁴⁴ Traduzido do original: “Is this enriching, or distracting? Does this simplify the experience, or make it more complicated? Most importantly, does this feel authentic to who we are and how our audiences engage with us?” Estudo da CulturTrack (2017): <https://2017study.culturetrack.com/the-digital-dilemma>, Acedido em 4 de junho, 2021.

⁴⁵ Relatório Culture Track - Culture + Community in a time of crisis de julho de 2020, realizado entre 19 de Abril e 20 de maio de 2020, em 50 estados dos EUA, Washington D.C., Porto Rico e duas províncias canadenses em: “<https://culturetrack.com/research/reports/>”, Acedido a 3 de junho, 2021.

comunidade. Muitos museus abriram-se à participação online e criaram atividades como visitas guiadas, disponibilizaram a exploração 360° dos seus espaços, fizeram *workshops* remotos. Cerca de 53% dos inquiridos reportou que tinha participado em uma ou mais atividades culturais online, 76% considerou muito importantes as atividades dirigidas às crianças. Questionados sobre se tinham feito alguma atividade criativa durante esse tempo, 81% fê-lo e até usou as suas criações para socializar. Esta abertura das instituições ao mundo online despertou o interesse e inspirou muitas pessoas. Mais de 50% dos inquiridos visitou museus, onde nunca tinham estado (57% de História Natural, 51% de Ciência, 40% museus de Arte). Em relação ao regresso dos visitantes aos museus, os números não são tão animadores, com as atividades de entretenimento no exterior a serem as mais apetecidas. No entanto, ao selecionarem as qualidades que o público reconhece na visita de um museu, podemos perceber as tendências. O público escolhe atividades que são divertidas, alegres e atraentes. Os museus de história natural e ciência são considerados desafiantes por 54%, aventureiros por 47%, alegres, divertidos e abertos à participação por 44%. Nos museus de arte as características apontadas são diferentes, com 57% que procura o belo; 48% considera desafiantes e 47% emocionantes. (Benoit-Bryan 2020, 15,16,19,23) É certo que este estudo revela uma realidade americana, mas apresenta também indicadores para sociedades semelhantes. Estes servem assim para melhorar a nossa perceção sobre o que valorizam os visitantes, e indicam a necessidade de mais envolvimento entre instituições e público, na disponibilização de informação *online* na preparação da visita e depois desta, bem como na disponibilização de recursos tecnológicos durante a experiência de visita.

Para estabelecer e manter a relação entre museus e o público, é necessário que as instituições tenham políticas de comunicação digital e que dominem os conceitos tecnológicos atuais como a web participativa, a realidade aumentada, o vídeo 360° e os jogos. Estes tipos de projetos devem ser desenvolvidos colaborativamente no decorrer das estratégias digitais em parceria com equipas da área das TIC, com o objetivo de criar plataformas que promovam a participação, criação e partilha.

Na secção seguinte, abordamos a utilização de dispositivos móveis com a utilização de ferramentas de apoio à localização e as diferentes aplicações que utilizam este recurso.

1.2 Aplicações móveis como guias de apoio à localização

A proliferação dos telemóveis e a interoperabilidade entre dispositivos móveis e redes sociais aumentou a facilidade de participação *online*, e também permitiu a sua utilização nas visitas aos museus, quer no antes (na pesquisa), no durante (na visita), e no depois (na partilha e

no saber mais). Atentos a estas possibilidades, vários museus começaram a fazer aplicações de apoio às visitas, no entanto alguns utilizadores apontam dificuldades na sua utilização. Como o acesso à rede Wi-Fi de internet no museu e à necessidade de descarregar as aplicações para os seus dispositivos móveis pessoais.

Nos museus, as ferramentas de localização disponibilizadas nos dispositivos móveis dos visitantes permitem definir percursos e auxiliam o visitante na sua localização, informando-o do percurso. No exterior, com recurso ao GPS, é possível indicar ao visitante a localização das peças museológicas em diferentes edifícios ou auxiliar no acesso a espaços museológicos ao ar livre, como em exposições de património arqueológico, do património natural, tendo especial aplicabilidade enquanto guias de acesso ao património imaterial.

O projeto brasileiro Som dos Sinos (2016),⁴⁶ que resulta da candidatura à UNESCO do Ofício de Sineiro como Património Cultural Imaterial do Brasil, permite ouvir os sinos das igrejas e outras histórias da região de Minas Gerais narradas pela comunidade local e pelos sineiros. A aplicação utiliza a referência GPS de localização, para orientar o visitante através de um mapa, que o conduz a experiências ao longo do percurso. Esta aplicação envolve os visitantes com o património imaterial, através de uma cartografia de memórias, despoletadas por sonografias na paisagem que pertencem ao passado, mas que podem ser recriadas, estabelecendo canais de acesso ao imaginário dos visitantes (figura 3).



Figura 3 Projeto Som dos Sinos (2016), onde é possível ouvir o som dos sinos das igrejas e outras histórias da região de Minas Gerais narradas pela comunidade local e sineiros. (Mansur e Thomé 2016)

⁴⁶ Som Dos Sinos (2016) - <http://somedossinos.com.br> documentario interativo: Marcia Mansur e Marina Thomé (2016) <http://webdoc.somedossinos.com.br/intro.php> Acedido a 1 de junho de 2021.

Nas galerias dos museus não é possível usar esta tecnologia para localizar o visitante devido às barreiras arquitetônicas no acesso ao sinal GPS. Em 2013, a Apple introduziu um novo dispositivo que comunica com os iPhones, chamou-lhe iBeacon. Mais tarde a Google encontrou resposta também para os seus sistemas Android. Os Wi-Fi *BLE beacons* são pequenos dispositivos que podem enviar mensagens curtas para recetores móveis próximos, usando uma versão de baixa potência de Bluetooth. Atualmente, são usados em salas de museus como emissores de conteúdos, mas também como sistemas que dão informação sobre a circulação dos seus visitantes. (Asmus 2016, 17-18)

Nilsson apresenta um artigo muito interessante sobre a implementação de *beacons* nos museus da Universidade de Cambridge, o projeto de investigação *Ghost Detector* (2016), apresenta um jogo no museu baseado na localização. Este jogo, além de ter objetivos lúdicos, apresenta-se como uma ferramenta que serve para monitorizar o alcance dos *beacons* e identificar os pontos de interesse. A aplicação utiliza a zona de alcance de cada *beacon* para despoletar umas personagens do tipo *fantasmas* nos dispositivos móveis, ou seja, serve para auxiliar as decisões de design relacionadas com o alcance de cada *beacon* e com a informação a colocar. Este artigo fornece uma visão sobre alguns dos desafios e possíveis soluções relacionadas ao processo de desenvolvimento de experiências baseadas em *beacons* para espaços culturais públicos. (Nilsson et al. 2016) Considero que este projeto pode ser usado com um outro intuito, como por exemplo, para visitas com crianças, pois estas podem fazer uma visita sem saírem do percurso.

Nas diversas galerias do Cleveland Museum of Art (EUA) encontram-se vários *beacons* que conectam com os dispositivos móveis dos visitantes e com a rede interna de dispositivos multimédia implementados no museu através da aplicação *ArtLens 2.0* (2018)⁴⁷ apresentada na figura 4. Entre diversas funcionalidades, esta aplicação permite o acesso dos visitantes à coleção do museu e a partilha da sua experiência no local. Também tem implementado a funcionalidade de localização do visitante, e apresenta a opção ‘veja onde está’, que indica a obra de arte mais próxima.

⁴⁷ ArtLens 2.0 (2018) - Cleveland Museum of Art, EUA: <http://www.clevelandart.org/artlens-gallery/artlens-app> e <http://www.edwardblake.net/artlens-20-museum-app/> Acedido a 10 de Maio de 2021.



Figura 4 A aplicação ArtLens (2018) acede a AR através de beacons. (Cleveland Museum of Art 2018)

Para auxiliar os museólogos a colocar informação nos pontos de interesse, foi criado um sistema de *backoffice* GEED.AI⁴⁸ que utiliza inteligência artificial, e que permite a gestão dos conteúdos a disponibilizar aos visitantes e a definição dos percursos de visita. Este sistema foi implementado no Museu de Belas Artes e Arqueologia de Besançon (França), em 2019. A visita digital permitida por este sistema é disponibilizada nos *tablets* e telemóveis dos visitantes através de uma aplicação *web* que corre diretamente num navegador de Internet, não implicando por isso um *download* prévio, precisando apenas de *wifi* que é disponibilizado pelo museu. Este guia de visita permite a descoberta das obras mais próximas do visitante através da identificação da sua localização no museu, esta identificação recorre a um sistema de reconhecimento de imagens que foram previamente recolhidas, para isso foram tiradas cerca de 1200 imagens das obras. Uma das particularidades desta aplicação é que também fornece conteúdos adaptados a cada visitante, e na sua língua. Estão disponíveis diferentes visitas: rota clássica, expresso, mobilidade reduzida, descrição áudio e língua gestual.⁴⁹

Na área da utilização das tecnologias GPS para localização, apresentamos a aplicação móvel para Jardim Botânico Tropical de Lisboa, intitulada *Play JBT* (2020).⁵⁰ Este projeto da

⁴⁸ O sistema GEED.AI foi desenvolvido pela empresa Francesa Livdeo: <https://www.livdeo.com>
Acedido a 10 de maio de 2021

⁴⁹ O projeto venceu um prémio internacional para museus GLAMi 2019: “*Digital platform for management and distribution of accessible and interactive visit solutions*” – MW19 | Boston. (n.d.). <https://mw19.mwconf.org/glami/digital-platform-for-management-and-distribution-of-accessible-and-interactive-visit-solutions/> Acedido a 20 de maio de 2021.

⁵⁰ A aplicação JBT foi desenvolvida no âmbito de um projeto da Reitoria da Universidade de Lisboa (ULisboa), envolvendo parceiros da Faculdade de Ciências da ULisboa (Departamentos de Informática, de Biologia Animal, de Biologia Vegetal e de Engenharia Geográfica, Geofísica e Energia) e do Museu Nacional de História Natural e da Ciência da ULisboa. Aplicação disponível em

Universidade de Lisboa é composto por quatro percursos temáticos que recorrem a experiências de realidade aumentada e multimédia. Integra um conjunto de percursos turísticos intitulados de “Botânico (Especialistas)”, “Histórico” e “Aves”. Cada percurso tem diferentes pontos de interesse que podem ser explorados através de georreferenciação, tem temas diferentes, e está dirigido para diferentes públicos, adaptando-se de modo automático ao perfil do utilizador. A aplicação permite a interação com vários elementos do espaço como as plantas, os prédios e os pássaros, fornecendo informação educativa. (Postolache 2019)

As aplicações que fazem uso da localização também podem disponibilizar conteúdo em AR e VR. Na próxima secção, vamos assim apresentar aplicações que fazem uso dos conteúdos virtuais em espaços reais.

1.3 Realidade aumentada e realidade virtual: relação entre o mundo físico e o digital

A realidade virtual é uma tecnologia que dá uma ideia de inclusão num ambiente artificial, esta pode ser considerada uma extensão de ideias antigas, como a simulação de voo, Sensorama (Heilig 1962) e cinema de largo ecrã (como Cinerama e IMAX). Utilizando tais sistemas, é apresentado ao espectador um ecrã que ocupa uma grande parte do campo visual, dando uma poderosa sensação de presença ou ‘estar no local’, no entanto esta solução não é VR. Esta, como conhecemos hoje, nasceu nos anos 60 nos laboratórios do MIT em Boston na Universidade de Utah, e deve-se à chegada do minicomputador e do artigo de Ivan Sutherland intitulado *The Ultimate Display* (1965)⁵¹. Neste artigo, Sutherland profetizou o desenvolvimento do primeiro head mounted display (HMD), que mais tarde iria desenvolver com o projeto chamado *The Sword of Damocles* (1968) (figura 5). Sutherland apercebeu-se do potencial dos computadores para gerarem imagens que eram usadas em simuladores de voo, onde, anteriormente, as imagens eram geradas utilizando uma câmara de vídeo.

27/06/2021: <https://jbt.ulisboa.pt/> Acedido a 10 de maio de 2021.

⁵¹ Ivan Sutherland (1965) "The Ultimate Display" <https://www.wired.com/2009/09/augmented-reality-the-ultimate-display-by-ivan-sutherland-1965/> Acedido a 10 de maio de 2021.

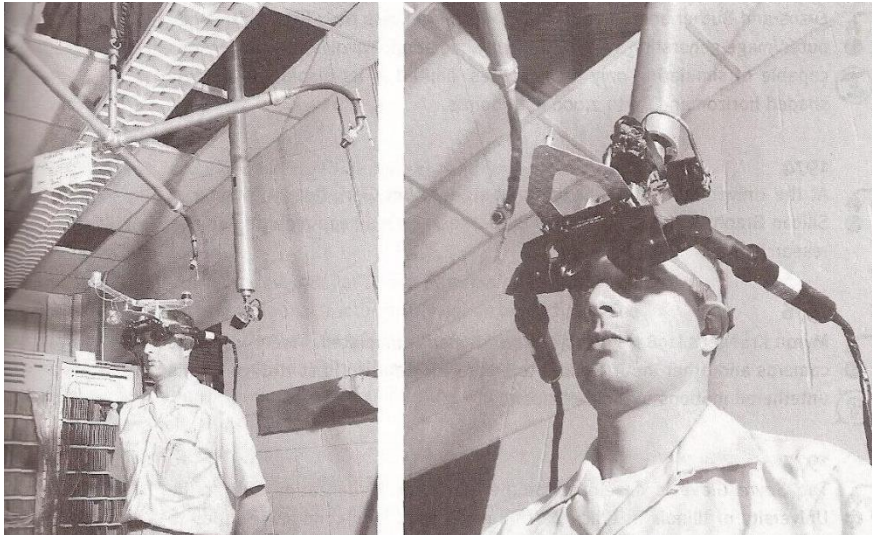


Figura 5 Visor original, criado por Ivan Sutherland, e apelidado de “The Sword of Damocles” (1968)⁵²

Em 1984, dois cientistas da NASA Ames Research Center, Fisher e McGreevy, participaram num projeto chamado *Virtual Environment Workstation*. A partir destas ideias, a NASA Ames Research Center desenvolveu o primeiro HMD comercialmente viável, denominado *Visual Environment Display* – VIVED⁵³ apresentado na figura 6. Este desenvolvimento permitiu à NASA comercializar um HMD a um preço acessível, e assim, deste projeto, nasceu a indústria da realidade virtual (VR).



Figura 6 Ambiente visual virtual da NASA (VIVED)⁵⁴

⁵² Imagem retirada da página: https://miro.medium.com/max/1400/1*wgQVe1UHgp-Gmqvy_bC6aw.jpeg Acedido a 10 de maio de 2021.

⁵³ Esta máscara facial de mergulhador tinha ecrãs óticos fornecidos por dois televisores portáteis Sony Watchman.

⁵⁴ Imagem retirada da página: https://o.aolcdn.com/hss/strage/adam/8b1338db5a5eb8ce590ae7119bc29dbb/13view_hmd1-630.jpg Acedido a 10 de maio de 2021.

Uma das principais contribuições para aplicações da NASA para o VIVED foi na telerobótica espacial, dando aos astronautas a capacidade de controlar braços extensíveis, câmaras e até robôs humanoides para realizar tarefas perigosas e outro tipo de explorações. Seguiram-se novos desenvolvimentos, e em 1997 a NASA criou um robô humanoide para ajudar os astronautas a realizar tarefas de forma autónoma ou controlada por uma interface virtual. Em 2011, o projeto da NASA de telerobótica atingiu o seu segundo estado de desenvolvimento e implantou o *Robonaut 2* para trabalhar na Estação Espacial Internacional. A tecnologia usada para interagir com o robonauta melhorou muito desde a VIVED.⁵⁵ (Costelo 1997, 3)

A realidade virtual avança para o mundo do cinema e dos jogos, ganhando novos seguidores, e em 2014 a Facebook compra a *startup* Oculus. No entanto em 2017, Mark Zuckerberg,⁵⁶ presidente-executivo do Facebook, considera que a tecnologia de VR existente ainda está a cerca de uma década de proporcionar aos consumidores uma boa experiência de realidade virtual.

Esta experiência de realidade virtual, é visualizada através de dispositivos que alheiam o utilizador do mundo real, no entanto a realidade aumentada funciona através de dispositivos que permitem a visualização do mundo real. Para entendermos as diferenças entre estas duas realidades, surge o conceito *virtuality continuum*, definido em 1994 por Paul Milgram e Fumio Kishino. Este conceito descreve que existe um espaço contínuo que oscila entre elementos somente virtuais, a realidade virtual e elementos da realidade envolvente, a realidade aumentada. Esta variação é explicada na figura 7.

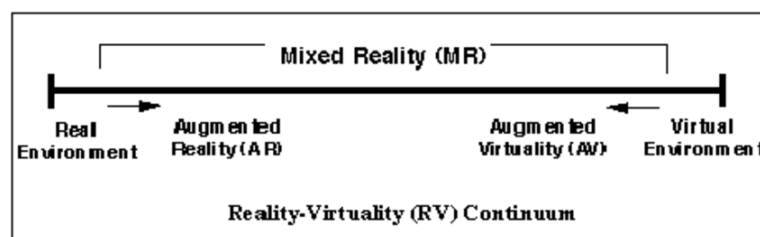


Figura 7 - Diagrama do *Reality-Virtuality Continuum*⁵⁷ (Milgram and Kishino 1994).

⁵⁵ Como por exemplo a utilização de um ecrã piSight da Sensics com visão panorâmica de 166 graus.

⁵⁶ BI Intelligence. 2017. "Here's How Mark Zuckerberg Thinks the VR Industry Will Evolve - Business Insider." <https://www.businessinsider.com/heres-how-mark-zuckerberg-thinks-the-vr-industry-will-evolve-2017-1> Acedido a 10 de maio de 2021.

⁵⁷ Milgram's Reality-Virtuality Continuum (1994) - disponível em: https://www.researchgate.net/figure/Milgrams-Reality-Virtuality-Continuum_fig1_29487174, Acedido em 7 de junho de 2021.

No Diagrama é possível entender que da esquerda para a direita o grau de estímulos gerados por computador aumenta. Na extrema direita está a chamada realidade virtual imersiva, de onde a informação provém apenas do computador. No lado oposto, temos o mundo real, tal como o conhecemos com objetos e pessoas que podemos tocar. No meio há uma área onde os dois tipos se misturam. É a chamada realidade mista (MR)⁵⁸. Esta é considerada realidade aumentada, pois são usados elementos virtuais que são integrados em ambientes reais, mas também é possível o contrário.

Do ponto de vista tecnológico, segundo Costello identificou três tipos de classificação que são identificados consoante o nível de imersão: *não-imersivos*, *semi-imersivos* e *imersivos* (1997, 6). Os sistemas não-imersivos são sistemas apresentados num monitor (tipo *tablet* ou *telemóvel*) cuja capacidade de imersividade dos elementos em 3D é reduzida. Os sistemas semi-imersivos, são sistemas que utilizam óculos de 3D com ecrãs de grandes dimensões e imagens estereográficas. Os sistemas imersivos, são sistemas que transmitem uma sensação de presença, ou seja, a perceção individual de estar imerso num contexto enquanto na verdade está fisicamente situado noutro contexto, tais como: sistemas de projeção em forma de cubo ou *fulldome* onde o usuário se encontra imerso no ambiente virtual, ou sistemas implementados em *wearables* (acessórios tecnológicos) tipo *Oculus*⁵⁹ ou *Google Cardboard*⁶⁰ apresentado no figura 8, onde podem estar integrados ambientes virtuais em 3D ou baseados na realidade como nos vídeos 360°.



Figura 8 Imagem exemplificativa de dois sistemas de visualização de VR, um tipo de Oculus (à esquerda), e um Google Cardboard (à direita)

⁵⁸ *Mixed Reality (MR)* no diagrama em inglês.

⁵⁹ O Oculus é um acessório tecnológico que permite a visualização de VR e permite a manipulação de objetos em ambientes virtuais com a inclusão de periféricos. Pode saber mais informação em: <https://www.oculus.com/>, Acedido em 8 de junho de 2021.

⁶⁰ O Google *cardboard* é um visor que se monta em cartão, onde se integra um telemóvel. Pode saber mais informação em: <https://arvr.google.com/cardboard/> Acedido em 8 de junho de 2021.

À medida que os visitantes dos museus vão ficando mais familiarizados com as tecnologias que permitam estas realidades (AR - VR - MR), são criadas experiências que proporcionem esse nível elevado de interatividade e imersão, como em alguns projetos que iremos abordar.

No projeto da Samsung no British Museum (2016)⁶¹ (Londres, Inglaterra) podem ser analisados diferentes tipos de imersividade que a realidade aumentada pode gerar nos visitantes consoante os dispositivos tecnológicos em que os conteúdos são implementados. Os conteúdos visuais apresentados foram sempre os mesmos: trata-se de um ambiente 3D do interior de uma tenda da Idade do Bronze. Esta aplicação foi implementada num *tablet*, onde o nível de imersão é baixo, mas apresenta outras funcionalidades também importantes ao nível da interação com os guias do Museu. Um nível superior de imersividade foi alcançado de duas maneiras: na primeira foi usada uma projeção numa tenda *fulldome*, e na segunda foram utilizados óculos para realidade aumentada, que permitiram a visualização dos vídeos 360°/ 180° de realidade virtual e manipulação de objetos 3D. Na aplicação em que foram usados os Ocululus Gear VR (óculos de realidade virtual), os utilizadores navegam dentro da experiência usando um *touchpad* que se encontra no lado direito do Ocululus Gear VR ou movendo as suas cabeças para olhar em redor, apresentado na figura 9. Enquanto o utilizador está a olhar para o objeto virtual, um som toca descrevendo-o pelo que é possível interagir com os objetos ao mesmo tempo que exploram o ambiente livremente. Este acessório permite uma imersão maior e integração da simulação.



Figura 9 Visita Virtual com *Oculus* a uma Vila da Idade do Bronze no British Museum

⁶¹ Juno Rae e Lizzie Edwards (2016) “Virtual reality at the British Museum: What is the value of virtual reality environments for learning by children and young people, schools, and families?”<https://mw2016.museumsandtheweb.com/paper/virtual-reality-at-the-british-museum-what-is-the-value-of-virtual-reality-environments-for-learning-by-children-and-young-people-schools-and-families/> Acedido em 8 de junho de 2021.

A realidade virtual tem evoluído muito na área dos videogames, e também nos museus, pelas suas características de imersão. Alguns desses projetos utilizam estes recursos para transformar o artefacto numa nova experiência de visualização. Uma das propostas de integração de realidade virtual de uma forma criativa, foi criada por animações das obras de arte do artista Pieter Bruegel *A fall with the Rebel Angels* (2016)⁶² do Royal Museum of Fine Arts (Bruxelas, Bélgica), apresentado na figura 10. Nesta obra é possível visualizar animações dos diferentes elementos que compõem a pintura, dando vida à obra de arte, recriando-a, reinterpretando-a através da realidade virtual acedida através de um Google Cardboard.



Figura 10 A obra arte de Pieter Bruegel: *A fall with the Rebel Angels* (2016), preparada para vídeo 360°.

Outros projetos em museus utilizam soluções imersivas que transportam virtualmente o visitante até ao interior das obras do artista. Esta abordagem combina a narrativa e/ou a jogabilidade para transmitir emoções e novas perspetivas sobre as obras de arte, como no projeto de realidade virtual do artista René Magritte intitulado *Magritte VR* (2017),⁶³ onde é possível ter acesso a óculos de VR e entrar virtualmente no mundo 3D das obras do artista num espaço expositivo tipo tenda com forma de um chapéu.

Um outro projeto que dá acesso ao mundo do artista, nomeadamente à recriação virtual do seu ateliê, é o *Modigliani VR: The Ochre Atelier* (2018).⁶⁴ Em exposição na Tate Modern (Londres, Inglaterra), na exposição do artista Amedeo Modigliani. Nesta exposição está reservado um espaço onde o visitante pode colocar uns óculos de VR e ter uma experiência imersiva. Esta transporta o visitante até ao último estúdio do artista. Este espaço ainda existe,

⁶² *A fall with the Rebel Angels* (2016) <https://www.google.com/culturalinstitute/bruegel/> Acedido em 8 de junho de 2021.

⁶³ *Magritte VR* (2017): <https://www.bdh.net/immersive/magritte-vr> Acedido em 8 de junho de 2021.

⁶⁴ *Modigliani VR - The Ochre Atelier* (2018) <http://www.tate.org.uk/whats-on/tate-modern/exhibition/modigliani/modigliani-vr-ochre-atelier> Acedido em 8 de junho de 2021.

mas foi recriado o ambiente em que o artista fez seus últimos trabalhos. Esta recriação 3D, utilizou documentos da época e estudos das obras do artista.

Um outro exemplo de realidade virtual foi utilizado na casa-museu de Anne Frank (Amsterdão, Holanda). A exposição *Anne Frank House VR (2018)*⁶⁵ permite ao visitante entrar no anexo onde esteve Anne Frank e um grupo de oito judeus nos seus últimos dois anos no local onde escreveu o seu famoso diário. Este projeto tem também como objetivo permitir o acesso (ainda que virtual) dos visitantes com mobilidade reduzida ao local.



Figura 11 Imagem do quarto de Anne Frank em realidade virtual.

O Museu do Louvre (Paris) participou num estudo de recriação 3D da sua obra de arte mais famosa, a *Mona Lisa: Beyond the Glass at The Louvre (2019)*⁶⁶, utilizando óculos de VR, onde é possível visualizar o corpo “escondido” por de trás da tela, e o ambiente onde se encontrava, permitindo o acesso à informação através de uma narrativa imersiva.

Uma das formas de acesso à realidade aumentada, é realizada através de marcadores, estes são marcas com símbolos, que quando reconhecidos por uma câmara, despoletam uma imagem 3D no monitor, esta imagem sobrepõe-se à realidade da câmara que está no ecrã. Em 2012, o Museu Nacional Ferroviário, no Entroncamento, apresentou um projeto de um Totem interativo para o acolhimento - *Acolhimento Virtual “Mr. Steam” (2012)*. Este apresenta um vídeo interativo onde as crianças fazem perguntas a uma personagem virtual 3D que lhes responde (através de comando wireless na mão do guia do museu). Também apresenta uma outra funcionalidade de AR, recorrendo a cartões impressos com símbolos, chamados cartões ‘mágicos’, as crianças podem ver diferentes comboios em 3D como se estivessem nas suas mãos, e podem fazê-los iniciar a marcha ou ver o interior de uma carruagem,

⁶⁵ Anne Frank House VR (2018) O projeto venceu um prémio internacional para museus GLAMi 2018 <https://mw18.mwconf.org/glami/anne-frank-house-vr/> Acedido em 8 de junho de 2021.

⁶⁶ Mona Lisa: Beyond the Glass at The Louvre (2019) https://www.youtube.com/watch?v=Au_UpzhzHwk Acedido em 8 de junho de 2021.

convertendo esta interação num momento lúdico. (Teixeira, Jardim e van Zeller 2012; Teixeira, van Zeller 2013).



Figura 12 Magic cards que apresentam modelos em 3D de carruagens e o seu interior.

A AR em museus tem sido usada para melhorar a informação dos objetos em exposição, ao fornecer informação adicional com conteúdos escritos, áudio ou visuais utilizando sistemas móveis. Direcionando a atenção do visitante para aspetos particulares ou acrescentando novas camadas de informação visual ao objeto exposto muitas vezes em 3D. Alguns museus de ciência têm usado esta tecnologia para aumentar o interesse dos visitantes.

Em 2012, o Museu Americano de História Natural (Nova York, EUA) utilizou uma aplicação móvel de AR na exposição temporária *Para Além do Planeta Terra: O futuro da exploração do espaço*. Ao longo da exposição, onze imagens a preto e branco despoletaram animações 3D de naves espaciais e asteróides. Estas imagens também estavam disponíveis no website, pelo que os visitantes podiam ter acesso à AR fora do museu. (Marques 2018, 39)

Alguns projetos em museus, têm usado as tecnologias de AR, com o objetivo de revigorar exposições desatualizadas e desta forma atrair os visitantes. No Field Museum (Chicago, Illinois, EUA) em 2016, um grupo de estudantes do secundário desenvolveu uma aplicação móvel em AR, revitalizando uma coleção de botânica, aumentando virtualmente os modelos de plantas (Marques 2018, 38).

Com o mesmo intuito, foi implementada a tecnologia de AR em tablets com a aplicação *Skin & Bones* (2017)⁶⁷ no National Museum of Natural History, Smithsonian Institution (Washington, EUA). Esta aplicação permite direcionar a câmara do dispositivo para um esqueleto e ver no ecrã uma ilustração em 3D do animal, apresentado na figura 13.

⁶⁷ Ibid.,77-197. Pode visualizar o vídeo demonstrativo em: <https://www.youtube.com/watch?v=7agVb4IG16M> Acedido a 8 de junho de 2021.

Este resultado deve-se a um projeto de investigação de Diana Marques onde foi possível implementar esta tecnologia na secção Bone Hall, onde existem 5 salas revestidas com vitrines que contêm 379 esqueletos completos, em posições que não transmitem a sensação de movimento, mas apenas treze animais figuram na aplicação. Nesta, foram incluídos modelos 3D estáticos e animações que se reposicionam em relação à câmara do dispositivo. Em termos de experiência do utilizador, foi usado um interface autoexplicativo, tendo sido realizados testes com utilizadores com excelentes resultados no que se refere à experiência de utilização e à revitalização de espaços museológicos datados por ação da tecnologia. Este estudo foi divulgado na tese de doutoramento da Diana Marques e colocado em livro para o público português (Marques 2018). Este trabalho permitiu um importante reconhecimento dos pares em conferências internacionais.⁶⁸ (Marques 2017)



Figura 13 Aplicação Skin & Bones (2017) Imagem de realidade aumentada em que uma ilustração 3D substitui a imagem do esqueleto do animal presente na vitrine do Museu.

Um outro projeto com características semelhantes foi realizado no Carnegie Museum of Natural History (Pensilvânia, EUA), utilizando uma aplicação de AR intitulada *The AR Perpetual Garden* (2019)⁶⁹ que procura criar uma experiência atraente para os visitantes. Harrington apresenta uma aplicação que recorre à AR para trazer a Natureza para dentro dos

⁶⁸ Diana Marques, Robert Costello e Brian Alpert (2017) “A location based understanding of mobile app user behavior”, <https://mw17.mwconf.org/paper/a-location-based-understanding-of-mobile-app-user-behavior/> Acedido a 8 de junho de 2021.

⁶⁹ Informação sobre o projeto em: <https://the-harrington-lab.itch.io/the-ar-perpetual-garden-apps> Acedido em 8 de junho de 2021.

dioramas do museu, recorrendo à imaginação para inspirar a aprendizagem das ciências, apresentado na figura 14. No seu estudo piloto de 2019 sobre efeitos de aprendizagem informal, é apresentada a demonstração da funcionalidade implementada de realidade aumentada imersiva de uma floração primaveril de um bosque virtual que complementa a imagem real do diorama da floresta na exposição de Botânica. Os resultados demonstram que a aplicação favorece o envolvimento do público, permite a comparação com o local, e dá uma sensação de presença aos visitantes.⁷⁰ (Harrington e Tatzgern 2019)

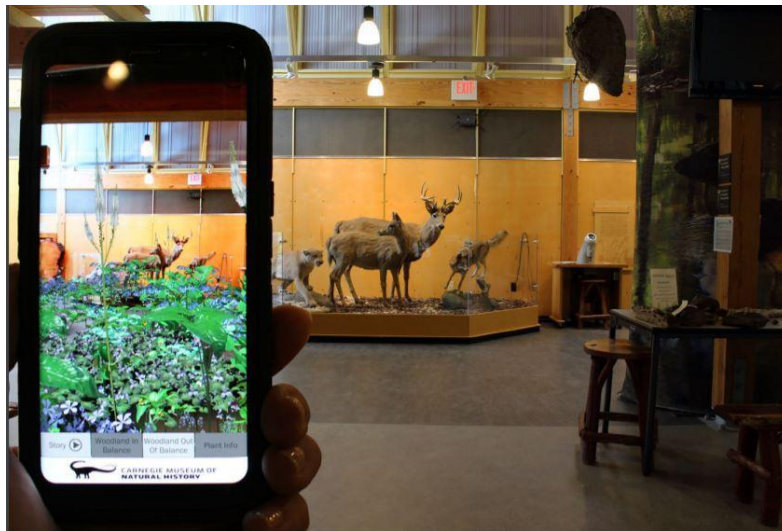


Figura 14 Aplicação do Carnegie Museum of Natural History, Hall of Botany (2019)⁷¹ no interior do Museu.

Previamente, os autores fizeram um outro estudo intitulado *Virtual UCF Arboretum* (2018), em que utilizaram o mesmo processo e estilo foto realista das imagens. Este foi testado em dispositivos de VR, e permitiu avaliar a utilização desta forma de experienciar e fomentar a aprendizagem. Esta aplicação foi usada também num outro contexto, no espaço exterior do museu como meio de expansão da visita, pois permite a visualização de espécies em ambiente virtual, sobrepondo novas camadas de informação, como flores em zonas que na realidade não estão floridas. Também é acrescentado som bioacústico⁷², e é possível ouvir sons de diferentes espécies de aves e insetos. (figura 15)

⁷⁰ Maria Harrington e Markus Tatzgern (2019) “Augmented Reality Brings the Real World into Natural History Dioramas with Data Visualizations and Bioacoustics at the Carnegie Museum of Natural History”, Curator The Museum Journal.

⁷¹ Imagem retirada do estudo intitulado: “Augmented Reality Brings the Real World into Natural History Dioramas with Data Visualizations and Bioacoustics at the Carnegie Museum of Natural History” (Harrington 2019)

⁷² sons realizados pelos animais, podem ser por exemplo um bater de asas de borboletas.

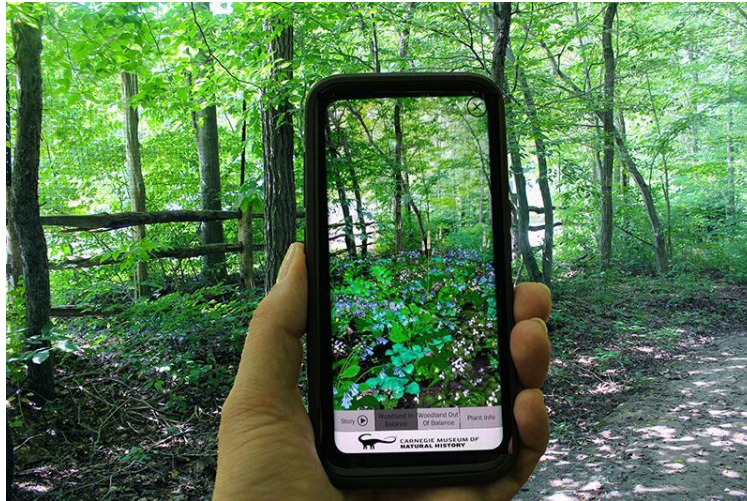


Figura 15 Aplicação do Carnegie Museum of Natural History, Hall of Botany (2019)⁷³ no exterior.

Esta solução é sensível ao contexto, utilizando a comparação de situações real/virtual para que o visitante rapidamente entenda o conteúdo científico, criando momentos de envolvimento com os objetos expostos e com os conteúdos científicos. Tornando o visitante num colecionador de um herbário virtual, pois as imagens apresentam um rigor excepcional, oriundo de um estudo aprofundado de representação. Em 2021, Harrington apresentou as conclusões do estudo ao longo dos últimos anos, em que identificou o processo iterativo de *codesign* em múltiplos *loops de feedback*:

⁷³ Imagem retirada do estudo intitulado: “Augmented Reality Brings the Real World into Natural History Dioramas with Data Visualizations and Bioacoustics at the Carnegie Museum of Natural History” (Harrington 2019)

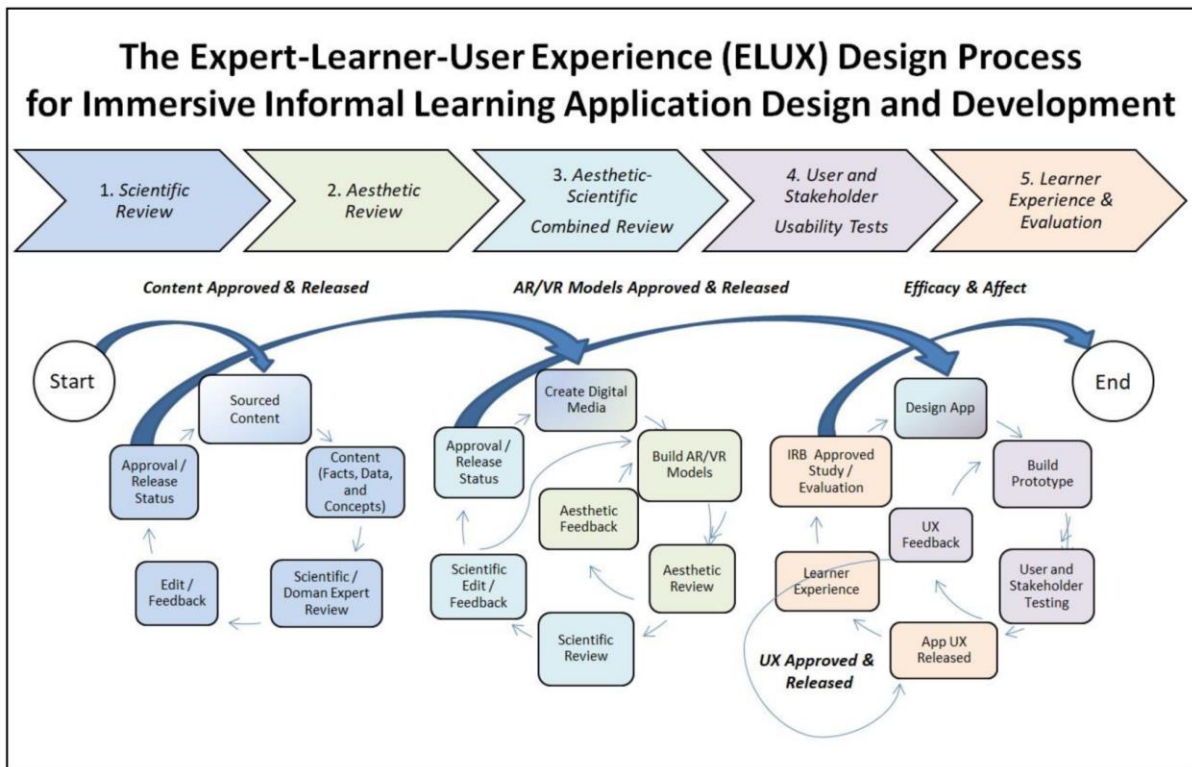


Figura 16 Representação conceptual do processo de conceção do *Expert-Learner-User eXperience* (ELUX) como um processo alargado de conceção centrado no utilizador, utilizado para integrar os objetivos de aprendizagem de tarefas e metas individuais do utilizador na construção de aplicações de aprendizagem imersiva.⁷⁴ (Harrington 2021, 5)

1. Revisão Científica: processo iterativo de revisão-correção-validação necessário para autenticidade dos dados, informações, factos e conceitos para aprovação e publicação realizados por peritos da área.
2. Revisão Estética: processo criativo iterativo para construir modelos 3D, revistos devido às restrições técnicas das plataformas AR e VR.
3. Revisão Estética-Científica Combinada: processo artístico-científico iterativo em todos os meios digitais, que tiveram que ser revistos para manterem a exatidão da informação relativa à visualização dos modelos, este processo colaborativo permitiu a decisão de aprovação para o lançamento da aplicação.
4. Testes de Usabilidade com Utilizadores e Interessados: processo tradicional de conceção e desenvolvimento de aplicações utilizando software iterativo com foco na experiência do utilizador, identificação das restrições técnicas e dos padrões *standard* de distribuição digital.

⁷⁴ Traduzido do original: “Conceptual representation of the Expert-Learner-User eXperience (ELUX) design process as an expanded user- centered design process used to integrate the learning objectives of individual user tasks and goals when building immersive learning applications.” (Harrington 2021, 5)

5. Experiência de Aprendizagem e Resultados de Aprendizagem Reais: Aprovação de estudos de impacto de aprendizagem para avaliar os resultados reais de aprendizagem (Harrington 2021).

As aplicações com acesso a realidade aumentada podem ativar informação no ecrã com vários tipos de informação, como o uso da infografia que ajuda a leitura cronológica e espacial dos conteúdos, melhorando o conhecimento em várias dimensões: 1) no enquadramento histórico; 2) na localização espacial; 3) na visualização das várias camadas do objeto retratando as diferentes fases de restauro ou mesmo imagens em raios X; 4) na manipulação criativa da documentação recolhida pelas equipas de investigação, como aconteceu no projeto de património imaterial *Som dos sinos* (2016)⁷⁵ onde esta pode ser acedida e manipulada através de uma *timeline* áudio.

Um outro projeto de investigação que acompanhamos durante esta investigação foi realizado no Museu de Faro com uma equipa de investigadores da Universidade do Algarve, intitulado *MIRAR: a Mobile Image Recognition based Augmented Reality framework* (2018), onde é usado um sistema de reconhecimento de imagens no museu para ativar informação sobre obras da coleção no dispositivo móvel e identificar a localização do visitante, acrescentando também uma nova camada de informação (realidade aumentada) (Pereira et al. 2018). Este projeto teve continuidade numa outra solução. O sistema *M5SAR: Mobile Five Senses Augmented Reality* (2019) é uma aplicação móvel com o sistema *MIRAR* a que se junta um outro dispositivo móvel, com o objetivo de proporcionar ao visitante de eventos culturais, históricos e museológicos a possibilidade de usar os cinco sentidos. O sistema tem dois módulos principais: 1) uma aplicação móvel que lida principalmente com os sentidos da visão e da audição, usando para isso a câmara do dispositivo móvel para reconhecer e seguir objetos no museu e dar informação relacionada sobre eles; e 2) um dispositivo portátil capaz de melhorar a experiência da realidade aumentada a todos os cinco sentidos através do estímulo do tacto, do paladar e do olfacto, este dispositivo é usado em conjugação com o *telemóvel* ou *tablet* dos utilizadores. O sistema utiliza visão computacional para o reconhecimento de imagens, e identificação do local onde se encontra o visitante a que se junta a informação do sistema de *beacons* por sala, suportados por um servidor. Os sinais dos *beacons* ativam o dispositivo portátil para o tacto, paladar e olfato despertando sensações nos visitantes nos cinco sentidos da percepção (Rodrigues et al. 2019). Este tipo de

⁷⁵ Som dos sinos - Webdoc" n.d.- http://somedossinos.com.br/sinos_app/ Acedido a 5 de junho 2021.

experiência sensorial foi utilizado no Museum of Food and Drink (MOFAD)⁷⁶, em Nova Iorque, EUA, onde se desenvolveu uma exposição interativa de odores muito interessante, chamada *The Smell Synthesizer* (2015), a forma de acesso a estas experiências estava integrada no mobiliário da exposição. De forma a usar o paladar, os sabores foram apresentados em forma de rebuçados, e eram disponibilizados por dispensadores, estes tinham sabores peculiares como o tomate, cogumelos e queijo.

A audição é um outro sentido da perceção que pode ser usado para experienciar os museus. O som pode promover um excelente nível de imersão numa visita, pois ajuda o visitante a centrar-se no mais importante ao longo da visita. Este mesmo recurso foi usado na aplicação de 2017 de apoio à visita ao Museu de Arte Moderna em São Francisco (MOMA).⁷⁷ Logo na entrada deste museu foram distribuídos auscultadores, através dos quais são ouvidas narrativas divertidas com vozes de pessoas conhecidas e comediantes. Este recurso aumentou a popularidade desta aplicação face a uma tradicional anterior com uma narrativa mais técnica. Muitos outros projetos de sucesso foram desenvolvidos em museus, como o projeto de criação de narrativas áudio *CHESS* (2015),⁷⁸ este projeto contemplava *workshops* com ferramentas de edição de áudio de fácil acesso, onde as equipas dos museus criavam histórias para acompanhar os visitantes. Tornando as visitas mais personalizadas e com um discurso apelativo e entusiasmante. (Roussou et al. 2015)

Um outro projeto que utiliza objetos manipuláveis como interfaces tangíveis de acesso a mais informação num museu é o projeto realizado pelo investigador Roberto Vaz, intitulado *Expositor interativo para a comunicação de amostras geológicas* (2016) no Museu MM Gerdau - Museu das Minas e do Metal (2016) (Belo Horizonte, Brasil), o autor explica que este tipo de solução tecnológica “insere-se na área da informação e da comunicação com novos media digitais, mais especificamente em interfaces tangíveis – que se caracterizam pela manipulação de conteúdos digitais a partir de objetos físicos – para a comunicação de acervo museológico, disponibilizado para manuseio e utilizados como base para a interação com o sistema” (Vaz, Raposo e Vairinhos 2016, 2). Trata-se de uma interação que está

⁷⁶ Página do museu: <https://www.mofad.org/> e filme explicativo do sistema expositivo <https://www.youtube.com/watch?v=064mYS3CsNk> Acedido a 3 de junho de 2021.

⁷⁷ Stephanie Pau (2017) “Audio that moves you: experiments with location-aware storytelling in the SFMOMA app” <https://mw17.mwconf.org/paper/audio-that-moves-you-experiments-with-location-aware-storytelling-in-the-sfmoma-app> Acedido a 7 de junho de 2021.

⁷⁸ Projetos desenvolvidos no âmbito do projeto de investigação *CHESS* (Cultural Heritage Experiences through socio-personal interactions and Storytelling) research project: <http://www.chessexperience.eu> Acedido a 7 de junho de 2021.

inserida num expositor interativo, que comunica com amostras geológicas. O utilizador pode manipular as amostras e receber informação áudio e visual de quatro objetos. Esta informação é dada por objeto manipulado e quando se levanta dois objetos, a informação apresentada estabelece uma comparação entre os dois objetos, apresentado na figura 17. A informação é disponibilizada em áudio, o que se revelou muito eficaz nos testes com utilizadores invisuais, mas também é dada informação visual num ecrã, esta forma de interação e receção de informação foi considerada muito apreciada por todos os visitantes que fizeram testes no local como o móvel interativo. Esta interação com objetos tangíveis, são formas não intrusivas de apresentar a informação no espaço do museu e são interfaces naturais inclusivas, que não precisam de explicações prévias. Além de que ambicionam “uma experiência e uma memória de utilização que perdurem para além do momento da visita” (2016, 15).

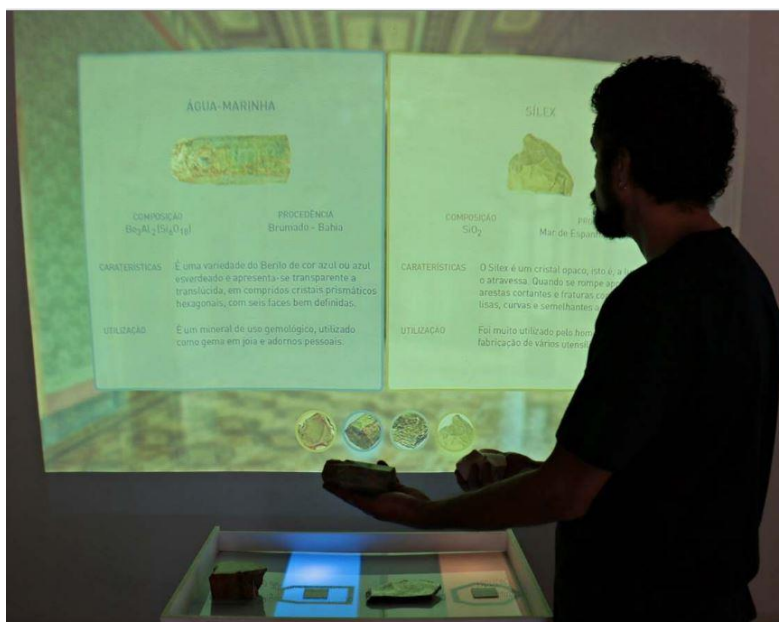


Figura 17 Visitante a utilizar expositor interativo, com duas amostras a assistir à informação de dois exemplares. Expositor interativo para a comunicação de amostras geológicas (2016)⁷⁹.

O som pode até dar uma nova camada de informação e transportar-nos até outros espaços e tempos como no projeto *The Lost Palace* (2016) em Londres,⁸⁰ onde é possível ouvir a história como se fôssemos detetives do passado, vivendo o tempo em que naquele espaço existia um palácio que sofreu um incêndio, apresentado na figura 18. Nesta experiência, a tecnologia associada estava incluída nos elementos arquitetónicos que continham etiquetas

⁷⁹ Imagem retirada do artigo: “Expositor interativo para a comunicação de amostras geológicas do MM Gerdau – Museu das Minas e do Metal Interactive” (Vaz, Raposo e Vairinhos 2016)

⁸⁰ É possível ver o projeto em: “The Lost Palace - Historic Royal Palaces, Londres” (2017) Prémio IXDA Awards: <http://awards.ixda.org/entry/2017/the-lost-palace/> Acedido a 1 de junho 2021.

NFC⁸¹, e os visitantes usavam uns dispositivos de madeira que tinham duas funções: 1) servirem de ‘localizadores’ para despoletar a informação; e 2) funcionarem como controladores com feedback háptico que vibravam conforme os eventos da narrativa, e.g. no momento da execução do rei é criada a sensação de um batimento cardíaco como se estivéssemos a segurar no coração do rei – e quando o rei morre, esta vibração desaparece.



Figura 18 Experiência de Visita imersiva *The Lost Palace* (2016) nos Historic Royal Palaces em Londres. Estes dispositivos de madeira continham etiquetas NFC e vibravam. (IxD Awards 2017).

O uso do som pode ajudar a melhorar a experiência de visita e também pode aumentar a acessibilidade, nomeadamente a pessoas com dificuldades visuais, como aconteceu no The Andy Warhol Museum (Pittsburgh, Pennsylvania, EUA) onde foram criadas reproduções em relevo com uma aplicação designada *Out Loud* (2017)⁸² que contém descrições áudio para invisuais e pessoas com visão reduzida⁸³ apresentado na figura 19. (Gonzalez 2017)

⁸¹Near Field Communication ou Comunicação por campo de proximidade: este sistema funciona por sinal de proximidade entre dois dispositivos, nesta aplicação é usada uma etiqueta tipo chip.

⁸²As reproduções táteis de obras tridimensionais na coleção The Warhol estão instaladas em todo o museu. O aplicativo de áudio gratuito *Out Loud* oferece descrições visuais vividas e narração tátil guiada desses trabalhos, projetados para visitantes invisuais ou de baixa visão.
<https://www.warhol.org/series/warhol-for-all/> Acedido a 1 de junho de 2021 vídeo:
https://www.youtube.com/watch?time_continue=12&v=GFQp7vAFK1k Acedido a 1 de junho de 2021.

⁸³ Desi Gonzalez (2017) “A Path With Choice: What We Learned From Designing An Inclusive Audio Guide” <https://mw17.mwconf.org/paper/a-path-with-choice-what-we-learned-from-designing-an-inclusive-audio-guide/> Acedido a 1 de junho de 2021.



Figura 19 Aplicação *Out Loud* (2017) invisual a interagir com as reproduções e a receber informação áudio (Gonzalez 2017).

Quando incluem percursos narrados, as aplicações de AR podem adquirir a forma de jogo, como no projeto de investigação de Spierling e Kampa, intitulado *SPIRIT Prototype Test: Story Production for AR Interaction Modes* (2016).⁸⁴ Este jogo sério baseado na localização GPS ocorre num forte romano de Saalburg e funciona num tablet, apresentado na figura 20. O jogo tem realidade aumentada integrada com uma narrativa digital interativa. Os personagens são ‘espíritos’ e interagem com o jogador levando-o a percorrer o espaço do museu, tornando a sua visita numa experiência lúdica. (Spierling e Kampa 2017)

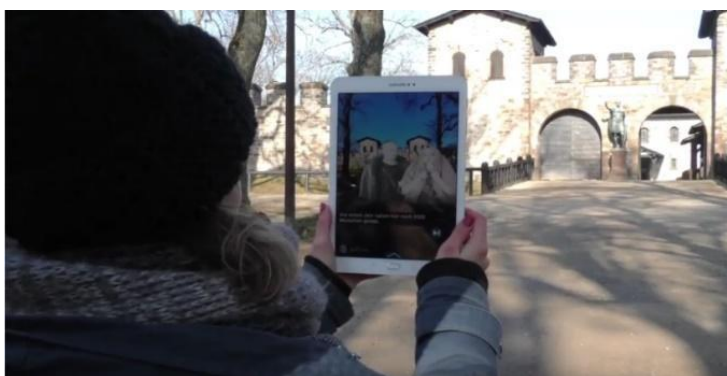


Figura 20 - No projeto SPIRIT é possível fazer um percurso e através de AR encontrar fantasmas do passado que contam as suas histórias de vida. (Spierling e Kampa 2017)

Uma outra tecnologia implementada num museu para dar apoio aos visitantes é o recurso à inteligência artificial. O projeto *The Voice of Art - With Watson* (2017)⁸⁵ é um exemplo onde é possível fazer perguntas a um guia virtual durante a visita ao museu de arte Pinacoteca (São

⁸⁴ Ulrike Spierling e Antonia Kampa (2017) “An Extensible System and Its Design Constraints for Location-Based Serious Games with Augmented Reality” Vídeo do Projeto: <https://www.youtube.com/watch?v=Y9WifNQQOzc> Acedido a 11 de junho de 2021.

⁸⁵ Marcelo Rodrigues (2017) “Pinacoteca de SP e IBM criam exposição interativa com ajuda do Watson”

Paulo), e.g. este responde a questões com linguagem natural do tipo “Quem pintou este quadro?”. (Rodrigues 2017)



Figura 21 O projeto de inteligência artificial The Voice of Art - With Watson permite aos visitantes fazer perguntas sobre as obras expostas (Rodrigues, 2017).

Na próxima secção apresentamos projetos que têm características importantes para criar envolvimento com os visitantes: aplicações que se focam na participação do público para criar relações entre visitantes e estes com os museus, que utilizam estratégias lúdicas para criar entusiasmo nas visitas, e que têm ferramentas que fomentam a criatividade.

1.4 Colaboração, ludificação e criatividade

A colaboração entre visitantes num museu, é uma ação de comunicação que pode ser mediada por uma aplicação. Esta comunicação pode acontecer durante a visita entre visitantes ou através de uma partilha nas redes sociais de conteúdos relacionados com a visita. Estas atividades de partilha são muito importantes para os museus, pois criam envolvimento com o museu e com os seus visitantes. Nas redes sociais na internet são famosas as selfies tiradas nos museus, pois permitem a partilha da experiência vivida, mas também nos tornam parte integrante da obra de arte exposta. Fazendo uso desta constatação o projeto *Van Go Yourself* (2015),⁸⁶ do Laboratório de investigação da Europeana,⁸⁷ possibilita o *download* de várias obras de arte e a reutilização criativa destas mesmas,⁸⁸ permitindo um paralelo entre o real e a obra. Os utilizadores podem inspirar-se nas obras para partilhar um momento criativo, estas imagens estão expostas *online*, e é interessante verificar as diferentes interpretações, como pode ser constatado na figura 22 na fotografia de grupo recriando o quadro da *Última ceia* (1495-1498) de Leonardo Da Vinci.⁸⁹



Figura 22 Quadro da Última ceia (1495–1498) de Leonardo Da Vinci – vangoyourself.com (VanGoYourself: Recreate Artworks with Your Friends 2015).

⁸⁶ O projeto online <https://vangoyourself.com> Acedido a 10 de maio de 2021.

⁸⁷ Grupo Europeana Pro: <https://pro.europeana.eu/> Acedido a 10 de maio de 2021.

⁸⁸ Os utilizadores podem inspirar-se nas obras de arte disponibilizadas no site e recriar as obras através de uma fotografia.

⁸⁹ Página da obra: <https://vangoyourself.com/paintings/the-last-supper/> Acedido a 1 de junho de 2021.

Utilizando esta mesma linha de ação, o projeto online *Rijkstudio* (2014),⁹⁰ do Rijks Museum (Amesterdão), permite guardar os objetos favoritos e manipulá-los com ferramentas de corte e colagem no sentido de inspirar novos trabalhos. Já desde 2015 que é feito um concurso para a melhor criação, como no prémio vencedor de 2017 onde uma pintura foi usada para criar uma viseira para dormir, apresentado na figura 23.

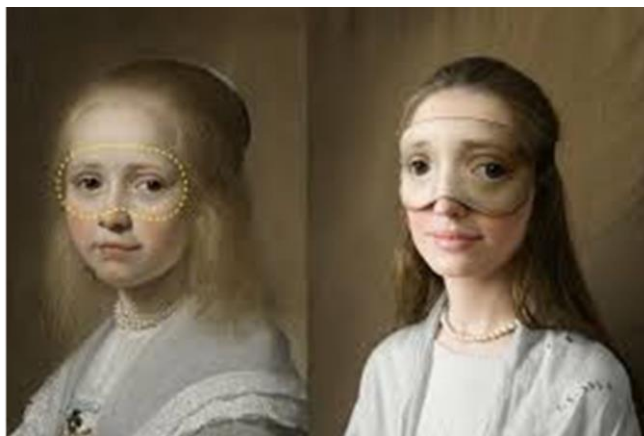


Figura 23 Trabalho vencedor do concurso do Rijkstudio em 2017 (Rijksmuseum 2017)

O Museu de Arte Contemporânea MUDAM⁹¹ (Luxemburgo), desenvolveu uma exposição online *Me, Family* (2020)⁹² que utiliza a câmara do utilizador para criar maior proximidade entre visitantes. Thomas Bytbeier, o seu curador, pretende uma participação massiva dos visitantes. Estes entram com um avatar na exposição e deixam os seus comentários nas obras, como pode ser visto na figura 24. Também é dada uma sensação de presença, pelo facto de poderem entrar outros participantes dando a sensação de estarem no mesmo espaço, ainda que virtual.

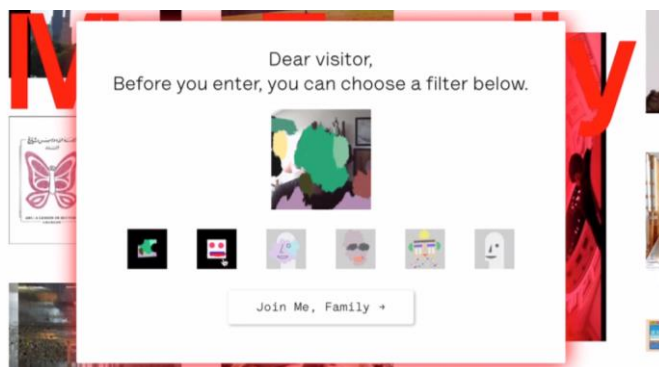


Figura 24 Exposição online *Me, Family* (2020) com a ativação da câmara e criação de um avatar. (Me, Family 2020).

⁹⁰ Página do Rijkstudio: <https://www.rijksmuseum.nl/en/rijksstudio> vídeo do concurso de “Winner of the Rijkstudio Award 2017: Masterpieces Never Sleep!” <https://www.youtube.com/watch?v=IX5PYEkFr8o> Acedido a 1 de junho de 2021.

⁹¹ Página do Museu em: <https://www.mudam.com/> Acedido a 3 de maio de 2021.

⁹² Exposição online: <https://mefamily.mudam.com/>; vídeo da exposição em: <https://www.hoverstat.es/features/me-family> Acedido a 3 de maio de 2021

A AR no museu pode ser acessada por códigos QR associados às legendas e placas informativas das exposições. Estes permitem saber mais informação sobre a obra e obter acesso a imagens oficiais destas, permitindo a partilha de imagens de boa qualidade. Isto é importante para os museus porque ao serem disponibilizadas as imagens oficiais, torna-se possível identificar (através de software) o caminho que estas fazem quando são partilhadas, beneficiando o museu na recolha de informação analítica sobre os interesses dos seus visitantes.

A utilização de conceitos relacionados com a ludificação aplicados à recolha, identificação e partilha de imagens tornam as experiências de visita mais divertidas. Estas ideias foram usadas no Queensland Museum (Austrália) com a aplicação *QuestaGame* (2018),⁹³ onde os utilizadores são convidados a explorar locais e partilhar imagens de aracnídeos com o objetivo de os identificar, apresentado na figura 25. Para tornar a aplicação mais participativa, são promovidos concursos com prémios de entradas grátis. Este projeto envolve as escolas e disponibiliza recursos educativos para os professores. Foi notícia no jornal *online The Telegraph*⁹⁴ pelas suas descobertas que possibilitaram a identificação de novas espécies. Vemos assim, por via destes exemplos/casos, que este tipo de tipo aplicações com ludificação podem ser um estímulo à educação científica.



Figura 25 QuestaGame (2018) é um projeto do Museu de Queensland, onde é possível participar com imagens de aracnídeos e ajudar na sua identificação.

Uma outra abordagem de visita a um museu foi aplicada no projeto do Museu Nacional de Arte da Catalunha (Barcelona) que permitiu a criação de roteiros expositivos personalizados.

⁹³ QuestaGame é um projeto do Museu de Queensland, Austrália: <https://questagame.com> Acedido a 5 de maio de 2021.

⁹⁴ The Telegraph (2018) "Seven New Spider Species Discovered by Hobby Explorers Using New App," de Jonathan Pearlman, em 5 de janeiro de 2018. <http://www.telegraph.co.uk/news/2018/01/05/seven-new-spider-species-discovered-hobby-explorers-using-new/> Acedido a 5 de maio de 2021.

Para isso, foi disponibilizada uma plataforma participativa intitulada *Unique Visitors* (2017),⁹⁵ onde os utilizadores podiam fazer a escolha das obras a fim de definir um percurso, e disponibilizá-lo a outros visitantes através da aplicação, apresentado na figura 26. O museu lançou um concurso para a criação de rotas feitas pelos visitantes onde participaram cerca de 40 curadores não-profissionais. Esta aplicação permitiu demonstrar que os visitantes gostam de fazer visitas livres, sem percursos pré-definidos, e estabelecerem relações invulgares entre objetos. Estas visitas são monitorizadas e são recolhidos dados estatísticos de forma a ser possível entender quais as obras mais selecionadas pelos visitantes e terminologias que estes utilizam para intitular os seus roteiros – estes dados são recolhidos pela aplicação através de dados analíticos que são disponibilizados ao museu.

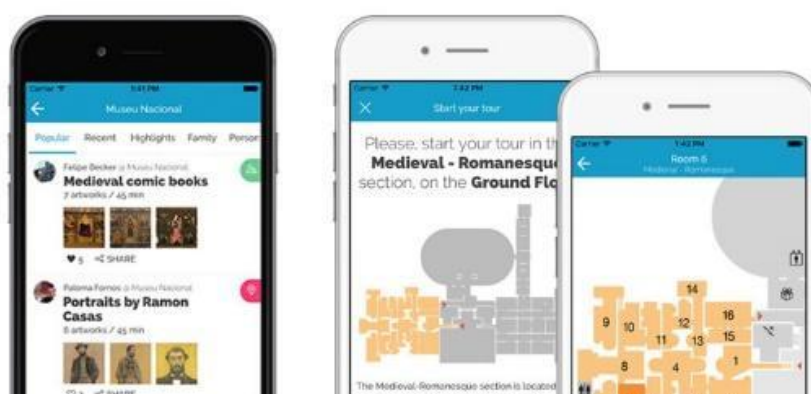


Figura 26 Na aplicação *Unique Visitors* (2017) é possível partilhar roteiros de visita personalizados (Rodà 2017).

O Cleveland Museum of Art (EUA) tem uma área expositiva que permite aos visitantes participarem na exposição de uma forma criativa, e.g. os visitantes ao “imitarem” as posições das esculturas, obtêm uma imagem de uma obra do museu ao lado da sua, como na figura 27 – estas criações podem ser acedidas e partilhadas através do aplicativo *ArtLens 2.0* (2017).⁹⁶ (Blake 2017)

⁹⁵ Concha Rodà (2017), “Concha Rodà interview: Unique Visitors and Participation in Museums” <https://www.youtube.com/watch?v=BbK5RheWrMg> Acedido a 5 de maio de 2021.

⁹⁶ Eduard Blake (2017) “ArtLens: Museum App for the Cleveland Museum of Art” <http://www.edwardblake.net/artlens-20-museum-app/> Acedido a 25 de maio 2021
ArtLens APP (2017) <http://www.clevelandart.org/artlens-gallery/artlens-app> Acedido a 25 de maio 2021 e ARTLENS Gallery | The Cleveland Museum of Art (2017) video: https://www.youtube.com/watch?v=Rs_O-yuYINw Acedido a 25 de maio 2021.

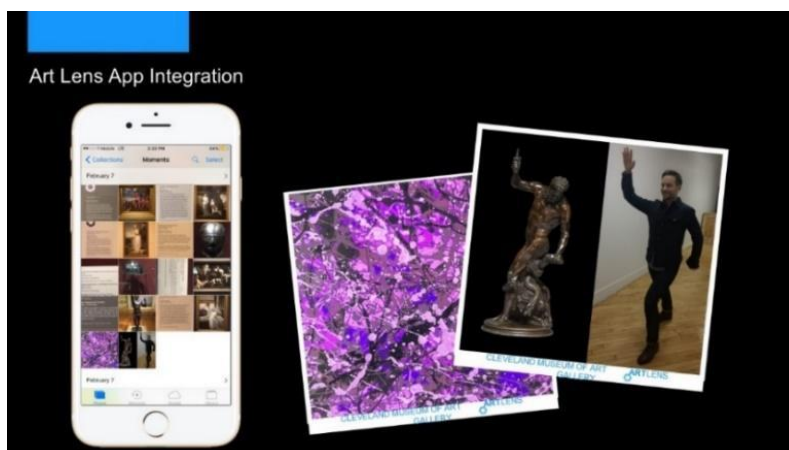


Figura 27 A APP ArtLens 2.0 (2017) permite a integração do telemóvel pessoal com uma aplicação da galeria.

Para a colaboração do público mais jovem, o Museu MOMA (São Francisco, EUA) criou um evento de criação de jogos em AR, intitulado *SFMOMA: Augmented Reality Game Jam* (2018).⁹⁷ Este evento é um *game jam*⁹⁸ de desenvolvimento criativo de jogos num espaço de tempo restrito, e os jogos criados tiveram como objeto de intervenção e inspiração as obras de arte expostas no museu. Este evento procurou explorar o potencial imersivo e criativo da realidade aumentada com os jogos e captou a participação de novos públicos.

Uma forma de captar a atenção do público jovem é através dos jogos online. Como exemplo, apresentamos um projeto do Canada Aviation and Space Museum (Ottawa, Canadá). Trata-se de um jogo de simulação de aviões intitulado *Ace Academy: Black Flight* (2016),⁹⁹ que combina a experiência de jogo de simulação com narrativas históricas em locais da Primeira Grande Guerra, apresentado na figura 28. Este jogo promove o museu online o que pode atrair novos públicos para o museu, além de poder ser usada como uma ferramenta de aprendizagem informal.

⁹⁷ PlaySFMOMA: Augmented Reality Game Jam (2016) <https://www.sfmoma.org/playsfmoma-augmented-reality-game-jam/> Acedido a 10 de maio de 2021.

⁹⁸ Um *game jam* é um encontro de desenvolvedores de jogos para a planificação, conceção e criação de um ou mais jogos dentro de um curto espaço de tempo.

⁹⁹ Ace Academy: Black Flight: <https://ingeniumcanada.org/aviation/whats-on/mobile-app-ace-academy-black-flight.php> Acedido a 10 de maio de 2021.



Figura 28 Imagem do Jogo Ace Academy: Black Flight. (Canada Aviation and Space Museum 2016)

O projeto *Virtual Songlines* (2021)¹⁰⁰ pretende promover o património cultural dos primeiros povos australianos, utilizando uma simulação imersiva interligada com o património virtual, como mostra a figura 29 com a representação de um momento de dança. Apresenta-se como um jogo multijogador, cujo espaço de jogo abrange 50 cidades de diferentes regiões da Austrália. Apresenta uma série de jogos sérios interativos de sobrevivência do património cultural, realidade virtual e experiências de realidade aumentada. Os gráficos 3D são de um grande rigor histórico e científico, e foram realizadas entrevistas para recriar os personagens. Além de poder ser jogado localmente como VR, pode também ser jogado no local através de AR. Os seus criadores, a Bilbie Labs¹⁰¹, são uma empresa financiada por entusiastas e por alguns patrocinadores que acreditam que os jogadores ganham respeito pelo património através da ludificação, mediante as decisões que têm que tomar no jogo, levando-os a aplicar ações de respeito pela tradição. Este tipo de atitudes promovem a divulgação e preservação da cultura do povo australiano.



Figura 29 Imagem exemplificativa de um vídeo 360°, que representa uma cena do jogo *Virtual Songlines* (2020).¹⁰²

¹⁰⁰ *Virtual Songlines* (2021) <https://www.virtualsonglines.org/> Acedido a 10 de maio de 2021.

¹⁰¹ Bret Levy, em entrevista no Museum Next: <https://player.vimeo.com/video/517137466> Acedido a 10 de maio de 2021.

¹⁰² Welcome Ceremony - VIRTUAL SONGLINES (2020) <https://www.youtube.com/watch?v=nF1zE9jAXIU> Acedido a 10 de maio 2021.

Os museus podem usar informação analítica, retirada das aplicações usadas pelos visitantes para melhor conhecer os seus interesses. Este tipo de informação é importante para o desenvolvimento e melhoramento das aplicações móveis, como explica o estudo de avaliação da APP do British Museum (2015) (Londres, Inglaterra). Esta aplicação permite monitorizar as visitas, recolher dados relativos à usabilidade, interatividade e acesso aos conteúdos. Através de dados quantitativos (analíticos retirados da monitorização da aplicação) conjugados com dados qualitativos (como entrevistas nos locais e questionários nos quiosques de entrega dos guias multimédia) foi possível perceber que os utilizadores chineses procuravam os objetos cuja origem fosse a China, pelo que foi assim sugerida uma mudança na entrada da APP para estes utilizadores, onde deveria existir uma sugestão de visita com esta temática.¹⁰³ (Hudelson e Scott-Songin 2017)

A ludificação pode ser usada para promover o património cultural imaterial, como no projeto anterior do *Virtual Songlines* (2020), mas também pode apoiar o património natural e promover a intervenção social. No norte do Brasil, em Belém do Pará, surge o projeto *Mangueira Desejo* (2020)¹⁰⁴. Este projeto utiliza uma aplicação móvel com tecnologia de realidade aumentada que permite ao utilizador escrever uma mensagem numa folha sobreposta à imagem da câmara. Estas folhas virtuais apresentam mensagens com desejos que podem ser consultados a qualquer momento. Esta instalação/intervenção promove a interação social entre visitantes num ambiente virtual. Este exemplo é uma boa demonstração de como o público gosta de participar com as suas ideias, o que nos leva a perceber que este tipo de aplicações promove a comunicação e a criatividade.

Os museus são lugares de inspiração, pois acolhem conteúdos e ambientes que despertam a criatividade. É com esta ideia em mente, que apresentamos as aplicações que se seguem.

O Norton Museum of Art¹⁰⁵ (West Palm Beach, Florida, EUA) desenvolveu uma aplicação *Norton Art+* (2020)¹⁰⁶ que disponibiliza em iPad aos visitantes. Esta aplicação utiliza a

¹⁰³ Natalia Hudelson, Casey Scott-Songin e Han Li (2017) "Our Work Is Never Done: Evaluation And Iteration For A New Audio Guide" <https://mw17.mwconf.org/paper/our-work-is-never-done-evaluation-and-iteration-for-a-new-audio-guide/> Acedido a 10 de maio 2021.

¹⁰⁴ Val Sampaio e Lab Techné (2020) "Mangueira Desejo" <https://mangueiradesejo.com.br/> Acedido a 8 de maio de 2021.

¹⁰⁵ Página do Museu com a experiência Norton +: <https://www.norton.org/events/member-insights-norton-art-10-15-2020> Acedido a 8 de maio de 2021.

¹⁰⁶ Projeto em "Norton Art+": <https://www.youtube.com/watch?v=gGHWyerhMg&t=5s> Acedido a 8 de maio de 2021.

realidade aumentada com o objetivo de ajudar os visitantes a envolverem-se com obras de arte contemporâneas em destaque. Além de fornecer informação sobre o processo artístico dos autores das obras, os visitantes podem criar e instalar novas obras de arte virtuais inspiradas na coleção do museu. A aplicação permite aos visitantes explorar interações únicas adaptadas a seis obras de arte contemporânea. Cada obra permite uma interação diferente, e.g. uma escultura é usada como modelo de interação com o visitante, ou seja, através da AR o visitante “encarna” a obra, e os seus movimentos são acompanhados como se “vestisse” a escultura, como na figura 30. Um outro exemplo traz a possibilidade ao visitante de interagir com um quadro de grandes dimensões com um padrão regular, onde o visitante pode extrair da obra um pormenor e usá-lo para fazer um novo padrão em substituição e guardar a sua composição. No exterior os visitantes ao depararem-se com as esculturas de umas cabeças estilizadas, podem usar os movimentos da sua boca para criarem uma imagem dessa escultura com a boca alterada (em sintonia com o movimento da sua boca) e colocarem essa nova escultura em AR no espaço onde entenderem, depois podem tirar uma foto e guardar nas suas composições. Uma outra interação no exterior permite usar a escultura de uma roda exposta em grandes dimensões que está colocada sobre um espelho de água, este “chão” através da AR transforma-se numa quadrícula de letras. A roda exposta, reduz de tamanho e serve de elemento de jogo. Esta roda serve para percorrer a quadrícula das letras e ir apagando as letras até o utilizador conseguir ficar apenas com as letras que a aplicação lhe indica. Este tipo de atividades concentra a atenção dos visitantes nas dimensões visuais e no processo criativo do artista, e cria uma ligação com os visitantes ao promover a sua própria criatividade e consciência espacial.



Figura 30 Aplicação Norton Art + (2020), utiliza as obras artísticas expostas para criar momentos divertidos e criativos através da AR.

Um outro exemplo vem do Museu de Arte Akron (Ohio, EUA) que durante a pandemia COVID-19 ofereceu ao seu público uma experiência interativa enquanto estavam fechados, com a

aplicação *Interplay: Art Play for All* (2020)¹⁰⁷. O objetivo desta aplicação é envolver o público com uma oferta artística em AR. Na rua, foram disponibilizados cartazes da artista plástica Tillman com um código QR que dava acesso a uma aplicação. Utilizando a sua obra, é possível recriar uma nova composição através de uma experiência de AR lúdica que coloca em ênfase a diversão. A aplicação permite isolar determinados elementos da obra e reorganizá-los numa nova composição. De acordo com Tillman, todo o projeto pode ser visto como uma carta de amor para os cidadãos de Akron, pois grande parte do seu trabalho artístico para o cartaz inclui imagens da cidade que os habitantes locais reconhecerão imediatamente, embora apresentem a perspetiva da artista. Na figura 31 é possível ver uma montagem do funcionamento da aplicação.



Figura 31 Montagem com o funcionamento da aplicação *Interplay: Art Play for All* (2020).

Na secção seguinte são apresentados alguns princípios de design de experiência de jogos. Para isso, vamos colocar no papel dos jogadores para identificarmos os fatores relacionados com o envolvimento e a motivação num espaço de jogo de um museu. Vamos identificar teorias e critérios de design de jogos mobile que contribuem para uma boa experiência de jogo baseado na localização, assim como a inclusão da AR neste tipo de soluções.

¹⁰⁷ Site do museu com a aplicação: <https://akronartmuseum.org/interplay/> Acedido a 8 de maio de 2021.

1.5 O design de jogos e experiência do utilizador

Os jogos têm grande importância nos museus e são muitas vezes disponibilizados nas mesas interativas. São uma forma lúdica de passarem a mensagem e são muito utilizados em museus de Ciência, pois os jogos sérios, como os de simulação, permitem transmitir conceitos difíceis de comunicar, sendo usados como experiências lúdicas para aprendizagem informal. Estes jogos podem estar nos telemóveis dos visitantes e serem usados durante a visita e depois em casa. Vamos apresentar alguns conceitos relacionados com os jogadores, os jogos e a sua envolvência que são fundamentais para o design deste tipo de experiências. Para isso daremos a conhecer autores cujos estudos se relacionam com o design de experiências de jogos.

1.5.1 O jogo como estratégia de envolver o público

Em *Homo Ludens* (1938), Johan Huizinga propõe o jogo como elemento cultural e histórico, afirmando que o jogo é inato ao homem e fundamental à sua evolução: está presente na política, na guerra, no amor, na poesia entre muitas outras coisas. Identifica o jogo como uma atividade livre e participação voluntária, em que aceitar fazer parte do jogo é crucial. Diz que o jogo deve ser ficcional e o seu ambiente é formado por fantasia e os seus jogadores assumem um papel que lhes é proposto pelo jogo. Ele afirma que o jogo deve ter limite de tempo e espaço, e deve assumir um caminho e sentidos próprios que levam à progressão, através de regras a cumprir num espaço. Afirma ainda que o jogo deve ter tensão e incerteza ou acaso, e que a função de um jogo, é alcançar um resultado e imergir o jogador na sua realidade, gerando uma experiência imersiva e relevante para o jogador. Partindo destas características Huizinga, apresenta o conceito de “círculo mágico”, que demonstra o envolvimento do jogador no jogo, alienando-se da realidade:

*“O círculo mágico de um jogo é onde o jogo acontece, pois jogar um jogo significa entrar num círculo mágico ou criar um quando o jogo começa.”*¹⁰⁸

As características dos jogos que os tornam envolventes são fundamentais no âmbito da nossa tese, uma vez que iremos usar os jogos como estratégias para envolver os visitantes com os objetos dos museus, o que nos leva a um conceito fundamental do nosso estudo – a

¹⁰⁸ Esta obra de Huizinga tem servido de suporte teórico a vários autores nos estudos dos jogos, pois considera o Homem desde os primórdios um ser lúdico que brinca, simula e joga (Montola 2005, 1; Blythe e Wright 2018, 262)

ludificação. A ludificação consiste no uso de mecânicas e dinâmicas de jogos para, por exemplo, envolver pessoas, resolver problemas, melhorar a aprendizagem, motivando ações e comportamentos em ambientes fora do contexto de jogos. O seu objetivo é o envolvimento e a motivação, é despertar a curiosidade, propondo desafios e recompensas. Algumas das vantagens da ludificação consistem em tornar os conteúdos complexos mais fáceis de assimilar, em ajudar na solução de problemas e transformar tarefas obrigatórias em atividades mais envolventes. As aplicações que utilizam estratégias de ludificação utilizam o registo do desempenho dos jogadores para que estes possam analisar o seu desempenho e com isso despertar o seu interesse por determinada atividade. Para que a gamificação tenha sucesso, a solução criada deve ser desafiadora o suficiente para motivar e manter o interesse dos participantes, mas não pode ser difícil demais que os faça desistir (Morschheuser et al. 2017).

É por isso importante entender como funciona o envolvimento e a motivação dos visitantes e identificarmos as estratégias de design da experiência que correspondem a essas características. O envolvimento que referimos tem como origem a palavra inglesa *engagement* e apresenta as seguintes características de acordo com Rodley (2021) que se apoia na sustentação teórica ao nível da psicologia de Csikszentmihalyi.

- “O envolvimento é autodirigido”¹⁰⁹. Rodley explica que como designers da experiência podemos desenhar espaços ou aplicações que encorajem à aprendizagem, mas não podemos forçar as pessoas porque a sua motivação para a aprendizagem é intrínseca e voluntária. O autor apoia-se em Csikszentmihalyi que entende que a motivação para a aprendizagem é um factor intrínseco e voluntário, contrariando a motivação para a aprendizagem escolar que dá relevância às classificações dos estudantes por ser um factor extrínseco.
- “O envolvimento requer um esforço consciente”¹¹⁰. Rodley considera que isto acontece porque a mente humana está preparada para prestarmos atenção ao que nos rodeia, por uma questão de sobrevivência, pelo que é difícil ter uma atenção focada. Csikszentmihalyi considera que “a atenção é um recurso escasso - talvez o recurso mais precioso e escasso que existe” Nesse sentido, devemos encontrar estratégias que orientem a atenção das pessoas.

¹⁰⁹ Traduzido do original: Engagement is self-direct.

¹¹⁰ Traduzido do original: Engagement requires conscious effort.

- “O envolvimento é ativo”¹¹¹. Rodley explica que o dicionário de Oxford define ‘engagement’ como a ação de atrair e manter a atenção ou o interesse¹¹², pelo que se pode entender como sendo um processo ativo. Nesse sentido é necessário no design da experiência ter ações de reforço da mensagem e de chamadas de atenção do visitante.
- “O envolvimento traz satisfação”¹¹³. É do senso comum que a aprendizagem deve satisfazer o indivíduo e ser agradável, o que não quer dizer que tenha que ser necessariamente divertida. O que para um designer de experiências como Rodley poderá se traduzir no reconhecimento de que as experiências que trazem satisfação podem não ser divertidas. Este autor apoia-se em Csikszentmihalyi que considera que uma experiência autotélica significa “feito não na expectativa de algum benefício futuro, mas simplesmente porque o fazer em si mesmo é a recompensa. Uma experiência autotélica é satisfatória por direito próprio, não por causa de quaisquer fatores externos”¹¹⁴.
- “O envolvimento traz mudança de comportamento”¹¹⁵. Rodley considera que esta é talvez a parte mais vaga destas diferentes características do envolvimento. E questiona por que razão estão os designers tão preocupados com esta questão? Responde que isso talvez seja porque pelos resultados esperados como: o esforço consciente, a motivação intrínseca, a atenção focada e a satisfação têm o poder de transformar. Esta ideia de “transformar” é muitas vezes um dos objetivos do designer da experiência, isto porque na maioria das vezes quando um designer é chamado a “agir”, esta noção está presente.

Para muitos museus, a palavra "transformar" está na sua missão, isso é porque consideram importante uma intenção de mudança, evidentemente para melhor. Pelo que podemos afirmar que os designers da experiência procuram o envolvimento do público com a exposição, ou seja, significa criar uma experiência ao visitante de transformação. (Rodley 2021)¹¹⁶

¹¹¹ Traduzido do original: Engagement is active.

¹¹² Traduzido do original: "to attract and hold fast of attention or interest"

¹¹³ Traduzido do original: Engagement is satisfying.

¹¹⁴ Traduzido do original: "done not in the expectation of some future benefit, but simply because the doing itself is the reward. An autotelic experience is satisfying in its own right, not because of any external factors".

¹¹⁵ Traduzido do original: Engagement changes you

¹¹⁶ Ed Rodley (2021).” Untying the Gordian Knot of “Engagement”” from MuseumNext on Vimeo., from Museum Next website: <https://player.vimeo.com/video/513483806> Acedido a 5 de maio de 2021.

Para haver transformação, os designers da experiência precisam de desenhar estratégias de gamificação com dinâmicas que cativam o público, e que os mantenha interessados na atividade. Esta deverá criar uma ligação emocional de forma voluntária. Para cativar é necessário motivar. A motivação é uma característica intrínseca de tudo o que impulsiona alguém a realizar uma ação, e é fundamental para a realização de uma qualquer atividade. Há diferentes tipos de motivação conforme se destinam uma ação boa que se traduz no bem-estar e uma ação menos boa, mas necessária. A motivação pode ser *intrínseca* ou *interna*, própria da personalidade do indivíduo ou *extrínseca* ou *externa*, que parte do ambiente e das situações que envolvem o indivíduo.

Além de se considerar a motivação e o envolvimento pessoal na construção da gamificação é importante levar em conta todos os estímulos que motivam os visitantes. A gamificação consiste em utilizar elementos comuns aos jogos em situações que não tenham a finalidade de apenas entreter. Desta forma, é preciso entender que elementos são estes, como funcionam e como podem ser utilizados nas mais diferentes estratégias.

1.5.2 O que procuram os visitantes nos jogos

Neste sentido, antes de implementar a gamificação numa aplicação, é importante entender como esta técnica influencia o comportamento das pessoas. Os jogos despertam certos comportamentos e atitudes dos participantes, especialmente para atingirem o objetivo proposto pela dinâmica. Bartle (1996) identificou uma taxonomia de quatro tipos de jogadores, relativo a um modelo axial, usando dois eixos para expressar a preferência pela maneira como jogam, se gostam de agir ou interagir com o mundo ou com os outros jogadores (Figura 32).

- Predadores (*Killers*): Jogadores que utilizam a competição para agirem sobre os outros jogadores procurando dominá-los, atacando-os ou criando-lhes dificuldades.
- Conquistadores (*Achievers*): O principal objetivo deste tipo de jogadores é a acumulação de força, fundos, objetos, artefactos e outros recursos e benefícios proporcionados pelo jogo.
- Exploradores (*Explorers*): Este tipo de jogadores tentam aprender a realidade do jogo e os seus segredos o melhor possível. As batalhas e ações para eles são secundárias.

- Socializadores (*Socializers*): Este tipo de jogadores esforçam-se por comunicar com outros participantes, e colaboram entre os jogadores para juntos, alcançarem a meta. Pretendem uma interação social e a compreensão mútua.¹¹⁷ (Bartle 1996)

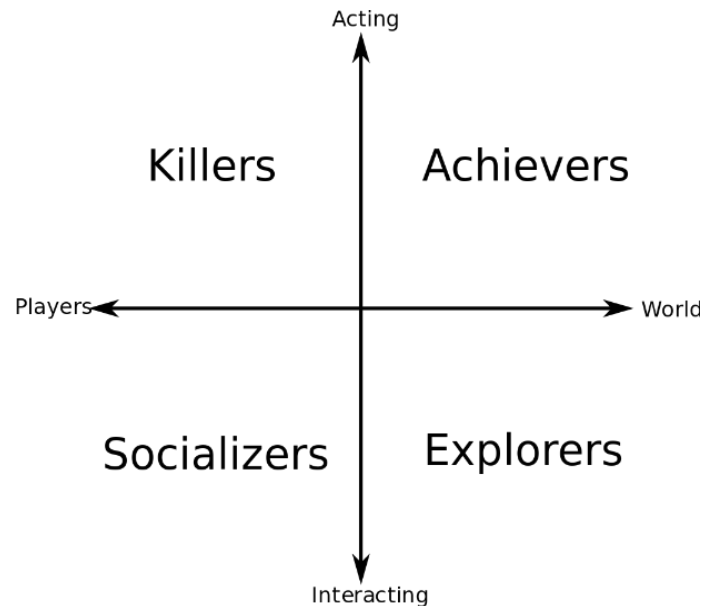


Figura 32 Modelo taxonómico de Bartle.¹¹⁸

Esta tipologia é importante pois permite identificar perfis. No entanto, podemos ter mais que um perfil ou mesmo todos num só jogo. Ao percebermos o perfil do jogador, podemos direcionar as mecânicas e as regras para motivar o jogador. Neste sentido, a gamificação leva em consideração teorias de ramos como a psicologia, neurociência, antropologia, sociologia e pedagogia para desenvolver métodos para incentivar comportamentos e ações dos jogadores. Num museu, o jogo deverá ter uma finalidade lúdica, pois tem como objetivo o estímulo de determinados comportamentos e a comunicação de conteúdos programáticos provenientes da exposição, pelo que poderão estes jogos estar mais direcionados para perfis relacionados com os conquistadores, exploradores e socializadores.

Há vários estudos que ajudam no mapeamento dos tipos de personalidades dos jogadores, como o modelo Hexad, de Marczewski, que identifica o tipo de jogadores de acordo com a sua motivação (figura 33). Um estudo de Tondello (2016) relaciona este modelo como base de estudo para avaliação de públicos e relaciona-os com os elementos de design de

¹¹⁷ Richard Bartle (1996), "Hearts, Clubs, Diamonds, Spades: Players Who Suit MUDs," Journal of MUD Research vol. 1, <http://mud.co.uk/richard/hcnds.htm> Acedido a 5 de maio de 2021.

¹¹⁸ Creative Commons CC0, 1.0 Universal Public Domain Dedication - "File:Character theory chart" https://en.wikipedia.org/wiki/File:Character_theory_chart.svg#filelinks Acedido a 5 de maio de 2021.

experiências, concluindo que para esta análise deve ser usado um vocabulário que seja familiar e contextualizado e considera este modelo válido para analisar as preferências dos jogadores no design de jogos.¹¹⁹ (Tondello et al. 2016)

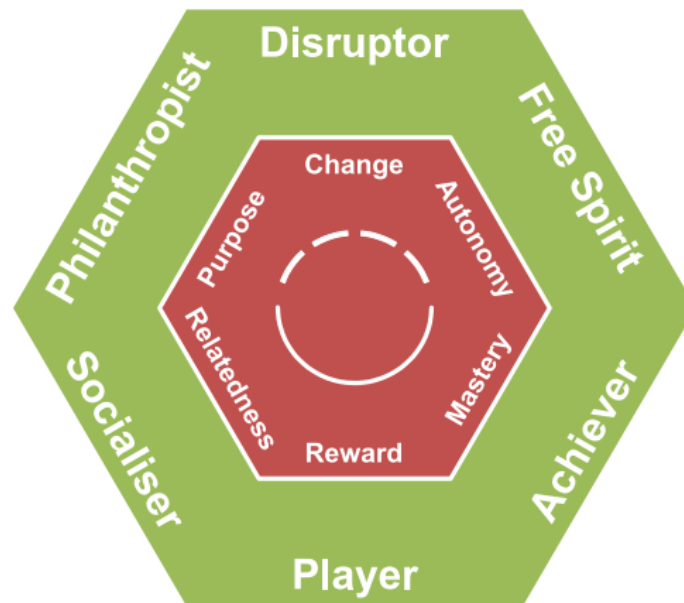


Figura 33 - Modelo dos tipos de personalidades dos jogadores - Hexad © Andrzej Marczewski 2016

Um outro estudo importante é a *framework* Octalysis,¹²⁰ criada por Yu-Kai Chou, criada após 17 anos de estudos por este especialista em gamificação. Esta apresenta informação na área do design comportamental e está organizada em oito pontos, as unidades da direita, são motivações intrínsecas e estão relacionadas com a criatividade, autoexpressão e aspetos sociais, e as unidades da esquerda, são motivações extrínsecas e são mais associadas à lógica, cálculos e propriedade, apresentado na figura 34.

¹¹⁹ Para saber mais sobre o modelo Hexad, consultar Tondello et al. (2016.)

¹²⁰ A *Octalysis: Complete Gamification Framework* encontra-se disponível em <https://yukaichou.com/gamification-examples/octalysis-complete-gamification-framework/>. Acedido a 8 de maio de 2021.



Figura 34 Framework Octalysis (traduzida para português pela autora da imagem)¹²¹

1. Significado Épico: É o motivo e o entusiasmo que leva as pessoas a interagir no jogo, como a dedicação num determinado jogo ou serviço.
2. Desenvolvimento e Realização: Relaciona-se com a motivação em desenvolver e completar um desafio, materializa-se nas evoluções e conquistas nos jogos.
3. Empoderamento, criatividade e feedback: É a possibilidade de envolver as pessoas num processo criativo e de receber comentários, estas atividades geram alegria e realização pessoal.
4. Propriedade e posse: É a motivação em ter algo na sua posse, pode ser em personalizar, customizar ou conquistar algo.
5. Influência Social: Relaciona-se com os elementos sociais que impulsionam as pessoas, como as relações pessoais e o trabalho em grupo.
6. Escassez e Impaciência: É a motivação para alcançar os nossos desejos, que se prende com a dificuldade em adquirir algo ou chegar até a um objetivo.
7. Imprevisibilidade e Curiosidade: É a necessidade de saber o que irá acontecer a seguir, este impulso é motivado quando existe a possibilidade de ganhar uma recompensa.
8. Perda e Prevenção: Este ponto é motivado pelo medo de perder algo ou evitar que algo negativo aconteça, pode ser uma perda de tempo, esforço, dinheiro ou outros recursos.

¹²¹ Parte da imagem retirada do Blog CATARINAS <https://catarinasdesign.com.br/octalysis-um-framework-para-gamificacao/> Acedido a 5 de maio de 2021

Estes pontos enumerados em cima, são importantes para o design de experiências com jogos, e servem de guia para validar experiências lúdicas em museus.

Uma outra fonte relevante é a análise dos componentes que constroem o jogo, a *framework* MDA (figura 35). Quando se aborda o conceito de jogo nesta *framework*, referimo-nos ao artefacto e ao conteúdo deste. Esta permite analisar as aplicações que incluem experiências de jogo através de três dimensões interligadas através de um processo de emergência: mecânica, dinâmica e estética. Cada componente pode ser considerada como uma "lente" ou uma "vista" do jogo - separada, mas causalmente ligada (Hunicke et al. 2004, 2). A mecânica está relacionada com as regras do jogo, consistindo em todas as condições necessárias para que dinâmicas particulares surjam. A dinâmica é a mecânica em tempo de execução, consistindo no seu comportamento, nas ações que ocorrem em determinado tempo no jogo e que são influenciados pelo jogador. A estética surge da dinâmica, no sentido de que são respostas emocionais do jogador quando experimentam a dinâmica do jogo. Em termos práticos pode-se explicar que num jogo de xadrez, as mecânicas de movimentação das peças e de captura das mesmas pode gerar dinâmicas de estratégias que, por sua vez, incitam a experiência estética do desafio entre os jogadores. O jogo em si é observado por perspectivas opostas, a do designer (que concebe o jogo) e a do jogador (que o joga). Do ponto de vista do designer, a mecânica dá origem a um comportamento dinâmico do sistema, o que por sua vez conduz a experiências estéticas, por outro lado, a partir do ponto de vista do jogador, a estética dá o tom, que tem origem na dinâmica que é observável e, eventualmente, numa mecânica operável. O designer e o jogador têm perspectivas diferentes do jogo. Quando se desenvolve um jogo é importante considerar estas duas visões, pois uma pequena mudança num dos lados pode influenciar toda a jogabilidade, esta visão é explicada na figura seguinte.

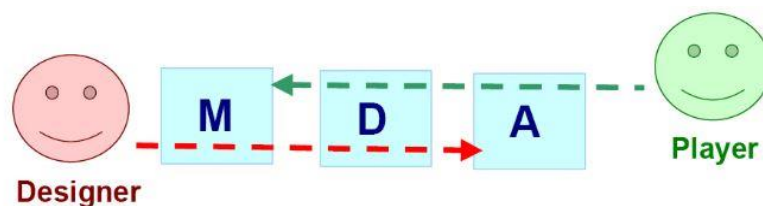


Figura 35 O diagrama explica a perspectiva de observação de jogador e do designer e as componentes do jogo M(mecânicas), D(dinâmicas) e A(estéticas) (Hunicke et al. 2004).

Mas o que para os autores torna um jogo divertido são 8 elementos:

1. Sensação: Jogo como prazer dos sentidos.
2. Fantasia: Jogo como faz-de-conta.
3. Narrativa: Jogo como drama.
4. Desafio: Jogo como corrida de obstáculos.
5. Sociedade: Jogo como modelo social.

6. Descoberta: Jogo como território inexplorado.
7. Expressão: Jogo como autoconhecimento;
8. Submissão: Jogo como passatempo.

O design do jogo procura: “múltiplos objetivos estéticos, em graus variados” ¹²² (Hunicke et al. 2004, 2) que ajudam a definir as dinâmicas e as mecânicas dos jogos. No entanto, como já explicado, é necessário que haja envolvimento com o jogo para haver diversão. Neste modelo, podemos juntar à experiência do jogo. As dinâmicas e mecânicas conjugadas é que nos irão proporcionar as experiências desejadas. Podem ser do tipo:

1. O desafio (dinâmica desejada), que se relaciona com a pressão do tempo e a jogada do adversário (mecânica que dá resposta).
2. Criação de uma sociedade (dinâmica desejada), que tem haver com a divisão de recursos, troca de informações e elaboração de estratégias para alcançar um objetivo maior, que não seria possível sozinho (mecânica que dá resposta).
3. A expressão do jogador (dinâmica desejada), que se relaciona com a personalização das personagens, interação com o ambiente do jogo e seus habitantes (mecânica que dá resposta).
4. A narrativa do jogo (dinâmica desejada): história ou roteiro com alguma tensão dramática, com um bom desfecho e final emocionante (estética desejada).

Raul Busarello (2016) aponta para quatro características de mecânicas dos jogos que são essenciais para o desenvolvimento de uma experiência com base em gamificação: a *meta* (o que motiva a ação na dinâmica); *regras* (que definem o comportamento dos jogadores e estabelecem o grau de dificuldade); um *sistema de feedback* (para que o jogador avalie seu progresso); e a *participação voluntária do jogador* (que aceita a aplicação de todos os outros itens e participa no jogo por vontade própria). (Busarello 2016, 73-76)

Gabe Zichermann e Christopher Cunningham (2011) consideram que as mecânicas de um jogo são compostas por várias ferramentas que têm a capacidade de produzir o envolvimento dos jogadores. (Zichermann and Cunningham 2011)

Alguns elementos dos jogos podem ser aplicados em técnicas de gamificação, tais como:

1. O uso do *storytelling* (arte de contar uma história), sem perder o objetivo da ação: esta estratégia conduz a uma maior empatia e envolvimento com a atividade.

¹²² Traduzido do original: “*multiple aesthetic goals, in varying degrees.*” (Hunicke et al. 2004, 2)

2. A personalização da personagem do jogo: o avatar é a representação visual do jogador, este elemento pode ser do próprio ou um ou vários personagens.
3. Desafios, conquistas e missões: estas são dinâmicas importantes para manterem o interesse no jogo, para além de trazerem os conteúdos propostos pela estratégia. Para funcionarem, é necessário equilibrar o grau de dificuldade, pelo que o jogador deve acreditar no sucesso, senão desanima e perde o interesse. O ser fácil demais, pode levar o jogador a abandonar o jogo. Este equilíbrio é necessário para não frustrar o jogador, e é necessário ter em conta a importância do conhecimento prévio para o avanço na missão. Como estratégia é usual o aumento da dificuldade gradual.
4. Recompensa/Prémio: nos jogos é fundamental um sistema de recompensa, a cada ação positiva do jogador deve ser compensada com algum tipo de bónus, pode ser o colecionar um objeto de interesse, ou algo que permita o jogador avançar na missão e identificar a progressão no jogo. Por vezes é dado um incentivo em forma de pontos, medalhas ou moedas de troca. Estes podem estimular o jogador a avançar. Uma outra forma de recompensa pode ser a exposição e progressão num ranking. A inexistência deste tipo de *feedback* por parte do jogo, pode fazer o participante perder o interesse, ou sentir que o seu tempo foi mal gasto.
5. Progressão ou *feedback* Instantâneo: a sensação de progredir no jogo é fundamental para manter o entusiasmo, pode ser alcançado pela superação de desafios ou avanço nos níveis. Deve ser dado um *feedback* positivo que reforce a aprendizagem. Pode ser apresentada esta progressão de modo que o jogador avalie o seu desempenho.
6. Competição e Ranking: estas mecânicas de jogo podem ser utilizadas como fator de motivação, e sendo uma demonstração da vitória ou derrota. Podem ser usadas entre jogadores de uma forma competitiva ou colaborativa para garantir a progressão. A utilização de um sistema de ranking, pode ajudar a melhorar o desempenho do jogador. No entanto, há um factor de risco, quando esta se aplica num contexto educativo, pois pode tornar-se numa competição tóxica e pode criar angústia aos jogadores.

Voltando à *framework* MDA, a relação entre estes componentes (M(mecânicas), D(dinâmicas) e A(estéticas)), observados sob o ponto de vista do designer e do jogador, criam pistas de análise dos jogos, pois pensar sob o ponto de vista do jogador incentiva ao design orientado para a experiência do utilizador. Neste sentido, o jogador nunca experimenta verdadeiramente as mecânicas do jogo porque, embora possa ter total entendimento da sua existência, estas não são experienciadas, apenas são experimentadas através das dinâmicas. O jogador só experimenta a dinâmica do sistema. Da mesma forma, o designer nunca acede verdadeiramente à estética (experiência do jogo), porque esta ocorre apenas

ao nível das sensações do jogador. Tanto o jogador quanto o designer só podem fazer suposições sobre o que acontece no lado do outro. No entanto, num processo de design de um jogo, o jogador deverá ser o centro do processo de design. Ferrara (2012) explica que a experiência do utilizador (UX) e o design da experiência de jogo (GX) estão na mesma área de estudo - o design da interação pessoa-computador (HCI). Estas áreas partilham muitas características comuns tais como teoria, objetivos, métodos ou práticas. Ambas estão preocupadas com a forma como o utilizador se relaciona com a tecnologia e a qualidade da experiência. No entanto, desde os anos 60, o jogo e a conceção de sistemas foram seguindo caminhos diferentes que só recentemente e lentamente se cruzaram em disciplinas correlacionais.¹²³

1.5.3 Os jogos envolvem os visitantes com o museu e os seus objetos/artefactos

Interessa entender a aplicabilidade da *framework* MDA, referida na secção anterior, no caso dos jogos baseados na localização. Estes jogos são definidos por Jacob e Coelho (2011) como jogos:

que utilizam a localização física do jogador, geralmente através de um módulo sensor GPS, como entrada ou como base para a geração do nível do jogo ou acesso a informações específicas de localização (tais como mapas, tempo, ou serviços baseados na localização). Devido aos requisitos de conectividade, estes jogos impõem-se frequentemente; estão quase exclusivamente disponíveis em plataformas móveis. (Jacob e Coelho 2011,1.2)

Para Montola et al., estes jogos pervasivos são “definidos como um jogo que tem uma ou mais características que se salientam e que expandem o círculo mágico contratual na jogabilidade social, espacial ou temporalmente” (2009, 12),¹²⁴ pois o espaço do jogo não envolve apenas o corpo do jogador, mas o espaço geográfico onde ele se encontra. Os jogos pervasivos exploram os limites do círculo mágico, e tipicamente são jogados em áreas fisicamente sem restrições ou indefinidas, onde os jogadores se deparam constantemente

¹²³ Traduzido do original: “User experience (UX) and game experience (GX) design originate from the same family of human-computer interaction (HCI) and thus share many common characteristics such as theory, objectives, methods or practices. Both realms are concerned with the quality of a person’s experience in dealing with technology. However, since the 1960s game and system design were going different ways which only recently and slowly crossed each other in correlating disciplines”. (Weber 2016, 16)

¹²⁴ Traduzido do original: “pervasive games are defined as: one or more salient features that expand the contractual magic circle of play spatially, temporally, or socially” (Montola et al. 2009,12).

com não jogadores potencialmente inconscientes do jogo em curso. Quando se acrescenta ao espaço físico do jogo conteúdos virtuais (ou vice-versa), apenas visíveis para os jogadores, os jogos criam um espaço encantado com propriedades desconhecidas que podem decorrer durante períodos de tempo mais longos, aumentando a dimensão espacial do jogo, misturando atividades lúdicas com atividades quotidianas, resultando numa situação algo controversa em que a distinção entre jogadores e não jogadores nos contextos em que o jogo acontece se torna confusa. Esta situação pode retirar concentração no jogo, pelo que Jegers (2007),¹²⁵ alerta para a importância de existir uma forma do jogador fazer a transição entre os diferentes momentos do jogo. Uma dessas possibilidades é a utilização da AR num LBG, pois pode ajudar na deteção dos pontos de interesse, sobrepondo informação sobre o ambiente físico (Weber 2016, 175).

Nos jogos que contém AR podem ser identificadas as seguintes características: 1) As ações realizadas no ecrã são incorporadas ao ambiente tradicional e visualizadas no momento através da utilização de tecnologias computacionais incorporadas, que permitem a manipulação de dados metafóricos. No ecrã, a realidade é complementada e eventualmente substituída através de uma interação que utiliza a manipulação natural de coisas e objetos físicos. 2) O espaço físico ganha uma nova importância, pois os objetos obedecem às leis do espaço físico, mas é possível a sua manipulação digital, pelo que assumem um duplo significado. Pois são ambos objetos fora do mundo do jogo, mas ao mesmo tempo são objetos do mundo do jogo. Alguns investigadores como Carmigniani (2010, 352) argumentam que a AR pode não se limitar a imagens e gráficos virtuais, mas pode ser alargada para aumentar o som, o olfato ou o tato.

Os jogos com AR, seguem alguns princípios dos jogos como a teoria de *flow* de Csikszentmihalyi (2008) que ajuda a identificar critérios para uma ótima experiência de jogo mobile. É definida por 8 critérios: 1) tem tarefas desafiantes, 2) toma a concentração total do jogador, 3) o jogo tem objetivos realizáveis, 4) o jogo fornece *feedback* imediato, 5) o jogador tem um certo grau de controlo da tarefa, 6) oferece sentimentos misturados entre consciência e ação do jogador, 7) fornece um sentimento de menos autoconsciência do jogador, e 8) o jogador tem um sentido alterado do tempo. No entanto, Jegers (2007) considera que quando acrescentamos como espaço de jogo o mundo real, como nos jogos pervasivos, alguns destes critérios têm que ser alterados. Isto porque jogar no mundo real, onde a atenção do jogador é desafiada por influências contextuais (o espaço físico e as pessoas que circulam),

¹²⁵ Kalle Jegers (2007) "Pervasive Game Flow: Understanding Player Enjoyment in Pervasive Gaming"

pode destruir a experiência de fluxo (nos critérios 2, 6 e 7). Em vez disso, os jogos baseados na localização fazem cumprir o contrário - os jogadores devem tornar-se mais conscientes do seu ambiente (alterados os pontos 2 e 6), em oposição à retirada de consciência do ambiente exterior ao jogo (alterado o ponto 7) (Jegers 2007).

As principais motivações de um LBG com AR são a exploração do local, a aprendizagem sobre o espaço e a narrativa, a curiosidade sobre os objetos em AR e a informação adicionada. Nestes jogos está presente a socialização, sendo que esta pode-se estender à participação com introdução de novos conteúdos ou a criação de novos, alterando a realidade.

Para Jessika Weber (2016), os jogos baseados na localização aplicados ao turismo apresentam características próprias que se relacionam com vários momentos de jogo. Refere que “a jogabilidade não está no centro das viagens, mas pode ser vista como um veículo de cocriação, partilha de experiências e de aprendizagem colaborativa, exploração e diversão.”¹²⁶ Estas experiências de jogo são influenciadas por múltiplos fatores, o que determina níveis de envolvimento diferentes conforme os vários momentos e jogadores envolvidos. Weber identificou seis níveis diferentes de envolvimento: 1) envolvimento emocional, 2) envolvimento lúdico, 3) envolvimento através da narrativa, 4) envolvimento pelo espaço envolvente, 5) envolvimento social e 6) envolvimento pela realidade mista.¹²⁷ Este estudo identificou que as principais motivações para o jogador de um jogo de AR baseado na localização são: a exploração e a aprendizagem sobre o local, a curiosidade sobre a inovação tecnológica e a socialização com outros jogadores. Identificou os princípios orientadores para o design numa *framework*. Nessa tabela são identificados três tipos de pontos de vista a ser observados: o jogador, o jogo, e o contexto de jogo. Weber refere que essa tabela poderá ser aplicada noutros contextos, nomeadamente em espaços museológicos. (92) Nesse sentido, a nossa tese assemelha-se à de Weber, mas neste estudo será utilizado um contexto diferente e um novo aspeto, o envolvimento com o objeto museológico.

No próximo capítulo, apresentamos uma ferramenta de investigação, que se materializou num questionário online, com o objetivo de perceber a perceção do público para a utilização de Jogos com AR no contexto dos museus.

¹²⁶ Traduzido do original: “Gameplay is not at the centre of travel but can be seen as a vehicle for co-creative, shared experiences of collaborative learning, exploration and fun.” (Weber 2016, 222)

¹²⁷ Traduzido do original: “The creation of engaging experiences between players, the game and the tourism context is related to six identified engagement characteristics; emotional engagement, ludic engagement, narrative engagement, spatial engagement, social engagement and mixed reality engagement.” (IV)

2. METODOLOGIA

A metodologia adotada nesta investigação utilizou ferramentas de investigação próprias do *Design Based Research* (DBR), esta é suficientemente flexível para que possam ser usadas diferentes ferramentas de investigação, desenhadas conforme vai decorrendo o estudo. Foram usadas ferramentas que se apoiaram no estado da arte, como a realização de um inquérito online com o objetivo de conhecer a perceção do público em relação à utilização da AR em museus. O questionário foi sendo aprimorado à medida que decorria a investigação com os casos práticos, e foi testado com o grupo de museólogos que participaram nos casos de estudo. Na sua fase de testes, permitiu perceber a perceção da equipa do museu em relação à utilização destas tecnologias antes de iniciar o processo de criação de uma solução. Esta ação apoiou esta investigação na recolha e análise de dados quantitativos.

Esta investigação utilizou a prática para gerar conhecimento, e a metodologia implementada nos casos de estudo, teve linhas de investigação doutoral baseada no DBR descritas por Janice Herrington (2007). A sua implementação organizou-se segundo as quatro fases de Reeves (2006) (figura 36).¹²⁸ (Herrington et al. 2007,4)



Figura 36 - Fases da investigação aplicada nos casos de estudo.

A fase 1 - Análise está relacionada com o estudo do problema por investigadores e outros participantes que estão envolvidos no processo criativo.

A fase 2 - Desenvolvimento da proposta está relacionada com a solução que responde aos princípios de design, às técnicas de inovação e à colaboração de todos os participantes.

A fase 3 - Ciclos iterativos de aplicação e refinamento da solução com os participantes.

A fase 4 - Reflexão e análise de dados no sentido de produzir Princípios de Design e melhorar a implementação da solução.

Segue a explicação de como se materializou cada uma destas fases na investigação em curso.

¹²⁸ Janice Herrington, Susan McKenney, Thomas C. Reeves e Ron Oliver (2007) "Design-based research and doctoral students: Guidelines for preparing a dissertation proposal", 4.

2.1 Fase 1. Análise

Análise do problema por investigadores, utilizadores, e/ou demais sujeitos envolvidos

O problema desta investigação aponta para uma solução de carácter tecnológico em todo o seu processo: criação, desenvolvimento e sua implementação. As questões de investigação emergiram do problema:

Como podem os jogos baseados na localização, e integrando realidade aumentada, promover experiências lúdicas em espaços museológicos?

O foco da investigação permaneceu na área da resolução do problema, em vez de se centrar em responder a uma determinada questão por interação.

No sentido de melhorar o entendimento do problema, foram realizadas visitas exploratórias em museus internacionais, com o objetivo de experienciar e interagir com aplicações móveis que utilizam sistemas de localização digital, como GPS e *beacons*. Foi necessário identificar como é que o visitante age de forma colaborativa com quem o acompanha e foram feitas entrevistas e reuniões com as equipas de especialistas nas áreas das tecnologias, museologia e design de interação.

Estabeleceu-se contacto com a Galeria da Biodiversidade da U. P. para servir de espaço de acolhimento desta investigação, onde as fases seguintes se puderam concretizar.

2.2 Fase 2. Desenvolvimento de proposta

Desenvolvimento de proposta de solução responsiva aos princípios de design, às técnicas de inovação e à colaboração de todos os envolvidos.

Esta fase permitiu uma definição preliminar dos princípios que orientam o design de interação do projeto de investigação *Play the Museum*. E teve como objetivo principal, o desenvolvimento de um protótipo de uma aplicação móvel de apoio à visita da Galeria da Biodiversidade (GB). A metodologia adotada é a de design *thinking*. Que se apresenta em 3 fases: Entender, Explorar e Materializar. A cada uma destas fases correspondem várias etapas. O projeto *Play the Museum* divide-se em sete etapas (figura 37).

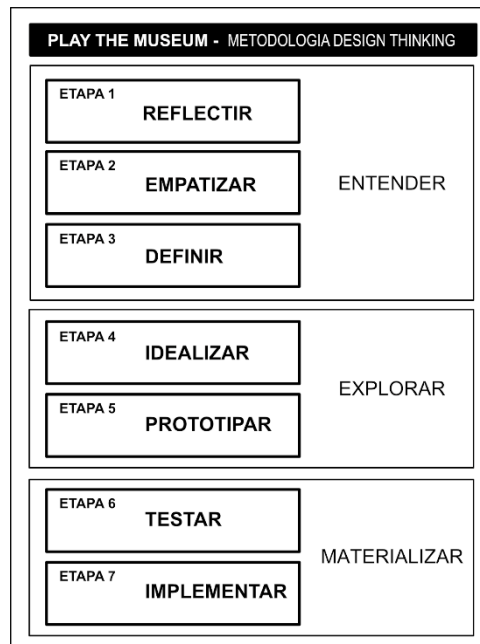


Figura 37 - Metodologia de Design *Thinking* - Play the Museum organizadas em 3 etapas e 7 fases que materializam o processo de investigação

Na fase *entender*, temos três etapas:

1. A primeira é *refletir*, onde é feita uma análise de requisitos com base no estado da arte e nos casos de estudo preliminares.
2. A segunda é *empatizar*, que estabelece a criação de um grupo de trabalho com a equipa de serviços educativos do Museu, com o objetivo de promover a discussão sobre a idealização da futura aplicação.
3. A terceira é *definir*, onde é feita uma apresentação de uma proposta de adequação do design da aplicação aos responsáveis do projeto, com base nos conceitos apresentados pela equipa na etapa anterior.

Na fase de *explorar*, temos duas etapas.

1. A primeira é *idealizar*, e foram usados *brainstorms* colaborativos e momentos de discussão de soluções com a participação de diferentes grupos.
2. A segunda é *prototipar*, e centra-se no desenho de potenciais soluções.

Na fase de *materializar*, temos duas etapas:

1. A primeira é *testar*, onde é feita uma recolha de dados quantitativos que podem ser: testes de observação, questionários e entrevistas.
2. A segunda é *implementar*, onde é necessário analisar a fase anterior e propor requisitos para a implementação do projeto.

2.3 Fase 3. Ciclos iterativos

Ciclos iterativos de aplicação e refinamento em práxis da solução.

Neste estudo, foi necessário implementar vários ciclos iterativos que ocorreram nos diferentes casos de estudo: no Jardim Botânico da Universidade do Porto (JB), na Galeria da Biodiversidade (GB) e no Museu da Farmácia (MF). Como Richey et al (2003). refere, devem ser criados momentos de avaliação formativa e sumativa.

Cada caso de estudo é considerado uma iteração neste processo. O primeiro caso consistiu no desenvolvimento de uma experiência lúdica no exterior do museu, e decorreu no JB e na aplicação foi explorada a narrativa como fio condutor do percurso em jogos baseados na localização. Foi desenvolvido um jogo, intitulado *Como se divertem as flores?* e este consistiu numa experiência de exploração do JB através da articulação entre a célebre história do *Rapaz de Bronze* (2018) de Sophia de Mello Breyner e minijogos educacionais de Botânica. A avaliação foi realizada através de testes de observação e questionários de satisfação. Pela natureza do DBR, a primeira interação raramente é suficiente para alcançar algum peso de evidência do sucesso da intervenção e na resolução do problema de investigação. O DBR normalmente tem dois ou mais ciclos. Após a primeira implementação e avaliação deverá ser alterado o espaço de interação para garantir a aplicabilidade noutro contexto. (Herrington 2007)

O segundo caso de estudo é uma experiência lúdica no interior do museu com recurso a *beacons*, e foi realizado na GB. O desenvolvimento desta aplicação teve três fases. Na primeira fase participaram estudantes universitários da área da comunicação e do design jogos onde foi realizada uma atividade de um jogo com recurso a AR. Esta fase contribuiu para a identificação das tecnologias necessárias ao desenvolvimento do design e à conceção de jogos pervasivos com recurso a AR. Os protótipos foram apresentados à GB nos *workshops* que se precederam. Na segunda fase foi utilizado o design participativo definido como um ato de criação coletivo, em que a criatividade é partilhada por designers e pessoas sem formação em Design no processo de design de um produto ou serviço. Foram realizados *workshops* com a equipa responsável pela criação dos conteúdos e implementação do sistema de *beacons*. Esta atividade teve o objetivo de validar e desenvolver propostas de conteúdos para os jogos da aplicação. Nos *workshops* foram desenvolvidos *mockups* que permitiram a prototipagem da aplicação. Na terceira fase foi possível prototipar uma aplicação e testá-la no local com a equipa do museu que esteve nos *workshops*, com investigadores e visitantes do museu. Desta interação resultaram dados quantitativos e qualitativos

importantes para a investigação que se relacionam com os princípios que figuram na *framework*. Nomeadamente a identificação de pontos de análise como: o envolvimento dos visitantes com o espaço, o envolvimento dos visitantes com a matéria científica e o envolvimento dos visitantes com o objeto.

O terceiro caso de estudo consistiu no desenvolvimento e implementação de uma aplicação que fez parte das atividades prototipadas nos *workshops* realizados no caso de estudo anterior. Esta aplicação foi desenvolvida por dois estudantes de mestrado com a orientação desta equipa de investigação. E prende-se com a utilização de tecnologias para interior e exterior, prolongando a visita da exposição para o jardim. Foi desenvolvida uma aplicação intitulada Flo[RA] que consiste numa visita a uma sala com um herbário em exposição, apresentado em 4 vitrines. Após o utilizador ter interagido com as folhas expostas e de ter recolhido informação sobre seis espécies de folhas, pode deslocar-se para o exterior do museu e encontrar as respetivas árvores. No final tem acesso a uma parte da aplicação onde são apresentadas “ferramentas criativas” que permitem a manipulação das folhas em AR. Esta aplicação permitiu realizar testes com utilizadores e testes de usabilidade.

O quarto caso de estudo foi desenvolvido no Museu da Farmácia em que foi implementada uma visita inclusiva com diferentes recursos tecnológicos. Esta aplicação foi criada com o objetivo de promover a comunicação entre visitantes com recurso a atividades lúdicas de manipulação de objetos (réplicas em 3D) com som e atividades com AR.

De acordo com Shavel-son (2003), os dados recolhidos nas várias fases do processo, foram analisados e estabelecidos princípios para as fases seguintes, tendo sempre em conta os princípios orientadores da investigação. (Wang e Hannafin 2005,14)

2.4 Fase 4. Reflexão

Reflexão para produzir Princípios de Design e melhorar implementação da solução.

Nos diferentes casos de estudo foi necessário recolher dados quantitativos e qualitativos. O primeiro caso de estudo contribuiu para o entendimento contextual e para a criação de empatia para o caso de estudo seguinte, pois a instituição que gere os dois espaços é a Universidade do Porto.

Os dados recolhidos através das aplicações permitiram alargar as fontes de dados, com diferentes participantes e em contextos distintos (localizações). Foram usados métodos que

implicaram formatos variáveis como observação, entrevistas e questionários. E participaram outros investigadores no processo, quer no apoio na criação de ferramentas de avaliação das aplicações, quer na implementação de tecnologias. Os métodos de análise dos dados foram desenvolvidos pela utilidade destes em relação à investigação. (Herrington 2007, 8)

A metodologia implementada tem como contributo científico a transmissão de conhecimento sobre o “produto” e a sua implementação. O conhecimento produzido apresenta-se na forma de definição de Princípios de Design importantes para designers, tecnólogos e museólogos de como desenvolver e implementar projetos com jogos e AR que são apresentados numa *framework*.¹²⁹

¹²⁹ Pode ser consultada no capítulo 5.

3. MODELO DE ACEITAÇÃO DA TECNOLOGIA E MODELO DE DESIGN DE EXPERIÊNCIAS

Neste capítulo é apresentado um estudo quantitativo que pretende entender a percepção do público sobre a utilização de AR e jogos em aplicações desenvolvidas para museus. A AR é utilizada em diversos contextos, incluindo nos museus, onde pode ser usada para destacar informações de forma não-invasiva *in loco* e na criação de experiências lúdicas.

3.1 Contextualização do estudo

O *Technology Acceptance Model* (TAM) é um modelo muito utilizado nos processos de integração de tecnologia. Foi desenvolvido por Davis (1989) e tem sido amplamente utilizado e redesenhado. Este modelo é usado para se perceber a intenção e comportamento de um determinado público na utilização de uma determinada tecnologia. É utilizado para identificar o potencial de novas tecnologias e para examinar a aceitação do seu uso e utilização em diversos contextos, como exemplos de estudos relacionados com a nossa temática temos o estudo de Yuniarto (2018) na aceitação da realidade aumentada, Cabero-Almenara (2018) sobre a temática da realidade aumentada e educação, no estudo anterior de Haugstvedt (2012) na utilização da AR no património cultural. Num outro estudo relacionado com a experiência do utilizador Hornbæk (2017) estudou o modelo TAM e os modelos de UX (experiência do utilizador) para explorar a componente experiencial das interações pessoa-computador (HCI).

O TAM permite identificar a percepção da utilização de um produto ou sistema de base tecnológica. Uma das questões-chave do TAM é a influência de Variáveis Externas. Estas duas componentes têm influência na Atitude Relativa à Utilização (*Attitude Toward Using*), que precede a Intenção Comportamental à Utilização (*Behavioral Intention to Use*), esta última também é influenciada pela Percepção de Utilidade (*Perceived Usefulness*). Por conseguinte a Intenção Comportamental à Utilização (*Behavioral Intention to Use*), tem impacto no Uso Real do Sistema (*Actual System Use*). Na figura 38, está apresentado o modelo inicial de Davis de 1989 onde estão representadas as relações entre as diferentes áreas.¹³⁰

¹³⁰ Esta é a primeira versão do Technology Acceptance Model (TAM) (Davis, Bagozzi e Warshaw, 1989), no entanto há uma segunda versão final do Modelo de Aceitação de Tecnologia que foi formada por Venkatesh e Davis (1996), que após se ter verificado que tanto a percepção da utilidade como a percepção da facilidade de utilização tinham uma influência direta na intenção

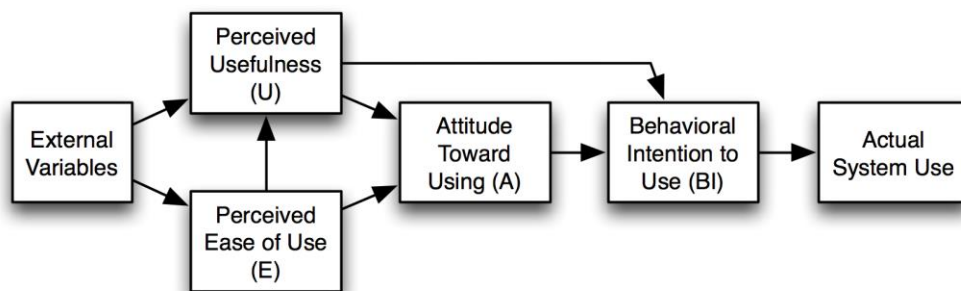


Figura 38 Modelo de Aceitação da Tecnologia, versão 1 (Davis, Bagozzi e Warshaw, 1989).

As análises dos TAM incidem sobre as dimensões externas que influenciam a Percepção de Utilidade e a Percepção da Facilidade de Uso, e o Uso Real do Sistema. A identificação de variáveis externas é fundamental em diferentes contextos de investigação, de modo a assegurar a aplicabilidade em determinados contextos.¹³¹ Por conseguinte, foi extremamente importante identificar as variáveis externas aplicáveis ao contexto da AR e dos jogos em museus.

O estudo de Claudia tom Dieck e Timothy Jung (2018) na área da AR e Turismo identifica variáveis externas neste contexto, e que, como sugerido no referido artigo, poderiam ser usadas noutros contextos culturais.¹³² Estas variáveis do estudo revelaram sete dimensões que podem ser incorporadas na investigação de aceitação de AR: Qualidade da Informação (*Information Quality*), Qualidade do Sistema (*System Quality*), Custos de Utilização (*Costs of*

comportamental, eliminaram a necessidade da construção da atitude. Traduzido do original: First modified version of Technology Acceptance Model (TAM) (Davis, Bagozzi and Warshaw, 1989). The final version of Technology Acceptance Model was formed by Venkatesh and Davis (1996) as shown in Figure 7 after the main finding of both perceived usefulness and perceived ease of use were found to have a direct influence on behaviour intention, thus eliminating the need for the attitude construct. (Lai 2017,7)

¹³¹ Estudos iniciais centrados na aceitação interna das Tecnologias da Informação das organizações, por exemplo, reconheceram a importância da variável externa de influência social (Karahanna & Straub, 1999; Lucas & Spittler, 1999), enquanto estudos posteriores centrados na aceitação do comércio eletrónico por parte dos consumidores identificaram a ludicidade como uma das variáveis externas (Cheng, Sheen & Lou, 2006; Chang, 2010).

¹³² Como explicado no artigo de M. Claudia tom Dieck e Timothy Jung: “Aconselha-se a investigações futuras a testarem quantitativamente o modelo através da modelação de equações estruturais para validar o modelo proposto. Além disso, o modelo poderia ser testado e validado dentro de diferentes contextos de investigação, por exemplo, um estudo comparativo entre diferentes contextos culturais.” Traduzido do original: “Future research is advised to quantitatively test the model through structural equation modelling to validate the proposed model. Furthermore, the model could be tested and validated within different research contexts for instance, a comparative study among different cultural contexts”. (Dieck e Jung 2018,15)

Use), Recomendações (*Recommendations*), Inovação Pessoal (*Innovativeness*) e Fatores de Risco (*Risk*), e condições que Facilitam o Uso (*Facilitating Conditions*) (Dieck e Jung 2018). Estas sete dimensões serviram-nos de linhas orientadoras para a identificação dos principais construtos deste estudo e apoiaram a formulação das questões para o ponto das variáveis externas. As restantes questões do TAM tiveram a influência de estudos similares.

Este estudo tem como objetivo conhecer os visitantes dos museus e a sua interação com aplicações que têm jogos baseados na localização com a inclusão de tecnologias com realidade aumentada. O questionário realizado baseou-se no *Technology Acceptance Model* (TAM), nomeadamente sobre as dimensões externas que influenciam a Perceção de Utilidade e a perceção de Facilidade de Utilização bem como identificar a Perceção dos visitantes relacionada com o seu uso: a Atitude Relativa à Utilização, a Intenção Comportamental e o Uso Real do Sistema. Este questionário online também incluiu questões cujo foco de investigação está relacionado com o Design das experiências. Foram consideradas questões relacionadas com os comportamentos dos visitantes face aos jogos propostos, para isso foram usadas as tipologias de jogadores (Explorador, Colaborativo, Competitivo, Criativo) que são baseadas nas tipologias de Bartle (descritas na secção 1.5.2). Também se procurou identificar mecânicas de jogos importantes para o design deste tipo de experiências, como a captação da atenção, o tipo de personagens a implementar neste tipo de aplicações, a pertinência de tipo de informação a colocar que utiliza AR e as questões relacionadas com a autoria quando existe a manipulação de obras artísticas.

Este questionário pretendeu dar resposta às questões:

- Qual a pertinência da inclusão de aplicações com realidade aumentada nos museus?
- Qual pertinência da inclusão de aplicações com jogos lúdicos nos museus?
- O que pode afetar a utilização de AR nos museus?
- Qual o impacto/aceitação dos conteúdos de AR nos museus?
- Que tipos de jogos/atividades melhor se adaptam aos museus?

Estas questões foram organizadas numa tabela de acordo com os construtos do TAM e também de acordo com o Modelo de Design de Experiências que foi construído para esta investigação. Segue-se a apresentação do instrumento de pesquisa utilizado para o questionário *online*.

3.2 Instrumentos de pesquisa

Para servir de apoio e análise do questionário, foi organizada uma tabela com os construtos em análise, de acordo com os indicadores dos modelos TAM e Design de Experiências.

O modelo TAM foi organizado por temas, os sete primeiros temas relacionam-se com as variáveis externas. Estas organizam-se por 7 temas com 17 subtemas, que deram origem a 17 questões. Assim temos: 1) Qualidade da Informação (atratividade da informação, relevância da informação); 2) Qualidade do Sistema (suporte multilíngue, suporte de língua gestual, precisão do sistema, qualidade da navegação, personalização); 3) Custos de utilização (custos do conforto, custos de internet, custos da aplicação); 4) Recomendações (explorar por si próprios); 5) Risco (preocupações com a privacidade, risco do telemóvel ser roubado); 6) Inovação pessoal (entusiasmo, capacidade de impressionar (WOW factor)); 7) Condições favoráveis (disponibilização do dispositivo móvel, duração da bateria). Os outros temas relacionam-se com os pontos 8) Perceção de Utilidade (alternativa a uma visita tradicional); 9) Perceção de Facilidade de utilização (custo e esforço, perceção da facilidade de utilização); 10) Atitude em relação à utilização (atitude favorável, atitude desfavorável); 11) Intenção Comportamental (intenção de utilização, espaço em disco, descarregar a aplicação); 12) Uso Real do Sistema (curva de interesse).

Estes pontos são apresentados na Tabela seguinte.

Tabela 1 Instrumento de análise do Modelo de Aceitação da Tecnologia (TAM), está organizado por temas e subtemas e respetivas questões.

MODELO DE ACEITAÇÃO DA TECNOLOGIA - TAM

	TEMAS	SUBTEMAS	QUESTÕES
VARIÁVEIS EXTERNAS - EXTERNAL VARIABLES (EV)	QUALIDADE DA INFORMAÇÃO	ATRATIVIDADE DA INFORMAÇÃO	EV 1 - Considero que o uso de AR (realidade aumentada) pode melhorar o acesso à informação sobre os objetos em exposição.
		RELEVÂNCIA DA INFORMAÇÃO	EV 2 - A inclusão de <i>storytelling</i> (contar histórias sobre o objeto exposto) numa aplicação pode tornar a experiência de visita mais cativante.
	QUALIDADE DO SISTEMA	SUORTE MULTILÍNGUE	EV 3 - Considero fundamental a inclusão de múltiplos idiomas nas aplicações de realidade aumentada.
		SUORTE DE LÍNGUA GESTUAL	EV 4 - Considero fundamental a inclusão de língua gestual nas instruções das aplicações de realidade aumentada.
		PRECISÃO DO SISTEMA	EV 5 - A informação disponibilizada em realidade aumentada deve ser disponibilizada apenas no local onde se encontra o objeto em exposição.
		QUALIDADE DA NAVEGAÇÃO	EV 6 - Considero que o uso de uma aplicação de realidade aumentada pode condicionar a experiência do visitante, alienando-o do espaço envolvente.
		PERSONALIZAÇÃO	EV 7 - Considero que a adaptabilidade dos conteúdos informativos a diferentes públicos é importante.
	CUSTOS DE UTILIZAÇÃO	CUSTO DO CONFORTO	EV 8 - Considero desconfortável o uso de aplicações móveis numa visita a um museu.
		CUSTOS DE INTERNET	EV 9 - Considero que as aplicações de realidade aumentada podem incorrer em custos extra para o acesso à Internet.
		CUSTOS DA APLICAÇÃO	EV 10 - Considero que as aplicações de realidade aumentada têm um custo económico elevado para o museu.

	RECOMENDAÇÕES	EXPLORAR POR SI PRÓPRIOS	EV 11 - Considero que um percurso pré-definido por uma aplicação pode tirar o entusiasmo de explorador do visitante.
	RISCO	PREOCUPAÇÕES COM A PRIVACIDADE	EV 12 - Considero importante que as aplicações de realidade aumentada deem a informação ao utilizador sobre que tipo de dados estão a ser recolhidos com a sua utilização.
		RISCO DO TELEMÓVEL SER ROUBADO	EV 13 - Considero elevado o risco do meu dispositivo móvel ser roubado por estar a ser usado num espaço público exterior.
	INOVAÇÃO PESSOAL	ENTUSIASMO	EV 14 – A inclusão de jogos torna mais divertida a experiência de visita.
		CAPACIDADE DE IMPRESSIONAR (WOW FACTOR)	EV 15 - No caso da aplicação de realidade aumentada ser um jogo, considero fundamental a atribuição de algum tipo de recompensa no final.
	CONDIÇÕES FAVORÁVEIS	DISPONIBILIZAÇÃO DO DISPOSITIVO MÓVEL	EV 16 - Utilizo mais facilmente um dispositivo móvel com uma aplicação de realidade aumentada, disponibilizado pelo Museu do que com o meu próprio dispositivo.
		DURAÇÃO DA BATERIA	EV 17 - Considero que as aplicações de realidade aumentada reduzem o tempo de duração da bateria.
PERCEÇÃO DE UTILIDADE - PERCEIVED USEFULNESS (U)	PERCEÇÃO DE UTILIDADE	ALTERNATIVA A UMA VISITA TRADICIONAL	U 18- Considero importante que os museus acompanhem a inovação tecnológica e utilizem a realidade aumentada como forma de experienciar o Museu.
		ACESSIBILIDADE	U 19 – Considero que as aplicações de realidade aumentada podem melhorar a acessibilidade às pessoas com necessidades específicas.
PERCEÇÃO DA FACILIDADE DE UTILIZAÇÃO - PERCEIVED EASE OF USE (E)	PERCEÇÃO DA FACILIDADE DE UTILIZAÇÃO	CUSTO E ESFORÇO	E 20 - Considero que os problemas de utilização justificam a falta de investimento dos museus nas tecnologias de realidade aumentada.
		PERCEÇÃO DA FACILIDADE DE UTILIZAÇÃO	E 21 - Considero que utilizaria uma aplicação na qual apenas fosse necessário “apontar” o meu telemóvel para um marcador e ter acesso à informação sobre o objeto, sem ter de descarregar nenhuma aplicação.

	ATITUDE EM RELAÇÃO À UTILIZAÇÃO	ATITUDE FAVORÁVEL	A 22 - As aplicações de realidade aumentada destinam-se apenas aos jovens.
		ATITUDE FAVORÁVEL	A 23 - Os jogos nos museus destinam-se apenas aos jovens.
		ATITUDE DESFAVORÁVEL	A 24 - O uso de uma aplicação de realidade aumentada pode influenciar negativamente a sociabilidade entre visitantes num museu.
INTENÇÃO COMPORTAMEN TAL (BEHAVIORAL INTENTION (BI))	INTENÇÃO COMPORTAMENTAL	INTENÇÃO DE UTILIZAÇÃO	BI25 - Estou disposto a pagar por uma aplicação de realidade aumentada que melhore a minha experiência de visita.
		INTENÇÃO DE UTILIZAÇÃO	BI 26 - Considero fácil a utilização de uma aplicação de realidade aumentada?
		ESPAÇO EM DISCO	BI 27 - Considero que as aplicações de realidade aumentada ocupam muito espaço na memória do telemóvel.
		DESCARREGAR A APLICAÇÃO	BI 28 - Considero que ter de fazer o download de uma aplicação de realidade aumentada, pode levar-me a não a utilizar.
USO REAL DO SISTEMA	USO REAL DO SISTEMA	CURVA DE INTERESSE	R 29 - Considero que as recomendações de outros visitantes através de uma aplicação, podem ajudar-me a definir um percurso de visita.
		CURVA DE INTERESSE	R 30 - Considero que no caso da aplicação de realidade aumentada ser um jogo, o factor competitivo é importante.

O modelo de Design de Experiências foi organizado em 2 temas e 12 subtemas que deram origem a 12 questões. O primeiro tema está relacionado com o público, com os subtemas público explorador, público colaborativo, público competitivo, público criativo e cocriação. O segundo tema está relacionado com o design de experiências, com os subtemas: captar a atenção, personagem virtual, personagem virtual histórica, ambiente histórico, informação não visível, linha cronológica e questões de autoria.

Estes pontos são apresentados na tabela seguinte.

Tabela 2 Instrumento de análise do Modelo de Design de Experiências, está organizado por temas e subtemas e respetivas questões.

MODELO DE DESIGN DE EXPERIÊNCIAS

TEMAS	SUBTEMAS	QUESTÕES
PÚBLICO	JOGADOR EXPLORADOR	P 31 - Considero que o uso de AR (realidade aumentada) pode melhorar o acesso à informação sobre os objetos em exposição.
	JOGADOR COLABORATIVO	P 32 - Considero que se pudesse colecionar os objetos de que mais gostei durante a visita, recolhendo boas imagens, partilhava essas imagens nas redes sociais.
	JOGADOR COMPETITIVO	P 33 - Utilizaria uma aplicação que tivesse um jogo que premiasse as respostas corretas a perguntas, sendo o prémio colecionar um álbum de imagens dos objetos em exposição.
	JOGADOR CRIATIVO	P 34 - Considero interessante a manipulação da imagem de um objeto museológico para dar origem a um novo objeto.
	CO-CRIAÇÃO	P 35 - Considero interessante que haja atividades em ambiente de <i>workshop</i> no Museu, que recorram a aplicações de realidade aumentada com o intuito criativo de exploração da coleção.
DESIGN DE EXPERIÊNCIAS	CAPTAR A ATENÇÃO	D 36 - Considero que um jogo como, "descobre as diferenças" entre um quadro real e o que está a ser visualizado numa aplicação de realidade aumentada, pode ajudar o visitante a ficar mais atento a pormenores desse quadro.
	PERSONAGEM VIRTUAL	D 37 - Considero importante a existência de uma aplicação de realidade aumentada que, ao apontar a câmara do telemóvel para um esqueleto, visualize o animal em 3D no ecrã.
	PERSONAGEM VIRTUAL HISTÓRICA	D 38 - Utilizaria uma aplicação de realidade aumentada cujo guia fosse um modelo virtual de uma personalidade histórica.
	AMBIENTE HISTÓRICO	D 39 - Considero entusiasmante colocar um objeto museológico no seu ambiente histórico, através de realidade aumentada, como por exemplo, uma ânfora romana numa cozinha da época.

INFORMAÇÃO NÃO VISÍVEL

D 40 - Considero importante visualizar os documentos antigos (de arquivo) ou a imagem em raio-x de uma tela de um quadro, para revelar o que se encontra escondido por baixo da sua superfície.

LINHA CRONOLÓGICA

D 41 - Considero cativante uma aplicação em realidade aumentada que mostra a linha cronológica e o mapa da origem de um objeto, correlacionando-o com outros objetos em exposição.

QUESTÕES DE AUTORIA

D 42 - Considero que a manipulação da imagem de uma obra de arte desrespeita o autor.

3.3 Análise de dados

3.3.1 Caracterização da amostra

As questões foram colocadas num formulário online na plataforma *Google forms* (Anexo A), realizado, durante o mês de novembro e dezembro de 2020, e contou com 205 participantes. Neste estudo participaram 42 profissionais de museus, 68 visitantes, 59 estudantes, 26 professores/investigadores, 10 outros. (figura 39)

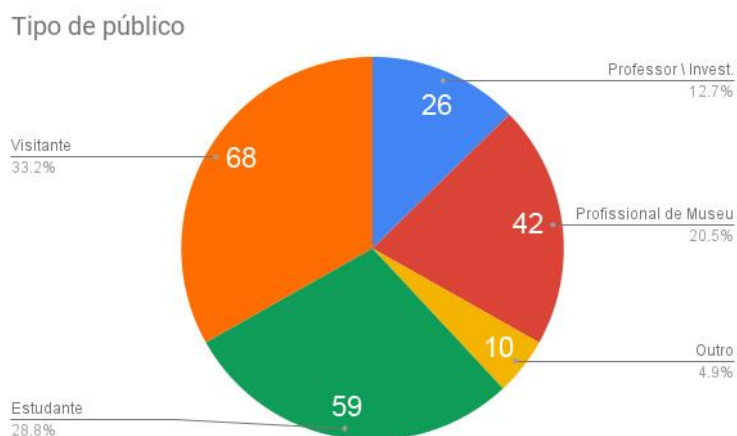


Figura 39 Gráfico com a caracterização do tipo de participantes

Nas faixas etárias: Menos de 20 - 25 respostas; 20/30 - 36 respostas; 30/40 - 54 respostas; 40/50 - 72 respostas; 50/60 - 15 respostas; Mais de 60 - 3 respostas. (figura 40)

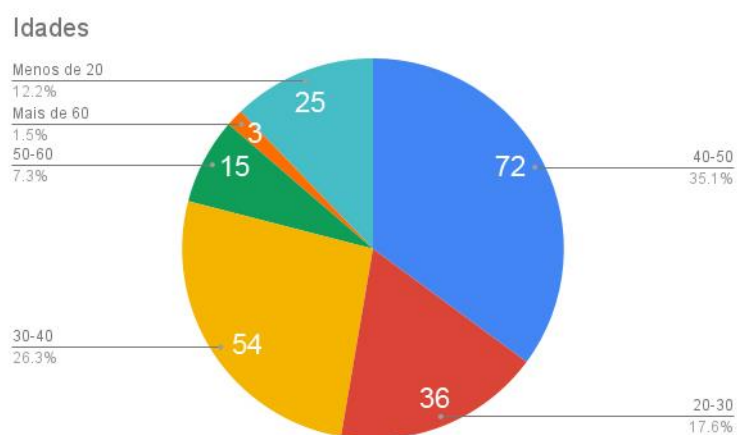


Figura 40 Gráfico com a caracterização da faixa etária dos participantes

Os resultados tiveram como origem 189 participantes de Portugal e os restantes de outros países. (Brasil-9; Espanha-1; México-1; UK-2; EUA- 1; Angola-1; Moçambique-1). As questões foram feitas em português (consultar figura 41).

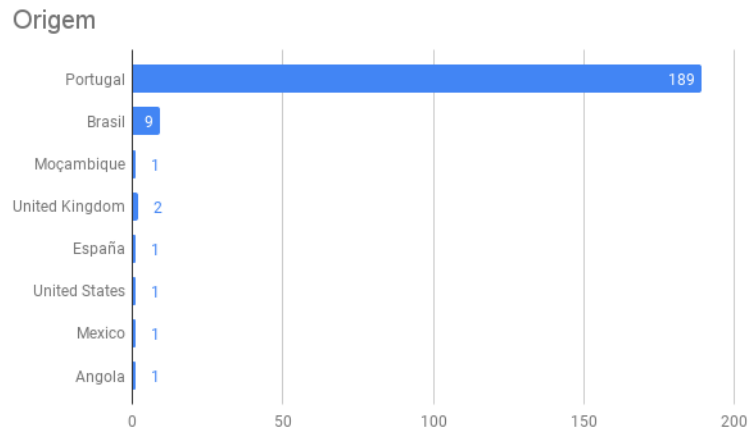


Figura 41 Gráfico com a caracterização da origem dos participantes

Também foi feita uma análise por grupos de ocupações/profissões para identificar a existência de uma tendência diferente, estes dados revelaram não serem significativos para o estudo.

Em relação à questão: *Já usou aplicações de realidade aumentada?* Obtiveram-se 66% de respostas positivas (135 respostas) e 34% respostas negativas (70 respostas), apresentado na figura 42.

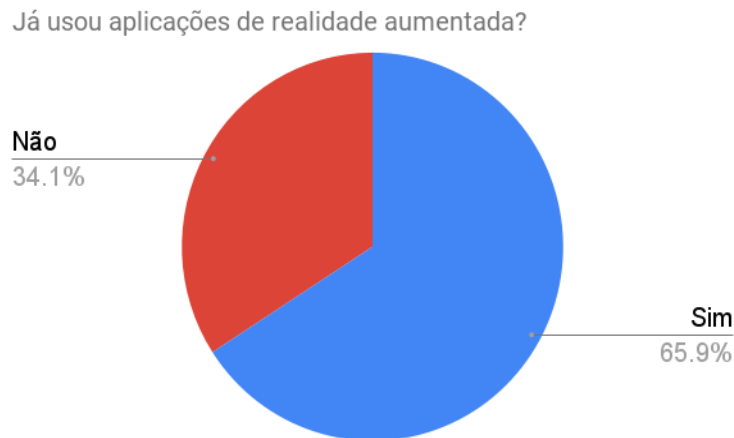


Figura 42 Gráfico com as respostas à questão: Já usou aplicações de realidade aumentada?

Foram feitas 42 questões, onde foi utilizada uma escala de Likert em que o valor 1 é Discordo totalmente, a 5 Concordo totalmente. O valor 6 corresponde ao número de pessoas que não responderam à pergunta. Estas questões são apresentadas com os respetivos gráficos e análise. São apresentadas por tópicos, que estão relacionados com o TAM (questões 1 a 30) e o MODELO DE DESIGN DE EXPERIÊNCIAS (questões 30 a 42).

3.3.2 Variáveis externas

No TAM é necessário identificar as variáveis externas que condicionam a utilização da tecnologia, para este estudo foram identificados alguns pontos de análise.

Em relação à QUALIDADE & SISTEMA, este divide-se em QUALIDADE DA INFORMAÇÃO nas questões 1 e 2 e QUALIDADE DO SISTEMA das questões 3 à 7; CUSTOS DE UTILIZAÇÃO da tecnologia das questões 8 a 11; fatores de RISCO da questão 12 e 13; sensação de INOVAÇÃO PESSOAL nas questões 14 e 15 e as CONDIÇÕES FAVORÁVEIS necessárias para a sua implementação nas questões 16 e 17.

QUALIDADE & SISTEMA - QUALIDADE DA INFORMAÇÃO

Questão nº1. Considero que o uso de AR (realidade aumentada) pode melhorar o acesso à informação sobre os objetos em exposição.

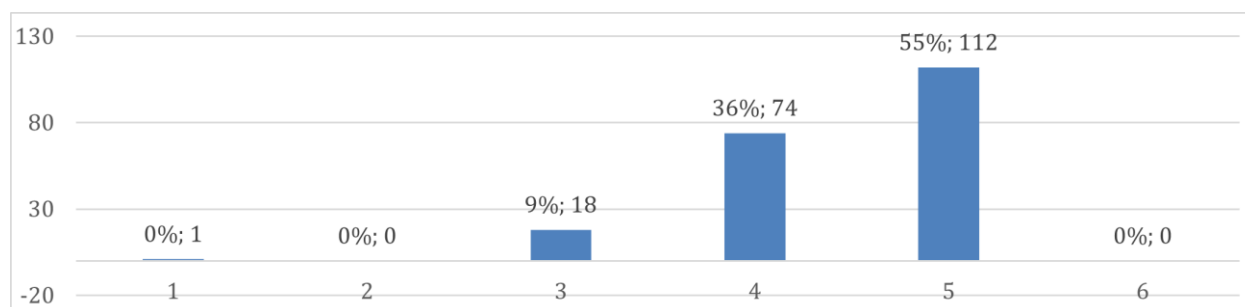


Figura 43 Considero que o uso de AR (realidade aumentada) pode melhorar o acesso à informação sobre os objetos em exposição.

A 1.^a questão está relacionada com a ATRATIVIDADE DA INFORMAÇÃO, e no gráfico é possível identificar que a AR melhora o acesso à informação, com valores de 55% para concordo totalmente e 36% para concordo, os restantes não têm uma opinião definida. É notório que a maioria concorda que a qualidade da informação é importante na experiência (consultar figura 43).

Questão nº2. A inclusão de *storytelling* (contar histórias sobre o objeto exposto) numa aplicação pode tornar a experiência de visita mais cativante.

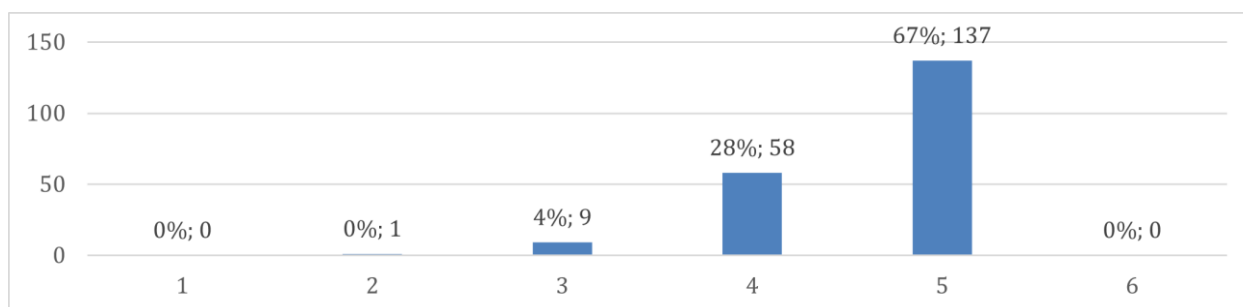


Figura 44 A inclusão de *storytelling* (contar histórias sobre o objeto exposto) numa aplicação pode tornar a experiência de visita mais cativante.

A 2.^a questão está relacionada com a RELEVÂNCIA DA INFORMAÇÃO, pelo que 67% dos inquiridos revelam que consideram o recurso ao *storytelling* muito cativante, e 28% cativante, apenas 9% não tem uma opinião. No entanto, é possível concluir que a utilização de histórias numa aplicação para um Museu pode ter grande relevância (consultar figura 44).

QUALIDADE & SISTEMA - QUALIDADE DO SISTEMA

Questão nº3. Considero fundamental a inclusão de múltiplos idiomas nas aplicações de realidade aumentada.

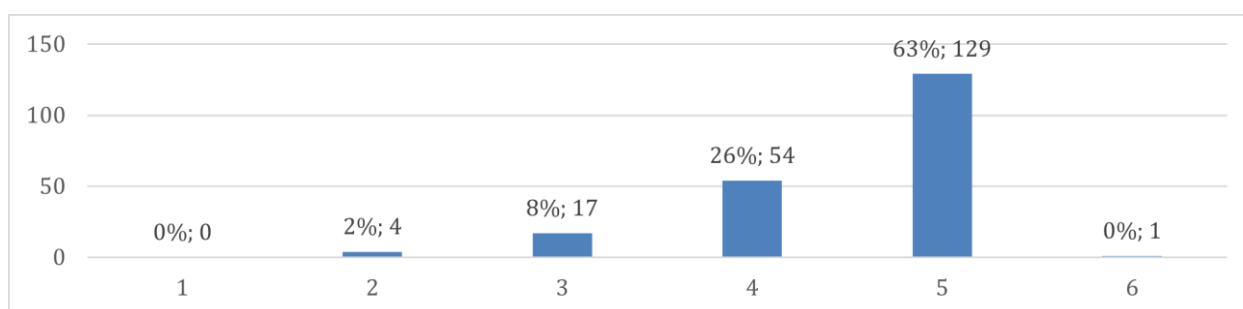


Figura 45 Considero fundamental a inclusão de múltiplos idiomas nas aplicações de realidade aumentada.

A 3.^a questão está relacionada com o SUPORTE MULTILÍNGUE, e no gráfico é possível identificar que 63%, considera muito importante a inclusão de vários idiomas, e 26% importante, 8% não tem opinião e 2% considera pouco importante. Estes indicadores revelam que é consensual a necessidade de um suporte multilíngue (consultar figura 45).

Questão nº4. Considero fundamental a inclusão de língua gestual nas instruções das aplicações de realidade aumentada.

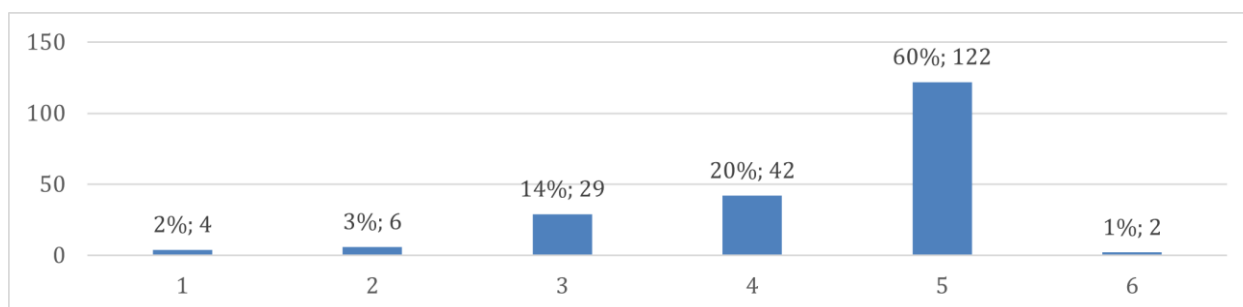


Figura 46 Considero fundamental a inclusão de língua gestual nas instruções das aplicações de realidade aumentada.

A 4.^a questão está relacionada com o SUPORTE DE LÍNGUA GESTUAL, e neste caso é possível identificar no gráfico que 60% dos inquiridos estão plenamente de acordo à inclusão de língua gestual nas instruções de aplicações de AR, e 20% confirma a importância. No entanto, 14% não teve opinião e 3% considera pouco importante e 2% nada importante (consultar figura 46).

Questão nº5. A informação disponibilizada em realidade aumentada deve ser disponibilizada apenas no local onde se encontra o objeto em exposição.

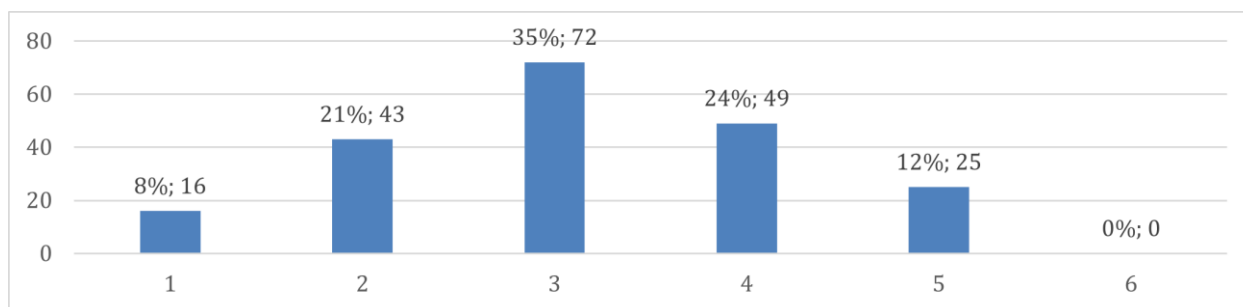


Figura 47 A informação disponibilizada em realidade aumentada deve ser disponibilizada apenas no local onde se encontra o objeto em exposição.

A 5.^a questão está relacionada com a PRECISÃO DO SISTEMA, e tenta aferir se a informação disponibilizada deve ser apenas visualizada no local. Nesta, 36% dos inquiridos foram afirmativos, em que 24% concorda e 12% concorda totalmente. Houve um resultado de 35% de quem não tem opinião sobre o assunto, e um resultado negativo com 29%, em que 21% discorda e 8% discorda totalmente. Este resultado tende para a concordância, no entanto, a divisão de opiniões demonstra que há uma falta de conhecimento sobre o assunto (consultar figura 47).

Questão nº6. Considero que o uso de uma aplicação de realidade aumentada pode condicionar a experiência do visitante, alienando-o do espaço envolvente.

Tabela 20

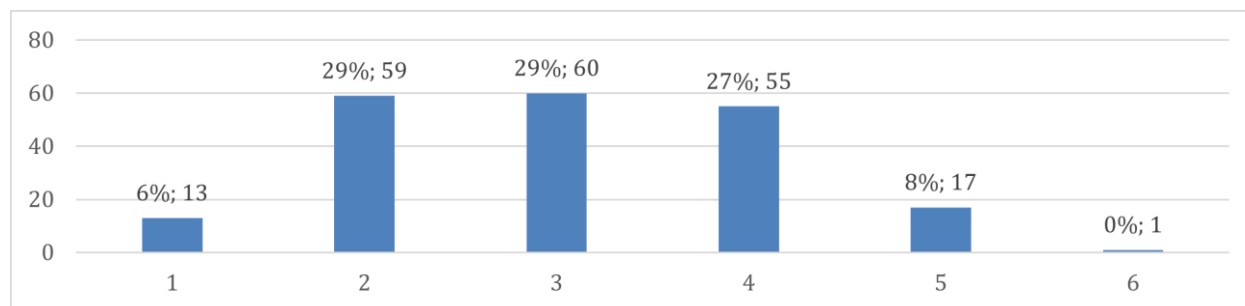


Figura 48 Considero que o uso de uma aplicação de realidade aumentada pode condicionar a experiência do visitante, alienando-o do espaço envolvente.

A 6.^a questão está relacionada com a QUALIDADE DA NAVEGAÇÃO, e tenta identificar a opinião dos inquiridos sobre o facto de uma aplicação de AR, poder alienar o visitante do espaço tomando a sua atenção. As respostas não foram muito esclarecedoras, com 29% de respostas sem uma opinião, no entanto, para o lado do espectro que concorda tivemos 44%, em que 27% concorda e 8% concorda totalmente. Do outro lado, houve um total de 35% de respostas que pensam o contrário, com 29% de discordo e 6% de discordo totalmente. Pelo que é notório que há uma opinião favorável sobre a utilização de uma aplicação de AR poder influenciar a atenção do visitante (consultar figura 48).

Questão nº7. Considero que a adaptabilidade dos conteúdos informativos a diferentes públicos é importante.

Tabela 21

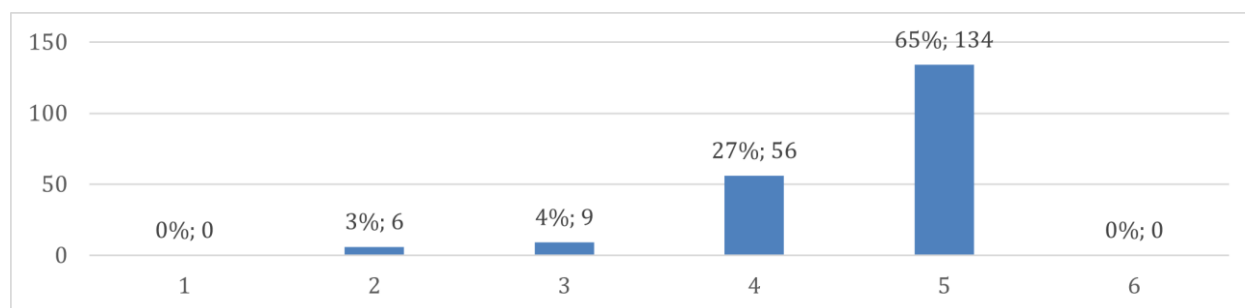


Figura 49 Considero que a adaptabilidade dos conteúdos informativos a diferentes públicos é importante.

A 7.^a questão está relacionada com a PERSONALIZAÇÃO de acordo com o interesse, e tenta identificar a importância da adaptabilidade dos conteúdos informativos a diferentes públicos. A maioria, com 65% concorda ser muito importante e 27% considera importante, com 4%

sem uma opinião definida e 3% não considera relevante. Em suma, podemos afirmar que os inquiridos consideram importante a personalização e adequação dos conteúdos para diferentes visitantes (consultar figura 49).

CUSTO DE UTILIZAÇÃO

Questão nº8. Considero desconfortável o uso de aplicações móveis numa visita a um museu.

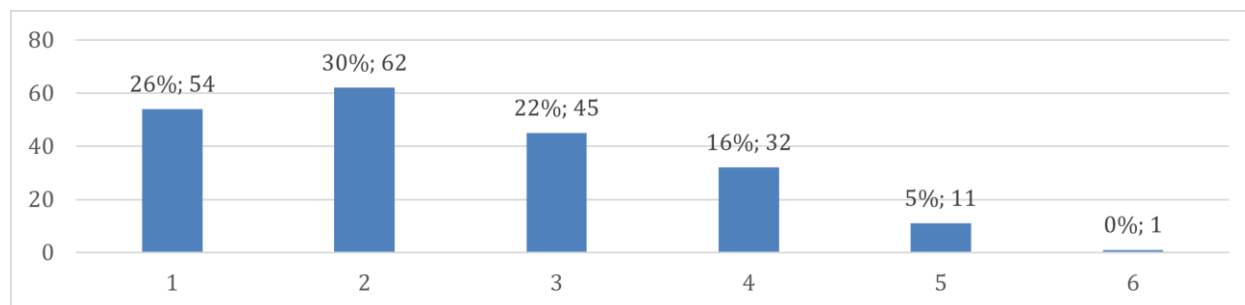


Figura 50 Considero desconfortável o uso de aplicações móveis numa visita a um museu.

A 8.ª questão está relacionada com o CUSTO DE CONFORTO, e procura identificar a perceção dos utilizadores sobre consideraram desconfortável o uso de uma aplicação numa visita a um museu. A maioria com 56% não considera desconfortável, 26% que não concorda plenamente e 30% que não concorda. Cerca de 22% não tem uma opinião definida e 16% concorda com o desconforto e 5% consideram muito desconfortável. Pelo que podemos considerar que a utilização de um telemóvel numa visita não é desconfortável (consultar figura 50).

Questão nº9. Considero que as aplicações de realidade aumentada podem incorrer em custos extra para o acesso à Internet.

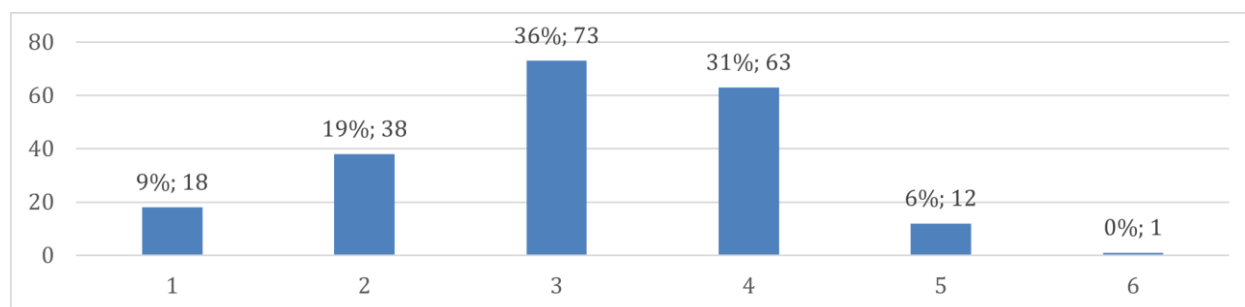


Figura 51 Considero que as aplicações de realidade aumentada podem incorrer em custos extra para o acesso à Internet.

A 9.ª questão está relacionada com os CUSTOS DE INTERNET, e pretende identificar a perceção dos utilizadores se consideram que o uso de aplicações de AR pode aumentar os custos de internet. A maioria com 37% considera que sim, em que 31% considera que pode

haver um custo extra e 6% que há custos extra. No entanto, esta opinião não é partilhada por 36% que não sabe. Com 19% há quem considere não haver custos extra e 9% discorda totalmente. Pelo que é importante perceber esta perceção, no caso de o acesso ser de uma internet paga, pois há um desconhecimento sobre o assunto (consultar figura 51).

Questão nº10. Considero que as aplicações de realidade aumentada têm um custo económico elevado para o museu.

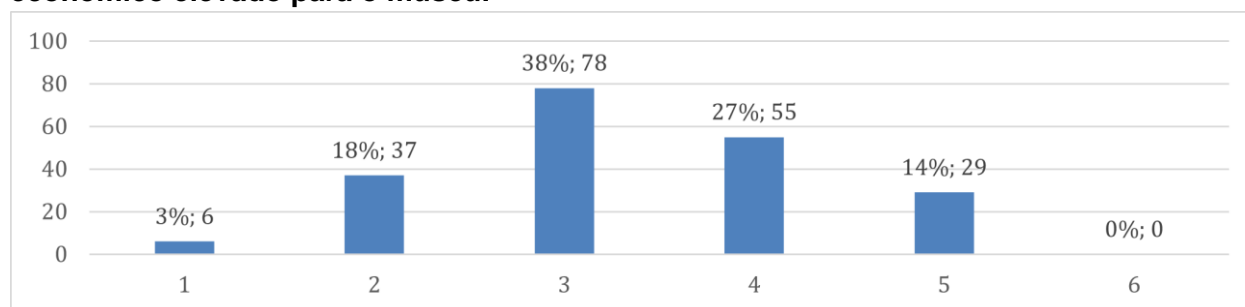


Figura 52 Considero que as aplicações de realidade aumentada têm um custo económico elevado para o museu.

A 10.^a questão está relacionada com os CUSTOS DA APLICAÇÃO, e pretende identificar a perceção que os visitantes têm de custos financeiros para o museu na aquisição de uma aplicação de AR. Pelo que 41% dos inquiridos consideram que o custo é elevado, 27% acha que tem um custo elevado e 14% considera ser mesmo muito elevado. No entanto, 38% não tem opinião sobre o assunto e 18% não acha que seja elevado e 3% não considera um custo muito elevado. Com estas respostas, pudemos perceber que estas aplicações são consideradas dispendiosas, mas também é perceptível que há um desconhecimento do valor económico destas (consultar figura 52).

Questão nº11. Considero que um percurso pré-definido por uma aplicação pode tirar o entusiasmo de explorador do visitante.

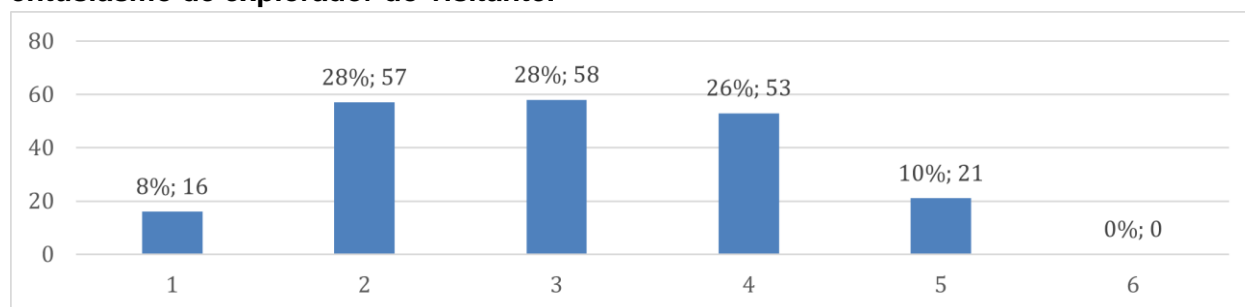


Figura 53 Considero que um percurso pré-definido por uma aplicação pode tirar o entusiasmo de explorador do visitante.

A 11.^a questão está relacionada com o que pensam os utilizadores sobre fazerem uma visita onde é possível EXPLORAR POR SI PRÓPRIOS. Nesta questão, foi possível perceber se os visitantes consideravam que a condução de uma visita através de um percurso pré-definido por uma aplicação iria retirar o carácter exploratório desta. Há diferentes opiniões a retirar e é

inconclusivo pois 36% considera que não, onde 8% discorda totalmente e 28% apenas discorda. E 36% considera que sim, em que 26% concorda e 10% concorda totalmente. Sem opinião formada estão 28% dos inquiridos. Pelo que não é conclusivo o facto de uma aplicação orientar o visitante retirar-lhe o entusiasmo, este depende mais da aplicação e deverá ser analisado caso a caso (consultar figura 53).

RISCO

Questão nº12. Considero importante que as aplicações de realidade aumentada deem a informação ao utilizador sobre que tipo de dados estão a ser recolhidos com a sua utilização.

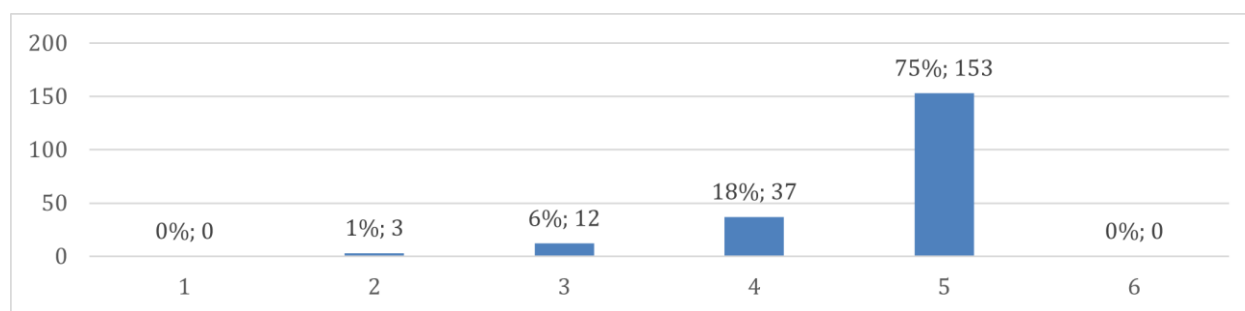


Figura 54 Considero importante que as aplicações de realidade aumentada deem a informação ao utilizador sobre que tipo de dados estão a ser recolhidos com a sua utilização.

A 12.^a questão está relacionada com as PREOCUPAÇÕES COM A PRIVACIDADE, e pretende perceber se os utilizadores consideram importantes que as aplicações de AR deem a informação ao utilizador sobre o tipo de dados que estão a ser recolhidos quando usam a aplicação. Esta questão teve respostas muito conclusivas, pois 93% considera que sim, em que 75% concorda plenamente e 18% concorda. Apenas 6% não tem uma opinião e 1% considera que não acha relevante. Destas respostas é importante reter que os utilizadores estão conscientes dos riscos que correm quando acedem a uma aplicação, e querem saber quais os dados que estão a ser recolhidos. Esta transparência de informação é muito importante quando é feito o acesso através de internet ou por download (consultar figura 54).

Questão nº13. Considero elevado o risco do meu dispositivo móvel ser roubado por estar a ser usado num espaço público exterior.

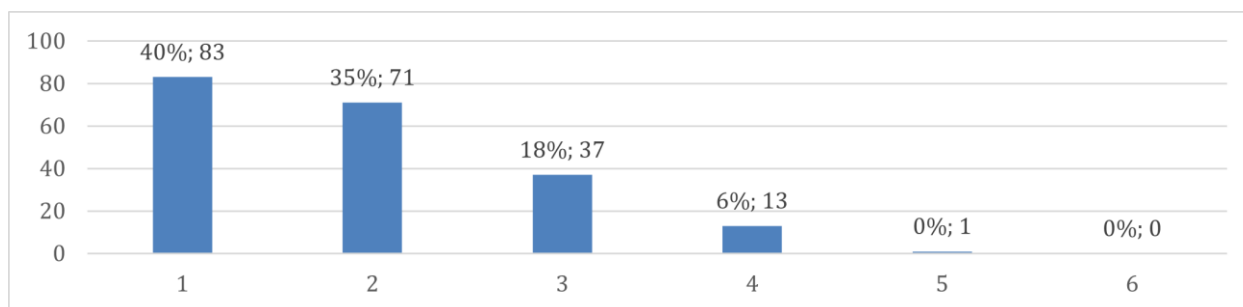


Figura 55 Considero elevado o risco do meu dispositivo móvel ser roubado por estar a ser usado num espaço público exterior.

A 13.^a questão está relacionada com o RISCO DO TELEMÓVEL SER ROUBADO, no caso de ser usado num espaço público exterior. Estes dados são muito positivos, pois a maioria, cerca de 75% não está preocupado com este risco, 40% discorda totalmente dessa possibilidade e 35% discorda. Há 18% que não tem opinião e 6% que concorda. Estes dados revelam que os visitantes consideram não existir um grande risco, no entanto, é necessário salvaguardar que os nossos inquiridos são na maioria portugueses e este tipo de furto não é muito comum (consultar figura 55).

INOVAÇÃO PESSOAL

Questão nº14. A inclusão de jogos torna mais divertida a experiência de visita?

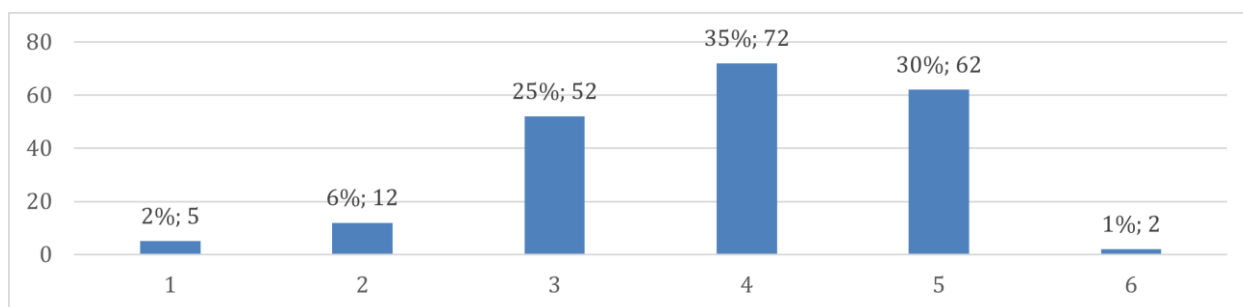


Figura 56 A inclusão de jogos torna mais divertida a experiência de visita?

A 14.^a questão está relacionada com o ENTUSIASMO do utilizador ao incluir-se jogos numa experiência de visita. Com 65% dos inquiridos que consideraram os jogos como uma forma divertida de fazer uma visita, 35% concordam com esta ideia e 30% estão muito entusiasmados com ela. Há 25% de inquiridos sem opinião e 2% não responderam. Dos que pensam que não é divertido, 6% não concorda e 2% não acham nada divertido. A inclusão de jogos nas visitas pode ser uma estratégia válida para tornar a experiência de visita mais divertida (consultar figura 56).

Questão nº15. No caso da aplicação de realidade aumentada ser um jogo, considero fundamental a atribuição de algum tipo de recompensa no final?

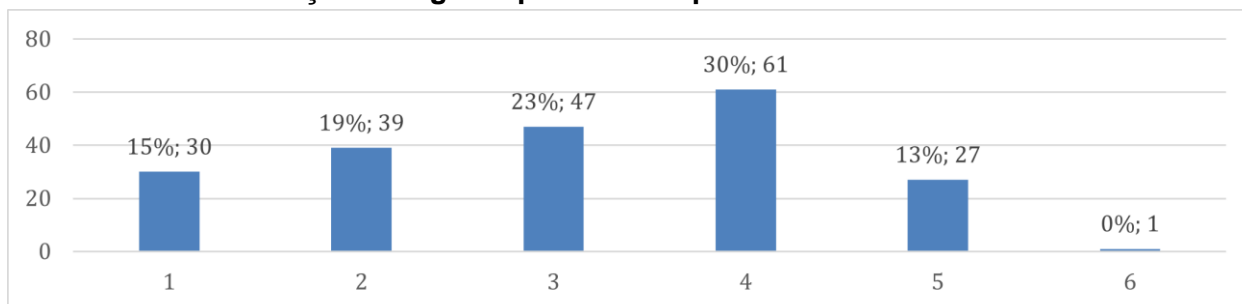


Figura 57 No caso da aplicação de realidade aumentada ser um jogo, considero fundamental a atribuição de algum tipo de recompensa no final?

A 15.^a questão está relacionada com a CAPACIDADE DE IMPRESSIONAR (WOW FACTOR), e averiguar a percepção do utilizador à necessidade de ter de haver um prémio no final de um jogo. As respostas não foram muito conclusivas, no entanto, com 43% temos a parte que concorda com esta necessidade, com 30% a concordar e 13% a considerar fundamental. Os que não acham importante são 34%, em que 19% não acha importante e 15% que considera mesmo nada importante. Há 23% que não tem opinião. Pelo que em relação à atribuição de algum tipo de recompensa num jogo de AR nem é consensual que tal seja relevante (consultar figura 57).

CONDIÇÕES FAVORÁVEIS

Questão nº16. Utilizo mais facilmente um dispositivo móvel com uma aplicação de realidade aumentada, disponibilizado pelo Museu do que com o meu próprio dispositivo?

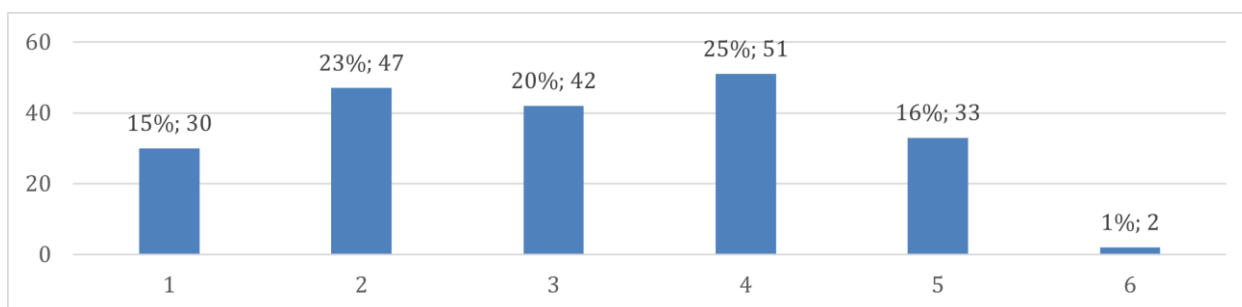


Figura 58 Utilizo mais facilmente um dispositivo móvel com uma aplicação de realidade aumentada, disponibilizado pelo museu do que com o meu próprio dispositivo?

A 16.^a questão está relacionada a DISPONIBILIZAÇÃO DO DISPOSITIVO MÓVEL pelo Museu, pois esta situação pode resolver as questões ligadas ao dispositivo, como redução de bateria, falta de espaço em disco ou mesmo incapacidade de visualizar aplicações com AR. Com 41% que consideram que usavam mais facilmente um dispositivo disponibilizado,

em que 25% acha que requisitava e 16% que sem dúvida que utilizavam um dispositivo do museu. Não tem opinião 20% e 38% utilizaria mais facilmente o seu telemóvel, em que 23% discorda em utilizar um dispositivo do museu e 15% discorda totalmente. Pelo que este resultado não é consensual e dá a entender que há quem prefira utilizar o dispositivo do museu e outros que não consideram sequer fazê-lo (consultar figura 58).

Questão nº17. Considero que as aplicações de realidade aumentada reduzem o tempo de duração da bateria.

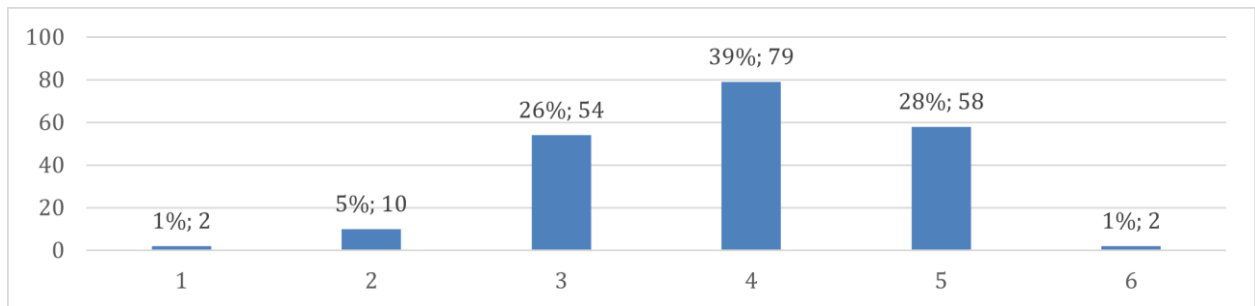


Figura 59 Considero que as aplicações de realidade aumentada reduzem o tempo de duração da bateria.

A 17.^a questão está relacionada a DURAÇÃO DA BATERIA dos dispositivos móveis quando disponibilizam aplicações de AR. Neste sentido 67% considera que as aplicações de AR reduzem a duração da bateria, em que 39% concorda e 28% considera muito evidente esta situação. Cerca de 26% não sabe e 6% não concorda, destes 5% não considera relevante e 1% discorda totalmente. Com estes resultados é possível afirmar que a maioria tem a opinião que esta condicionante é real, pelo que é necessário observar esta situação nos testes de implementação desta tecnologia (consultar figura 59).

3.3.3 Perceção de utilidade

A PERCEÇÃO DE UTILIDADE está relacionada com a possibilidade da aplicação ser uma ALTERNATIVA A UMA VISITA TRADICIONAL e se tem influência na melhoria da ACESSIBILIDADE.

Questão nº18. Considero importante que os museus acompanhem a inovação tecnológica e utilizem a realidade aumentada como forma de experienciar o Museu.

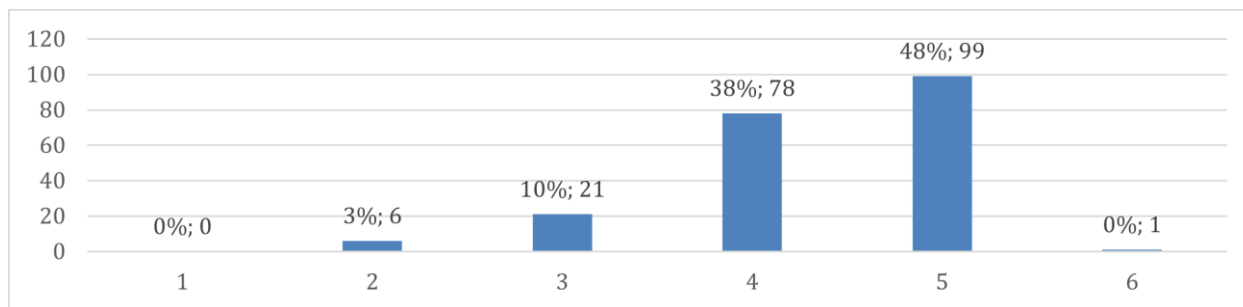


Figura 60 Considero importante que os museus acompanhem a inovação tecnológica e utilizem a realidade aumentada como forma de experienciar o museu.

A 18.^a questão está relacionada com a ALTERNATIVA A UMA VISITA TRADICIONAL, e pretende aferir se os inquiridos consideram importante que os museus utilizem a AR como uma forma de experienciar o Museu. Esta alternativa de visita foi considerada pertinente por 86%, em que 48% concorda plenamente e 38% concorda. Cerca de 10% não tem opinião e 3% não concorda. Os resultados permitem concluir que é importante que os museus acompanhem a inovação tecnológica e que utilizem a AR como forma de melhorar a experiência de visita (consultar figura 60).

Questão nº19. Considero que as aplicações de realidade aumentada podem melhorar a acessibilidade às pessoas com necessidades específicas (como: locomoção e visão).

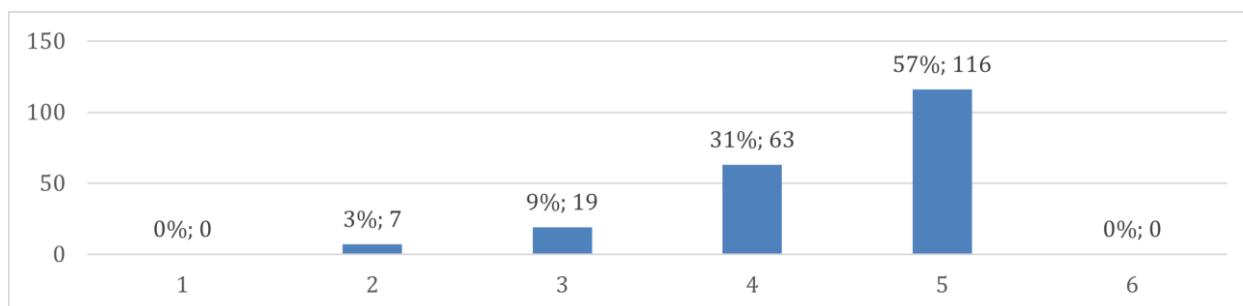


Figura 61 Considero que as aplicações de realidade aumentada podem melhorar a acessibilidade às pessoas com necessidades específicas (como: locomoção e visão).

A 19.^a questão está relacionada com a ACESSIBILIDADE, e pretende identificar a perceção dos inquiridos em relação à possibilidade desta tecnologia poder melhorar a acessibilidade para as pessoas com necessidades específicas (como: locomoção e visão). Neste sentido 88% considera que sim, e 57% concorda plenamente e 31% concorda com a utilização da AR para melhorar o acesso à informação, 9% não tem opinião e 3% não concorda. Estes resultados permitem considerar que as aplicações de AR podem melhorar a acessibilidade (consultar figura 61).

3.3.4 Percepção da facilidade de utilização

A PERCEÇÃO DE FACILIDADE DE UTILIZAÇÃO está relacionada com os problemas relacionados com o CUSTO E ESFORÇO e PERCEÇÃO DA FACILIDADE DE UTILIZAÇÃO.

Questão nº20. Considero que os problemas de utilização justificam a falta de investimento dos museus nas tecnologias de realidade aumentada.

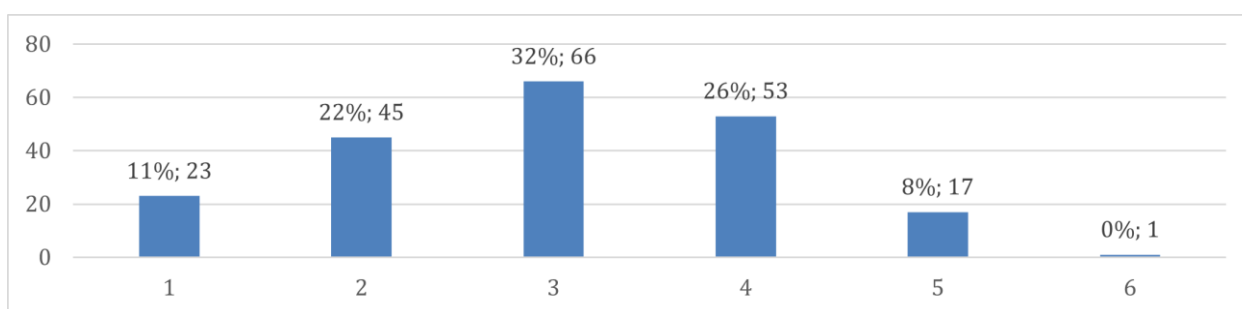


Figura 62 Considero que os problemas de utilização justificam a falta de investimento dos museus nas tecnologias de realidade aumentada.

A 20.^a questão está relacionada com o CUSTO E ESFORÇO de implementação da tecnologia de AR no Museu. Estas respostas foram muito equilibradas, pois temos do lado dos que não concordam 33% (11% discorda totalmente e 22% discorda), dos que não têm opinião 32% e do lado dos que concordam 32% (26% concordam e 8% concordam totalmente). Pelo que nos é possível aferir que não há uma opinião formada sobre se a falta de investimento dos museus na AR é devido aos problemas de utilização (consultar figura 62).

Questão nº21. Considero que utilizaria uma aplicação disponível através do navegador da Internet, na qual apenas fosse necessário “apontar” o meu telemóvel para um marcador e ter acesso à informação sobre o objeto, sem ter de descarregar nenhum programa.

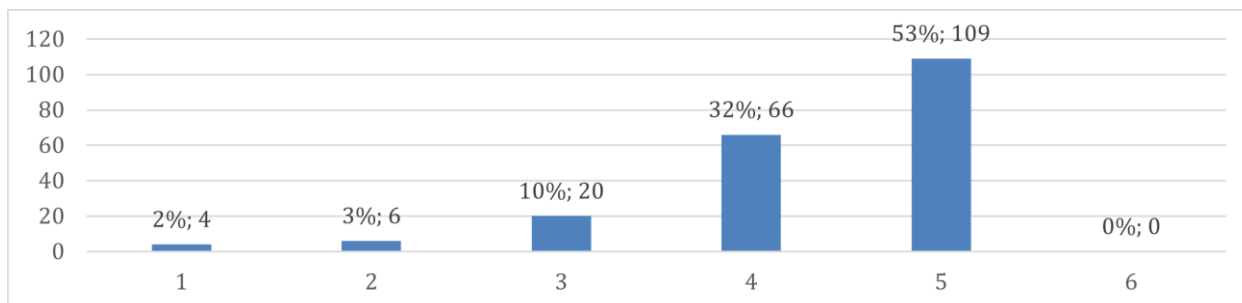


Figura 63 Considero que utilizaria uma aplicação disponível através do navegador da Internet, na qual apenas fosse necessário “apontar” o meu telemóvel para um marcador e ter acesso à informação sobre o objeto, sem ter de descarregar nenhum programa.

A 21.^a questão está relacionada com o PERCEÇÃO DA FACILIDADE DE UTILIZAÇÃO à possibilidade de a aplicação ser acedida através de um browser, sem necessidade de descarregar uma aplicação. Esta funcionalidade teve 85% de preferência (53% concordam plenamente e 32% concordam), 10% não tem opinião e 5% discorda (3% discorda e 2% discorda totalmente). Estes dados permitem perceber que os utilizadores utilizariam fortemente uma aplicação móvel em que apenas fosse necessário “apontar” o telemóvel para o acesso à informação (consultar figura 63).

3.3.5 Atitude em relação à utilização

Para o tópico ATITUDE EM RELAÇÃO À UTILIZAÇÃO é usada a percepção FAVORÁVEL nas questões 22 e 23 e DESFAVORÁVEL na questão 24.

Questão nº22. As aplicações de realidade aumentada destinam-se apenas aos jovens.

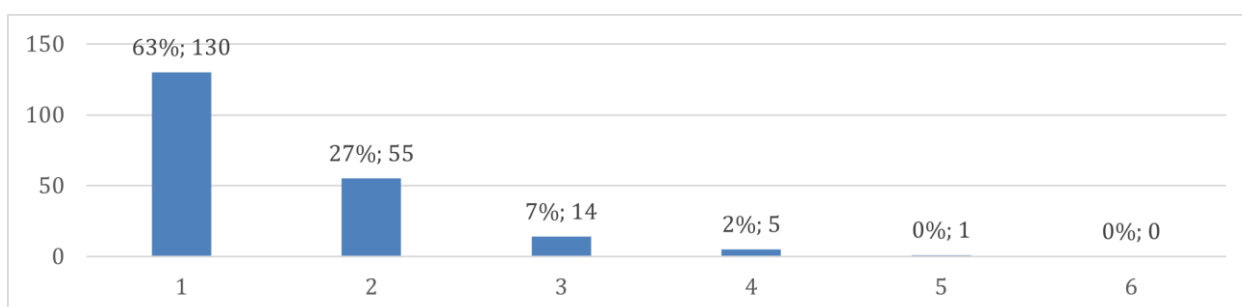


Figura 64 As aplicações de realidade aumentada destinam-se apenas aos jovens.

A 22.^a questão está relacionada com uma ATITUDE FAVORÁVEL à utilização de aplicações de AR se destinarem apenas aos jovens. Esta questão teve uma forte adesão na discordância com 90% dos inquiridos (63% discorda totalmente e 27% discorda), e apenas 7% não teve

opinião e 2% concorda. Os inquiridos consideram que as aplicações de AR não se destinam apenas aos jovens (consultar figura 64).

Questão nº23. Os jogos nos museus destinam-se apenas aos jovens.

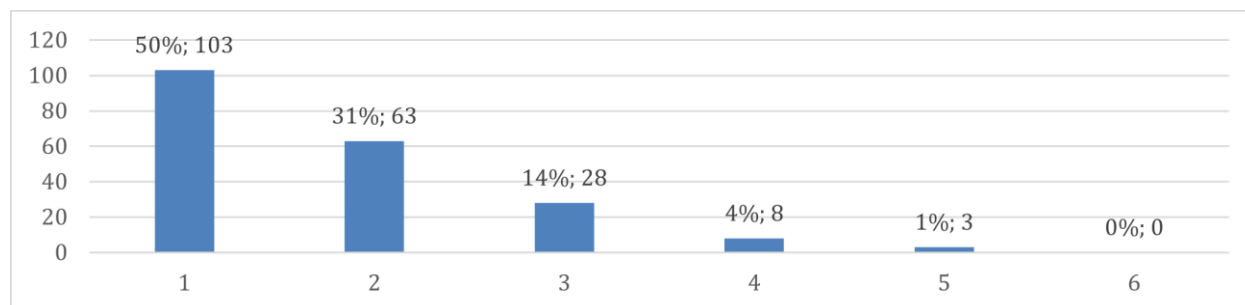


Figura 65 Os jogos nos museus destinam-se apenas aos jovens.

A 23.^a questão está relacionada com uma ATITUDE FAVORÁVEL à utilização de aplicações de jogos se destinarem apenas aos jovens. Discordaram com a afirmação 81% dos inquiridos (50% discorda totalmente e 31% discorda), e apenas 14% não teve opinião e 5% concorda (4% concorda e 1% concorda totalmente). Os inquiridos consideram que as aplicações com jogos não se destinam apenas aos jovens (consultar figura 65).

Questão nº24. O uso de uma aplicação de realidade aumentada pode influenciar negativamente a sociabilidade entre visitantes num museu.

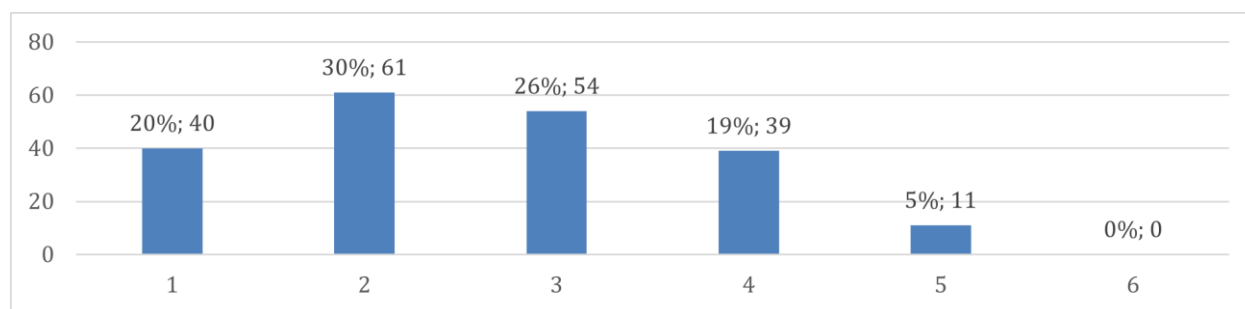


Figura 66 O uso de uma aplicação de realidade aumentada pode influenciar negativamente a sociabilidade entre visitantes num museu.

A 24.^a questão está relacionada com uma ATITUDE DESFAVORÁVEL em relação ao uso de uma aplicação com AR poder interferir com comunicação entre visitantes. As respostas discordantes foram 50% (20% discorda totalmente e 30% discorda), sem opinião 26% e com uma opinião concordante 24% (19% concorda e 5% concorda totalmente). Pelo que há uma tendência forte para discordarem da interferência que pode ter uma aplicação com AR na sociabilidade entre visitantes (consultar figura 66).

3.3.6 Intenção comportamental

O tópico INTENÇÃO COMPORTAMENTAL está relacionado com a INTENÇÃO DE UTILIZAÇÃO nas questões 25 e 26, e a necessidade de alguns requisitos como o ESPAÇO EM DISCO e o DESCARREGAR A APLICAÇÃO.

Questão nº25. Estou disposto a pagar por uma aplicação de realidade aumentada que melhore a minha experiência de visita.

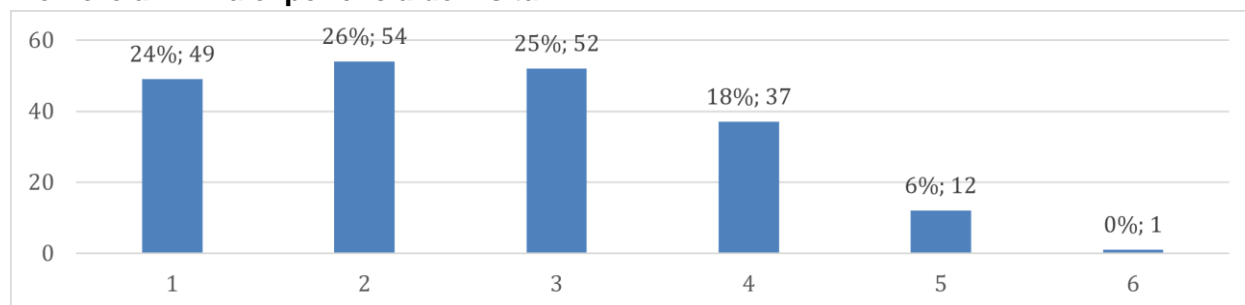


Figura 67 Estou disposto a pagar por uma aplicação de realidade aumentada que melhore a minha experiência de visita.

A 25.^a questão está relacionada com a INTENÇÃO DE UTILIZAÇÃO da aplicação no caso de esta ser paga, mesmo que melhore a experiência de visita. Pelo que 50% dos inquiridos responderam que não pagariam (24% discorda totalmente e 26% discorda). Os que teriam intenção de pagar foram 24% (18% concorda e 6% concorda totalmente) e os restantes 25% não têm opinião. É conclusivo que a maioria não está disposto a pagar por uma APP de AR que melhore a experiência no museu (consultar figura 67).

Questão nº26. Considero fácil a utilização de uma aplicação de realidade aumentada.

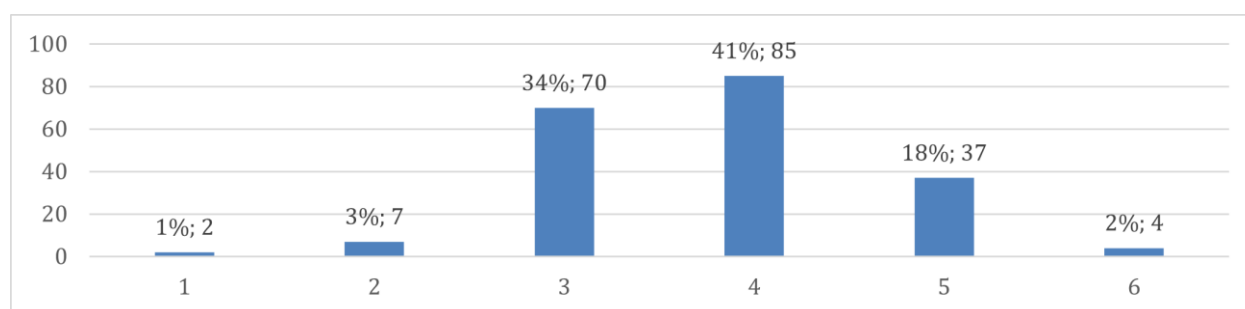


Figura 68 Considero fácil a utilização de uma aplicação de realidade aumentada.

A 26.^a questão está relacionada com a INTENÇÃO DE UTILIZAÇÃO da aplicação por considerarem de fácil uso. A maioria dos inquiridos considera fácil, cerca de 59% (41% concorda e 18% concorda totalmente). No entanto, temos 34% que desconhecem a facilidade

e 4% que acham difícil (3% discorda totalmente e 1% discorda). É possível considerar que a AR é de fácil utilização (consultar figura 68).

Questão nº27. Considero que as aplicações de realidade aumentada ocupam muito espaço na memória do telemóvel.

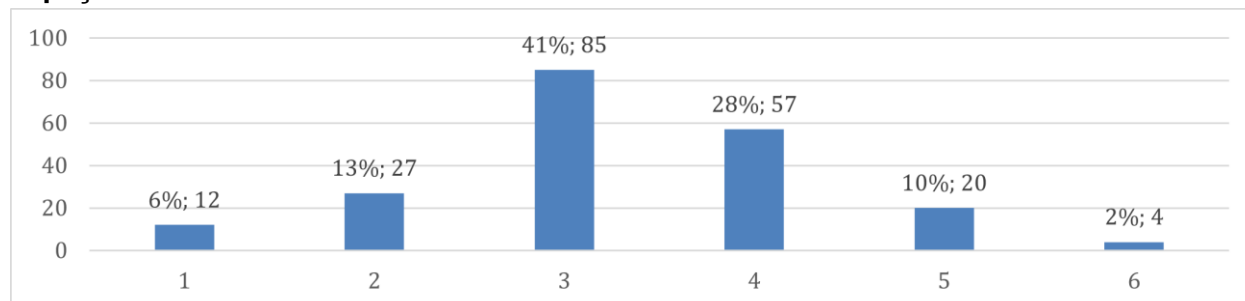


Figura 69 Considero que as aplicações de realidade aumentada ocupam muito espaço na memória do telemóvel.

A 27.^a questão está relacionada com O ESPAÇO EM DISCO ocupado por uma aplicação de AR no telemóvel. A maioria dos inquiridos, 41% desconhece o que acontece. Mas 38% considera que ocupam muito espaço (28% concorda e 10% concorda totalmente) e 19% desvaloriza esta situação (13% discorda e 6% discorda totalmente). Conclui-se que há pouco conhecimento sobre o espaço em disco ocupado por uma APP de AR, no entanto a tendência é para considerar que ocupam muito espaço (consultar figura 69).

Questão nº28. Considero que ter de fazer o download de uma aplicação de realidade aumentada, pode levar-me a não a utilizar.

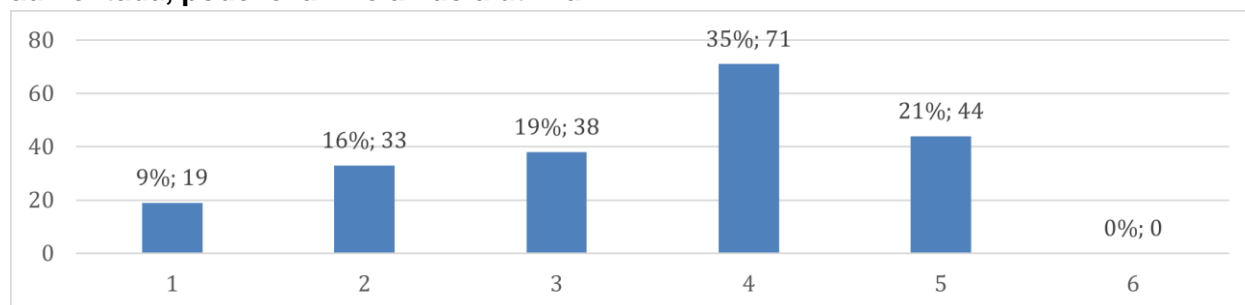


Figura 70 Considero que ter de fazer o download de uma aplicação de realidade aumentada, pode levar-me a não a utilizar.

A 28.^a questão está relacionada com a necessidade de se ter de DESCARREGAR A APLICAÇÃO com realidade aumentada poder levar o utilizador a não a utilizar. Concordam com esta desvantagem 56% dos inquiridos (35% concorda e 21% concorda totalmente), e 19% não sabe se o faria e 25% que descarregaria a aplicação (9% discorda e 16% discorda totalmente). Pelo que a maioria concorda em que ter de fazer o download de uma APP, faria com que desistissem de a utilizar (consultar figura 70).

3.3.7 Uso real do sistema

O tópico relacionado com o USO REAL DO SISTEMA é definido pela CURVA DE INTERESSE nas questões 29 e 30.

Questão nº29. Considero que as recomendações de outros visitantes através de uma aplicação, podem ajudar-me a definir um percurso de visita.

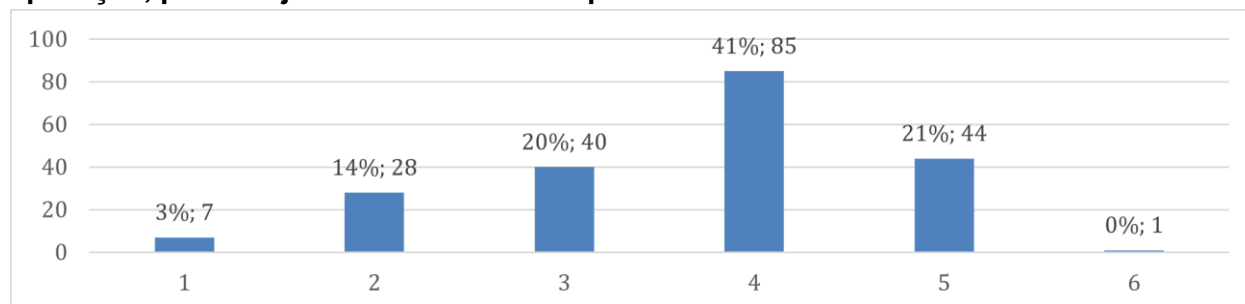


Figura 71 Considero que as recomendações de outros visitantes através de uma aplicação, podem ajudar-me a definir um percurso de visita.

A 29.^a questão está relacionada com a CURVA DE INTERESSE poder aumentar, com as recomendações de outros visitantes na decisão da escolha de um percurso de visita. Para 62% dos inquiridos estas recomendações têm influência (41% concorda e 21% concorda totalmente), e 20% não tem opinião e 17% considera que não tem influência. Podemos concluir que a maioria considera que as recomendações de outros visitantes, pode ajudar a definir um percurso de vista (consultar figura 71).

Questão nº30. Considero que no caso da aplicação de realidade aumentada ser um jogo, o factor competitivo é importante.

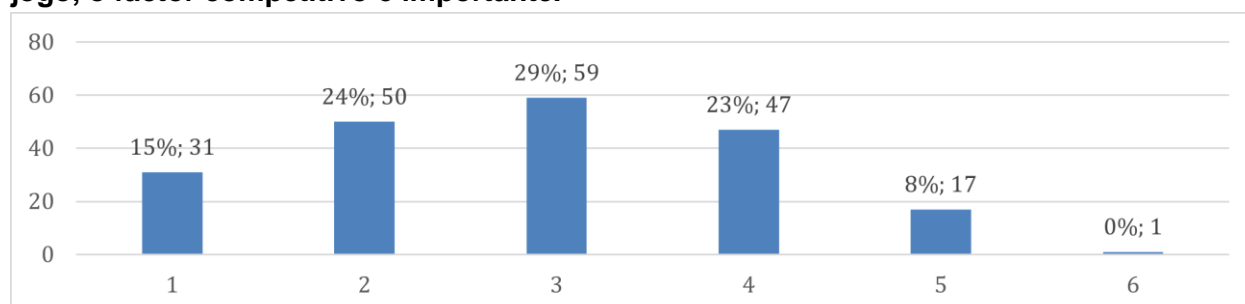


Figura 72 Considero que no caso da aplicação de realidade aumentada ser um jogo, o factor competitivo é importante.

A 30.^a questão está relacionada com a CURVA DE INTERESSE poder aumentar caso a aplicação de AR ser um jogo competitivo. Nesta questão, 36% considera que o fator competitivo não é importante (24% discorda e 15% discorda totalmente). Há 29% que não

tem uma opinião definida e 31% que acham que o factor competitivo é importante (23% concorda e 8% concorda totalmente). Estes dados revelam que o fator competitividade não é relevante no caso de se tratar de um jogo com AR. (figura 72)

3.2.8 Modelo de design de experiências

O modelo de design de experiências pretende identificar o tipo de PÚBLICO, nas vertentes de jogador: EXPLORADOR, COLABORATIVO, COMPETITIVO, CRIATIVO e COCRIAÇÃO. E fazer questões acerca de projetos existentes com temática no DESIGN DE EXPERIÊNCIAS que incluíam a AR como: jogos de sobreposição de conteúdos com objetivo de CAPTAR A ATENÇÃO, aplicações que utilizam a sobreposição de uma PERSONAGEM VIRTUAL, guias de visita com recurso a uma PERSONAGEM VIRTUAL HISTÓRICA, sobreposição da imagem sobre um AMBIENTE HISTÓRICO. E de validar experiências com diferentes tipos de apresentação da informação como: apresentação de uma camada de informação do objeto que NÃO É VISÍVEL, a visualização da informação numa LINHA CRONOLÓGICA e a manipulação de imagens e as QUESTÕES DE AUTORIA.

PÚBLICO

Questão nº31. Considero interessante uma aplicação que coloca o visitante no papel de detetive, propondo-lhe a procura de objetos com o objetivo de construir uma linha cronológica.

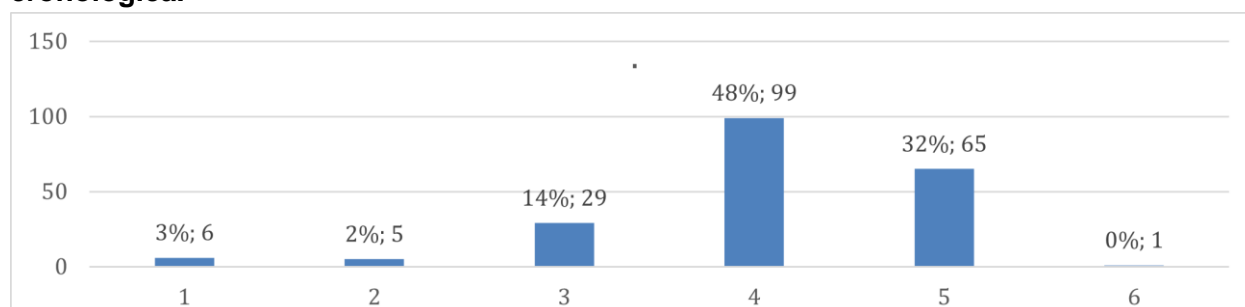


Figura 73 Considero interessante uma aplicação que coloca o visitante no papel de detetive, propondo-lhe a procura de objetos com o objetivo de construir uma linha cronológica.

A 31.^a questão está relacionada com a identificação do TIPO DE JOGADOR EXPLORADOR. Neste sentido foram identificados 80% dos inquiridos (48% concorda e 32% concorda totalmente) que consideram que gostariam de participar num jogo de exploração. Cerca de 14% não sabe e 5% não considera interessante (5% discorda e 3% discorda totalmente). É notório que a maioria dos inquiridos considera que no Museu seria um tipo de jogador explorador (consultar figura 73).

Questão nº32. Considero que se pudesse colecionar os objetos de que mais gostei durante a visita, recolhendo boas imagens, partilhava essas imagens nas redes sociais.

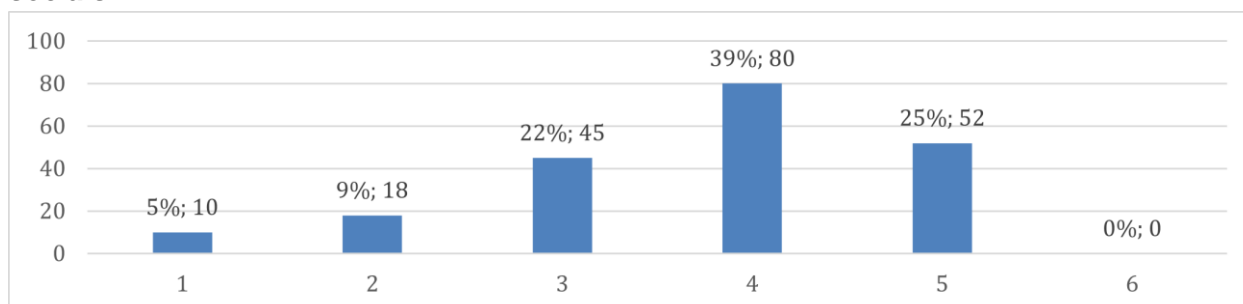


Figura 74 Considero que se pudesse colecionar os objetos de que mais gostei durante a visita, recolhendo boas imagens, partilhava essas imagens nas redes sociais.

A 32.^a questão está relacionada com a identificação do TIPO DE JOGADOR COLABORADOR. Responderam afirmativamente 64% dos inquiridos que partilhavam as imagens dos objetos que mais gostaram (39% concorda e 25% concorda totalmente), pelo que 22% não sabe se o faria e 14% não partilharia (9% discorda e 5% discorda totalmente). Os visitantes gostam de colecionar itens e de os partilhar, pelo que são também jogadores colaborativos na sua maioria (consultar figura 74).

Questão nº33. Utilizaria uma aplicação que tivesse um jogo que premiasse as respostas corretas a perguntas, sendo o prémio colecionar um álbum de imagens dos objetos em exposição.

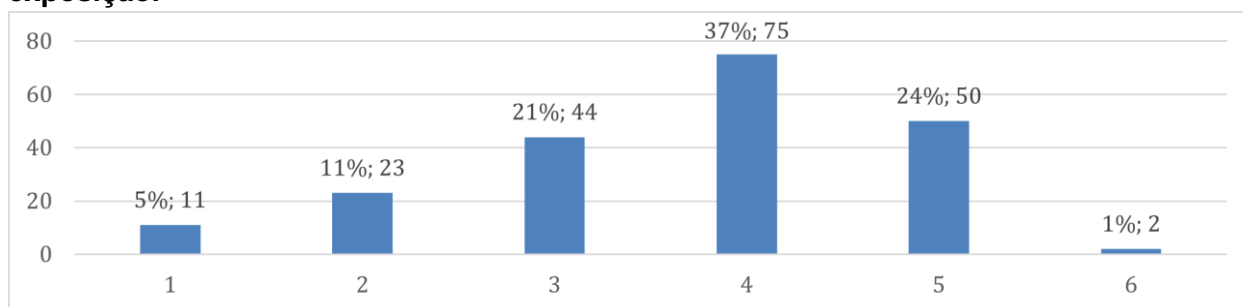


Figura 75 Utilizaria uma aplicação que tivesse um jogo que premiasse as respostas corretas a perguntas, sendo o prémio colecionar um álbum de imagens dos objetos em exposição.

A 33.^a questão está relacionada com a identificação do TIPO DE JOGADOR COMPETITIVO. Com 61% de inquiridos a afirmarem que jogariam um jogo de perguntas/respostas (37% concorda e 24% concorda totalmente), 21% não sabe e 16% tem interesse no jogo (11% discorda e 5% discorda totalmente). Apesar de não ser um resultado muito expressivo sobre a utilização de um jogo de perguntas cujo prémio seria o de colecionar um álbum de imagens, a maioria considera que jogaria o jogo (consultar figura 75).

Questão nº34. Considero interessante a manipulação da imagem de um objeto museológico para dar origem a um novo objeto.

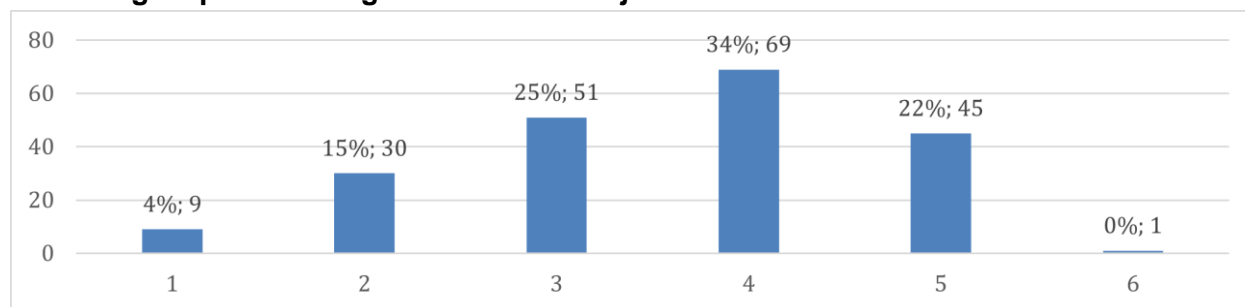


Figura 76 Considero interessante a manipulação da imagem de um objeto museológico para dar origem a um novo objeto.

A 34.^a questão está relacionada com a identificação do TIPO DE JOGADOR CRIATIVO. Os 56% dos inquiridos acham que manipulação de uma imagem pode ser interessante (34% concorda e 22% concorda totalmente), e 25% não sabe. Apenas 19% não considera interessante (15% discorda e 4% discorda totalmente). Pelo que a maioria considera a manipulação criativa de uma imagem de um objeto museológico uma atividade interessante (consultar figura 76).

Questão nº35. Considero interessante que haja atividades em ambiente de *workshop* no Museu, que recorram a aplicações de realidade aumentada com o intuito criativo de exploração da coleção.

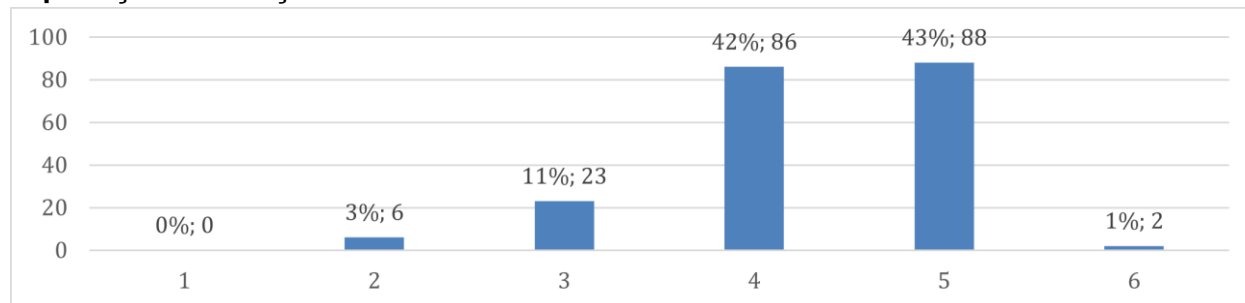


Figura 77 Considero interessante que haja atividades em ambiente de *workshop* no Museu, que recorram a aplicações de realidade aumentada com o intuito criativo de exploração da coleção.

A 35.^a questão está relacionada com a identificação do TIPO DE JOGADOR CRIATIVO. A maioria com 85% dos inquiridos considera que participava num *workshop* criativo com AR no Museu, 11% que não sabe e apenas 3% não o faria. Estes dados revelam que há uma maioria que considera muito interessante as atividades de AR em ambiente de *workshop* que promovam a exploração criativa da coleção (consultar figura 77).

3.3.9 Design de experiências

Questão 36. Considero que um jogo como, “descobre as diferenças” entre um quadro real e o que está a ser visualizado numa aplicação de realidade aumentada, pode ajudar o visitante a ficar mais atento a pormenores desse quadro.

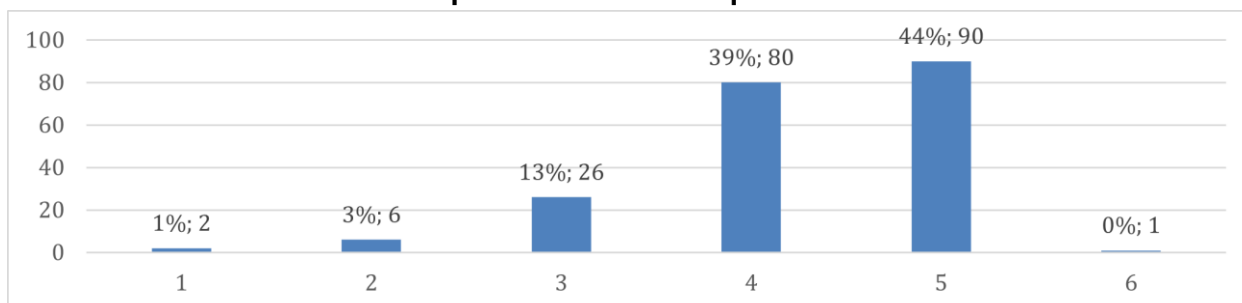


Figura 78 Considero que um jogo como, “descobre as diferenças” entre um quadro real e o que está a ser visualizado numa aplicação de realidade aumentada, pode ajudar o visitante a ficar mais atento a pormenores desse quadro.

A 36.^a questão está relacionada com a possibilidade da aplicação com AR melhorar a ATENÇÃO DO VISITANTE. Em que 83% dos inquiridos considerou que um jogo de descobre as diferenças em AR pode ajudar o visitante a prestar mais atenção (39% concorda e 44% concorda totalmente). Apenas 13% não tem opinião e 4% não jogava (3% discorda e 1% discorda totalmente). A maioria considera que um jogo de diferenças entre o real e o que está a ser visualizado no ecrã com AR pode ajudar a captar a atenção do visitante (consultar figura 78).

Questão nº37. Considero importante a existência de uma aplicação de realidade aumentada que, ao apontar a câmara do telemóvel para um esqueleto, visualize o animal em 3D no ecrã.

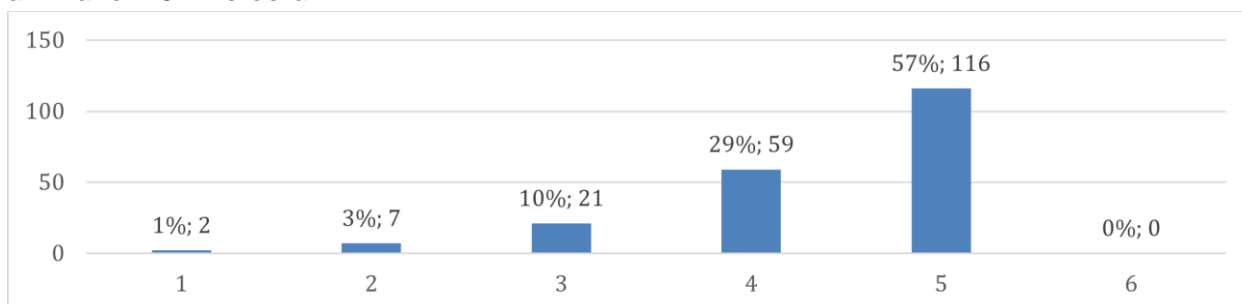


Figura 79 Considero importante a existência de uma aplicação de realidade aumentada que, ao apontar a câmara do telemóvel para um esqueleto, visualize o animal em 3D no ecrã.

A 37.^a questão está relacionada com a possibilidade de integração de uma PERSONAGEM VIRTUAL em AR na aplicação, onde é possível visualizar um animal sobreposto ao seu esqueleto. Esta aplicação teve 86% de concordância (29% concorda e 57% concorda

totalmente). Com cerca de 10% sem opinião e 4% que discorda (3% discorda e 1% discorda totalmente). Pelo que é possível afirmar, que o uso de AR com a sobreposição de um animal virtual sobre um esqueleto real pode ser muito importante (consultar figura 79).

Questão nº38. Utilizaria uma aplicação de realidade aumentada cujo guia fosse um modelo virtual de uma personalidade histórica.

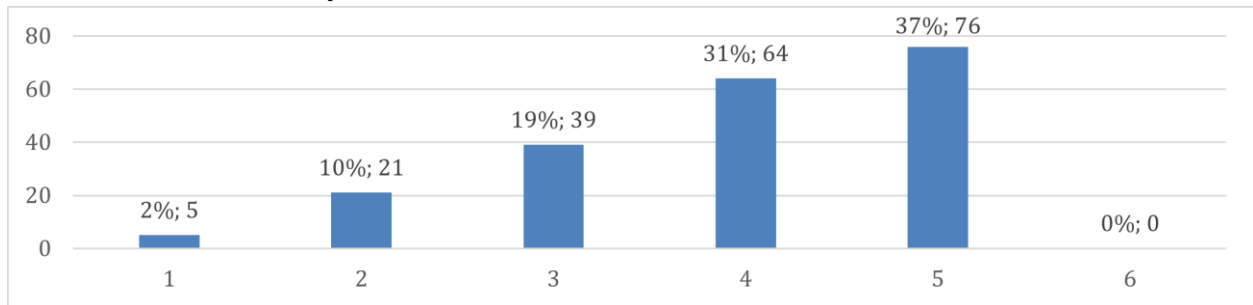


Figura 80 Utilizaria uma aplicação de realidade aumentada cujo guia fosse um modelo virtual de uma personalidade histórica.

A 38.^a questão está relacionada com a possibilidade de integração de uma PERSONAGEM VIRTUAL HISTÓRICA como guia de visita. A esta questão, responderam positivamente 68% (em que 37% concorda plenamente e 31% concorda), sem opinião 19%, e responderam negativamente 12% (em que 10% discorda e 2% discorda totalmente). Pelo que a maioria considera interessante uma aplicação com uma personagem virtual de uma personalidade histórica como guia (consultar figura 80).

Questão nº39. Considero entusiasmante colocar um objeto museológico no seu ambiente histórico, através de realidade aumentada, como por exemplo, uma ânfora romana numa cozinha da época.

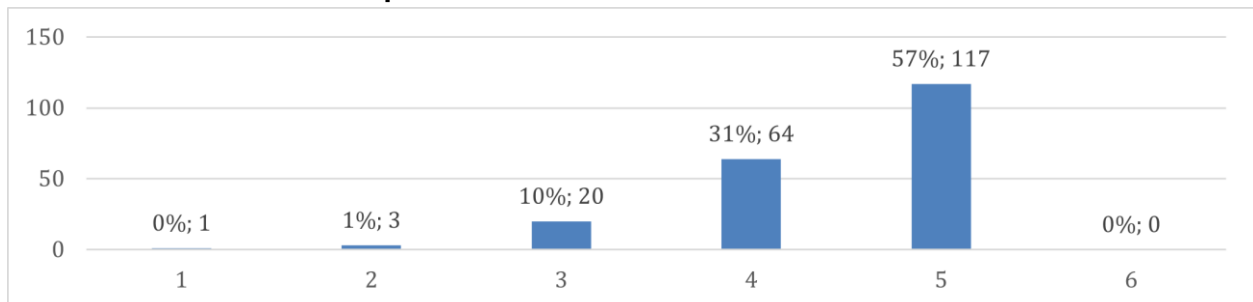


Figura 81 Considero entusiasmante colocar um objeto museológico no seu ambiente histórico, através de realidade aumentada, como por exemplo, uma ânfora romana numa cozinha da época.

A 39.^a questão está relacionada com a possibilidade de incluir um AMBIENTE HISTÓRICO numa peça museológica através de AR. Esta possibilidade teve 88% de adesão positiva (31% concordam e 57% concorda totalmente), 10% não teve opinião e 1% não concorda. É conclusivo que a maioria considera muito entusiasmante colocar o objeto no seu contexto histórico com recurso à AR (consultar figura 81).

Questão nº40. Considero importante visualizar os documentos antigos (de arquivo) ou a imagem em raio-x de uma tela de um quadro, para revelar o que se encontra escondido por baixo da sua superfície.

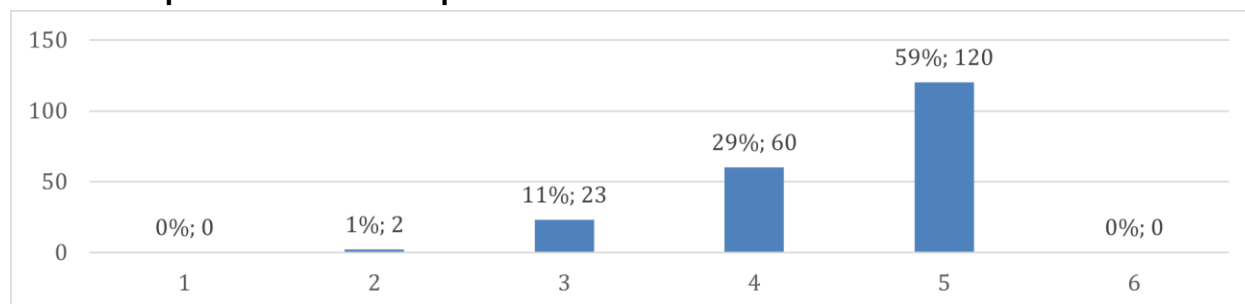


Figura 82 Considero importante visualizar os documentos antigos (de arquivo) ou a imagem em raio-x de uma tela de um quadro, para revelar o que se encontra escondido por baixo da sua superfície

A 40.^a questão está relacionada com a possibilidade de incluir a INFORMAÇÃO NÃO VISÍVEL a olho nu. Para esta possibilidade 88% acha importante (29% concordam e 59% concorda totalmente), 11% não tem opinião e 1% não concorda. Pelo que se conclui que a maioria concorda que é muito importante a visualização de documentos antigos, ou uma visualização de Raio-x para revelar o que não é visível a olho nu (consultar figura 82).

Questão nº41. Considero cativante uma aplicação em realidade aumentada que mostra a linha cronológica e o mapa da origem de um objeto, correlacionando-o com outros objetos em exposição.

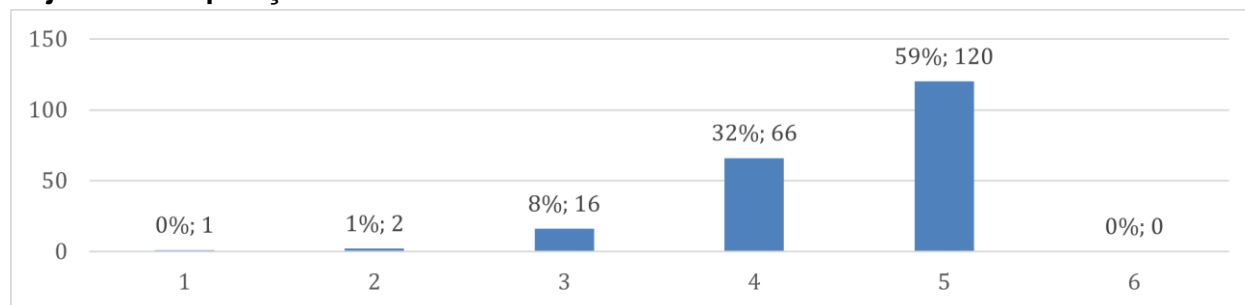


Figura 83 Considero cativante uma aplicação em realidade aumentada que mostra a linha cronológica e o mapa da origem de um objeto, correlacionando-o com outros objetos em exposição.

A 41.^a questão está relacionada com a apresentação da informação através de uma LINHA CRONOLÓGICA. Esta questão teve 91% de respostas positivas (32% concordam e 59% concorda totalmente), 8% não tem opinião e 1% não concorda. Concluindo-se assim, que os visitantes consideram muito importante a contextualização temporal e espacial dos objetos através de uma linha cronológica (consultar figura 83).

Questão nº42. Considero que a manipulação da imagem de uma obra de arte desrespeita o autor.

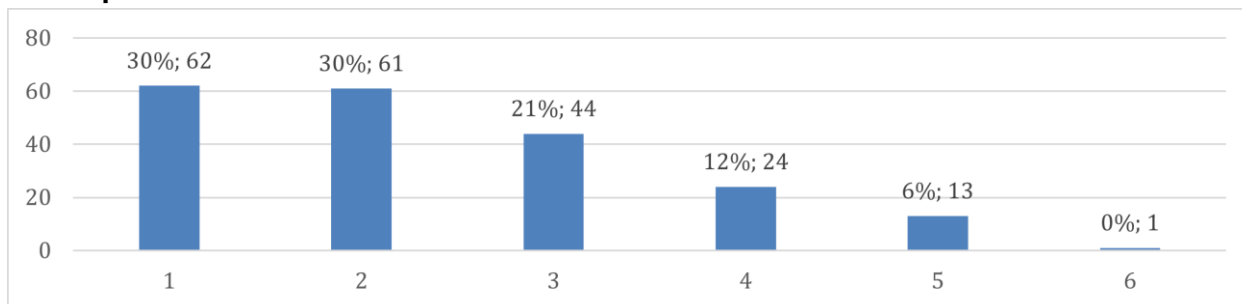


Figura 84 Considero que a manipulação da imagem de uma obra de arte desrespeita o autor.

A 42.^a questão está relacionada com QUESTÕES DE AUTORIA, nomeadamente na manipulação de uma imagem de uma obra de arte. Em que 60% não considera um desrespeito (30% discorda e 30% discorda totalmente), 21% não tem opinião e 18% considera um desrespeito (12% concordam e 6% concorda totalmente). Pelo que a maioria não considera que a manipulação de uma imagem de uma obra de arte, não desrespeita o autor (consultar figura 84).

3.4 Síntese da análise

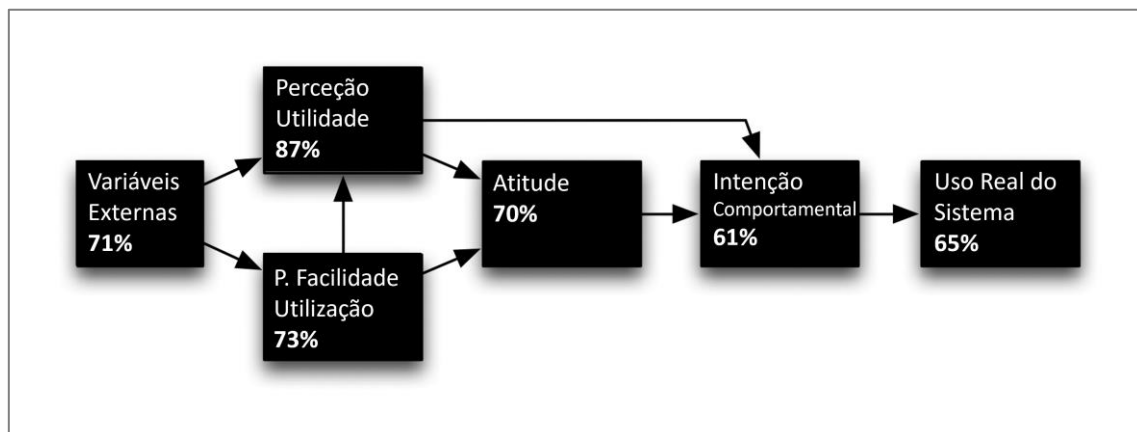
As questões enumeradas anteriormente, permitiram identificar a perceção que os visitantes e profissionais de museus têm sobre a importância da utilização da tecnologia de AR nos museus e traçar linhas orientadoras para a sua inclusão. De seguida serão apresentados os resultados do TAM que permitiram identificar a adaptabilidade desta nova tecnologia ao público e um segundo ponto que identifica aspetos relacionados com o design de experiências.

3.4.1 Análise do Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM)

Os resultados do Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM), respondem a questões de aceitabilidade e usabilidade, e ajudam a identificar os requisitos básicos necessários para que os jogos e AR sejam implementados nas visitas aos museus e sejam aceites pelos utilizadores. Este modelo conceptual proporciona um ponto de partida para a futura investigação.

Para a sua criação foram utilizadas as questões apresentadas no início deste capítulo, até à pergunta 30. Na tabela 22 em Anexo C, é apresentado o número das perguntas que serviram para calcular os valores do Modelo TAM. Algumas das questões foram colocadas propositadamente invertidas, para obrigar os inquiridos a terem mais atenção nas respostas. Essas questões foram (6, 8, 9, 10, 11, 13, 17, 22, 23, 27, 28).

Tabela 3 Modelo de análise para o TAM com integração dos dados tratados



Na tabela 3, é perceptível como muito positiva a intenção comportamental de utilização deste tipo de tecnologia, pois não existe nenhum valor negativo a apresentar.

As VARIÁVEIS EXTERNAS que condicionam e influenciam a utilização apresentam valores positivos de 71%. Estes incluem a QUALIDADE DA INFORMAÇÃO a liderar com 91% e a QUALIDADE DO SISTEMA com 78%, estão relacionadas com a QUALIDADE & SISTEMA com 84%. O que demonstra não haver problemas que dificultem a implementação a estes níveis pois há de um modo geral uma percepção que a apresentação da informação através deste sistema é muito eficaz. ¹³³

A nível dos CUSTOS DE UTILIZAÇÃO temos valores de 60%, pelo que esta condicionante pode ser uma variável importante a ter em conta. Isto porque há uma percepção de que a AR é dispendiosa e que há custos de acesso envolvidos.

¹³³ Para estes valores foram usadas as questões relativas à QUALIDADE DA INFORMAÇÃO: foi analisada a ATRATIVIDADE DA INFORMAÇÃO e a RELEVÂNCIA DA INFORMAÇÃO. Para a QUALIDADE DO SISTEMA foram analisados os pontos SUPORTE DE MULTILÍNGUA, SUPORTE DE LÍNGUA GESTUAL, QUALIDADE DA NAVEGAÇÃO e PERSONALIZAÇÃO.

O factor de RISCO está elevado com 87%, mas isso deve-se essencialmente às questões de privacidade e de segurança. Ao nível da INOVAÇÃO PESSOAL temos 69% que se referem ao entusiasmo e ao factor de capacidade de impressionar (WOW factor). As CONDIÇÕES FAVORÁVEIS à implementação tiveram 52% com valores desfavoráveis ao nível da utilização da bateria e indecisão em relação à disponibilização de um dispositivo para acesso à aplicação.

Estas variáveis influenciam, a PERCEÇÃO DE UTILIDADE que teve 84%, este item está relacionado com a percepção de que poderá ser uma solução alternativa a uma visita tradicional, e também a percepção ao nível acessibilidade, ou seja, melhora a experiência de visita.

Também influenciam a PERCEÇÃO DA FACILIDADE DE UTILIZAÇÃO que teve 91%, esta está relacionada com os custos e esforços necessários por parte dos museus para a sua implementação, mas também a nível dos utilizadores que preferem aceder à aplicação através de um browser, sem necessidade de descarregar uma aplicação.

Estes dois últimos pontos têm relação direta com a ATITUDE em relação à utilização da tecnologia, que teve 70%, esta está relacionada a percepção que esta não se destina apenas a jovens, e também com o facto de esta não ter influência na socialização entre visitantes.

A INTENÇÃO COMPORTAMENTAL está relacionada com a Percepção de Utilidade e a Atitude de utilização, e esta teve 58% pela questão financeira, pois os utilizadores podem não estar dispostos a pagar por uma APP e também por terem a percepção que poderão ter dificuldades na sua utilização. Um outro factor de desvantagem é que há utilizadores que consideram que uma aplicação de AR ocupa muito espaço em disco nos dispositivos móveis e o terem de descarregar pode levá-los a desistir de a utilizar.

O USO REAL DO SISTEMA é o resultado de todos os outros fatores apresentados anteriormente, e obteve 65%. Neste ponto foi escrutinada a Curva de Interesse demonstrado, e aplicasse à questão relacionada com as recomendações de outros visitantes na definição de um percurso de visita e no factor competitivo ser relevante num jogo com AR. O que é particularmente interessante pois o modelo de jogo que usa a AR mais popular é o *Pokemon GO*, onde estes dois fatores são fatores de sucesso.

Em síntese é possível afirmar que este Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM), nos sugere uma boa aceitação por parte do público na implementação de jogos e AR em museus.

Também foi possível identificar que o público considera que esta tecnologia não condiciona nem interfere de uma forma negativa nas visitas e não retira a atenção dos objetos expostos. É considerada como sendo uma tecnologia que potencia e melhora a informação, bem como a comunicação entre visitantes. Há uma percepção de que a implementação desta, faz o museu acompanhar tecnologicamente a sociedade.

3.4.2 Análise do Modelo de Design de Experiências

No sentido de conhecer o público e desenhar experiências cativantes que vão de encontro com o interesse, foram desenvolvidas questões que permitem identificar as tipologias de jogadores para quem serão criadas experiências. Também foi possível perceber o interesse por algumas experiências cuja possibilidade de execução é real, em que algumas delas até já foram implementadas.

O público que visita os museus é essencialmente um público que gosta de explorar (80%), não só pela natureza do próprio local com o foco nos objetos expostos, mas também pela maioria das abordagens dos serviços educativos que procuram este tipo de atividades. A origem dos museus vem dos colecionadores de relíquias, nesse sentido o público que visita o museu também gosta de colecionar e vê interesse em jogos que permitam fazê-lo e partilhá-lo. Este público que gosta de colaborar teve 64%. O público que gosta de desafios que lhe permitam obter prémios e reconhecimento são os jogadores competitivos (61%). Os museus têm na sua gênese serem locais de inspiração, pelo que os jogadores criativos (56%) podem ser cativados com atividades de manipulação criativa de um objeto museológico, dando origem a um novo objeto. Também consideram que há interesse que os espaços expositivos, sejam espaços criativos de exploração da coleção, com recurso a *workshops* cujo desafio seja a criação de jogos (85%).

Para as questões relacionadas com o design de experiências, foi tido em conta projetos atuais que incluíam a AR como por exemplo um jogo que capta a atenção em que seja possível identificar as diferenças entre o real e o que está em AR (83%). Na questão da personalização e inclusão de personagens virtuais, podemos ter informação adicional como a visualização de animais sobrepostos ao seu esqueleto (86%), ou a nível do entretenimento a utilização de personagens históricas que narram como guias (68%). Ao nível do ambiente virtual é possível colocar um objeto no seu contexto histórico (88%) e em termos de acesso a informação não visível a olho nu, temos a visualização de Raio-x para revelar o que não é visível a olho nu, ou a visualização de documentos antigos por não ser possível manipulá-los (88%). Foi tida como informação muito relevante nesta área, a contextualização temporal e espacial dos

objetos através de uma linha cronológica (91%). Para finalizar temos uma questão pertinente sobre a autoria, pois alguns museus têm promovido a manipulação de imagens de obras de arte e gostaríamos de perceber se o público acha que há um desrespeito pelo autor, e 60% não considera. Pelo que é possível admitir que a recriação de uma obra de arte é bem aceita pela maioria do público.

3.5 Considerações

Este estudo permitiu fazer um ponto de situação sobre o que pensa o público sobre a temática, e tem uma utilidade expressiva no desenvolvimento de aplicações deste tipo. Foi possível identificar os pontos mais vulneráveis que se prendem com o acesso à tecnologia, como as questões de download e de uso bateria, mas também é importante ter em conta questões de privacidade de utilização de dados. Mesmo com uma grande percentagem de utilizadores que nunca usaram este tipo de tecnologias, a ideia que transparece é que há bastante desconhecimento desta, mas há grandes expectativas com as possibilidades perspetivadas.

No final do questionário foi possível o público deixar um comentário, e é interessante perceber que este questionário ajudou o público a refletir (Anexo B). Referiam que achavam muito importante o uso destas tecnologias para um público que é cada vez mais digital. Mostraram alguma preocupação com uma possível interferência do público que poderá transportar um tablet, poder retirar visão aos restantes ou até mesmo alguma perturbação para aqueles que estão a fazer a visita em silêncio. Mas também, consideram que o uso de AR pode criar novas narrativas e ajudar o público a melhorar o ato de “ver” o objeto exposto. Mostraram ter a percepção que o uso destas tecnologias será algo inevitável no futuro e que o potencial que têm será um factor de atração para novos públicos.

4. DESIGN, PROTOTIPAGEM E IMPLEMENTAÇÃO

No capítulo 1 (Estado da Arte) foi dado realce aos tópicos de interesse que se prendem com as questões de investigação e que serviram de apoio bibliográfico para este capítulo. A metodologia de investigação está ligada à análise e reflexão de casos de estudo, que foram operacionalizados em duas instituições.

Neste capítulo serão apresentados os casos de estudo desta investigação que decorreram entre 2018 e 2021, em dois museus - no Jardim Botânico e na Galeria da Biodiversidade pertencentes ao segundo polo do Museu de História Natural e da Ciência da Universidade do Porto (MHNC-UP) e no Museu da Farmácia do Porto. Serão apresentadas diferentes tecnologias baseadas na localização que permitem experiências no local (espaço interior e exterior) e a possibilidade de disponibilizarem experiências lúdicas com realidade aumentada e jogos sérios.

O caso de estudo 1 - Projeto Beaconing decorreu no Jardim Botânico, no exterior da Galeria da Biodiversidade (GB) com recurso a tecnologia de localização GPS e minijogos com um percurso narrativo, intitulado “Como se divertem as flores?”.

O caso de estudo 2 - Galeria da Biodiversidade APP, foi desenvolvido para ser integrado no sistema de localização baseado em *beacons*, implementado na GB e que permitiu uma investigação conjunta com investigadores da Faculdade de Ciências da UP (FCUP). Para o desenvolvimento desta APP foram utilizados modelos participativos de coautoria com os *stakeholders* (equipa da GB e investigadores da FCUP), no formato de *workshop* participativo, cujo objetivo incluía a comunicação de ciência. Tornando os espaços museológicos em espaços laboratoriais na experimentação de tecnologias de AR e na conceção de conteúdos para as mesmas. Foram criadas experiências de AR em vários espaços, sem um percurso pré-definido, mas guiado por uma narrativa. Esta aplicação foi prototipada e foram realizados testes com utilizadores, o que permitiu contributos diferentes: a nível de análise do *feedback* do sistema de *beacons* na exposição; e ao nível da experiência de visita na identificação de princípios de *gamificação* importantes no design de experiências lúdicas.

Destes dois casos, com recurso à combinação das tecnologia de AR exterior e interior, surge o caso de estudo 3 - Galeria da Biodiversidade APP Flo[RA]. Esta experiência lúdica utiliza diferentes tecnologias de AR, recorrendo a princípios de gamificação, partilha e criação. Esta experiência inicia-se na GB, mais precisamente na sala da exposição permanente que

apresenta quatro vitrines que ocupam todas as paredes desta sala, com folhas de árvores do jardim exterior, formando um herbário exposto numa quadrícula, em que em cada quadrado está colocada uma folha com o nome científico e comum da espécie. Aqui o visitante deve procurar a metade da folha que tem no seu telemóvel e fazer o *match* com a folha que figura na vitrine. Daqui, é convidado a encontrar a árvore correspondente lá fora, no Jardim Botânico, onde inicia uma atividade de criação.

Para identificar a validade dos princípios numa outra instituição, foi escolhido o Museu da Farmácia do Porto onde foi realizado o caso de estudo 4 - Visita inclusiva ao Museu da Farmácia. Este projeto foi realizado em coautoria com outro investigador¹³⁴. Trata-se de uma visita inclusiva, para visitantes com dificuldades visuais e seus acompanhantes, com recurso a jogos e realidade aumentada. Esta experiência permite incluir princípios de acessibilidade à *framework Play the Museum* e melhorar a experiência da AR para mais públicos.

Na tabela 4, figuram os diferentes pontos que distinguem os casos de estudo, relacionados com diferentes fases do processo.

Tabela 4 Instrumento para análise dos casos de estudo

	Caso de estudo 1	Caso de estudo 2	Caso de estudo 3	Caso de estudo 4
Local	Exterior	Interior	Interior/Exterior	Interior
Tecnologia	GPS	<i>Beacons</i>	GPS/ <i>Beacons</i> /CV*	QR Codes/sensores
Idealização	Designers APP autoria	<i>Workshop</i> com Equipa Museu (coautoria) Designers	Designers Equipa Museu Informáticos	Designers Equipa Museu Informáticos
Implementação	Jogo linear	Protótipo de APP não linear	APP Flo[RA]	Protótipo de APP linear com modelos manipuláveis
Avaliação	Questionários de satisfação	Testes com utilizadores com observação Questionários Entrevistas	Testes com utilizadores com observação Questionários Entrevistas Testes de usabilidade	Testes com utilizadores com observação Questionários

*CV.- *Computer vision*. Reconhecimento de imagens por visão computacional.

¹³⁴ Roberto Ivo Vaz, investigador e estudante de doutoramento em Media Digitais

4.1 Caso de estudo 1 - Experiência lúdica no exterior do museu

4.1.1 Contexto

O primeiro estudo concretizou-se em fevereiro de 2018, num espaço universitário aberto ao público e à investigação. Trata-se de uma experiência lúdica realizada no exterior com recurso a GPS, com base num jogo pervasivo como forma de notificação dos pontos de interesse. Esta aplicação foi criada por uma equipa de especialistas e foi prototipada com recurso a uma ferramenta de criação de jogos, integrada no projeto internacional Beaconing.¹³⁵ Esta experiência foi avaliada por utilizadores que participaram em testes de observação e questionário de satisfação.

O caso de estudo desenvolveu-se no Jardim Botânico da Universidade do Porto, que é um espaço aberto à investigação onde trabalham diversos técnicos ligados à botânica e à museologia. Faz parte do Museu de História Natural da universidade e permite o acesso às espécies, integra-se na rede de museus de ciência viva. Este espaço é um lugar que combina Literatura, Botânica e História. O jardim foi a casa dos avós da célebre escritora portuguesa Sophia de Mello Breyner Andresen, tendo sido um espaço com grande influência na sua obra. Por isso uma visita ao JB não está completa sem o reconhecimento destas facetas tão distintas, mas complementares.

No desenvolvimento da aplicação participou um grupo de investigadores, estudantes de mestrado e um elemento da equipa do JB. Foram realizadas visitas exploratórias ao local com os guias de visita. Para o protótipo foi usada uma ferramenta de autoria onde foi possível integrar o sistema de GPS e selecionar os jogos. Inspirados por essa ideia de conjugar Literatura com Botânica, surge a aplicação intitulada *Como se divertem as Flores?*, onde foi desenvolvida uma experiência para os visitantes conhecerem esses aspetos sob a forma de um jogo baseado na localização que articula o conteúdo educacional em Botânica com a famosa história de *O Rapaz de Bronze* (1966) da autoria da Sophia de Mello Breyner Andresen. Neste jogo (que recorre ao GPS), os jogadores progredem à medida que encontram Pontos de Interesse (POI¹³⁶), movendo-se numa certa sequência entre eles, resolvendo desafios sugeridos por passos anteriores bem-sucedidos. Em cada POI, os jogadores são confrontados com desafios que podem ser resolvidos através da exploração do local, criando

¹³⁵ O Beaconing é uma plataforma de E-Learning que utiliza tecnologias como location-based e suportes gamificados para a criação de experiências didáticas e atividades para a sala de aula. Pode ser consultado em: <https://beaconing.eu/>

¹³⁶ POI (point of interest) - doravante será usado este acrónimo para indicar Ponto de Interesse.

uma relação entre Literatura e Botânica, todos encontrados *in situ*. Neste projeto, considerámos esta relação crucial para desenvolver o envolvimento do jogador com o espaço, e para instigar a consciência de localização nos jogadores.

4.1.2 Experiência no Jardim Botânico

O Jardim Botânico do Porto (JB) é um espaço com mais de quatro hectares de “pulmão verde” no centro da cidade do Porto (consultar figura 85) e tem um traçado delineado em finais do século XIX, apresenta espaços ajardinados diversificados que circundam a Galeria da Biodiversidade – Centro Ciência Viva, um espaço dedicado à divulgação das ciências biológicas, evolução e biodiversidade.

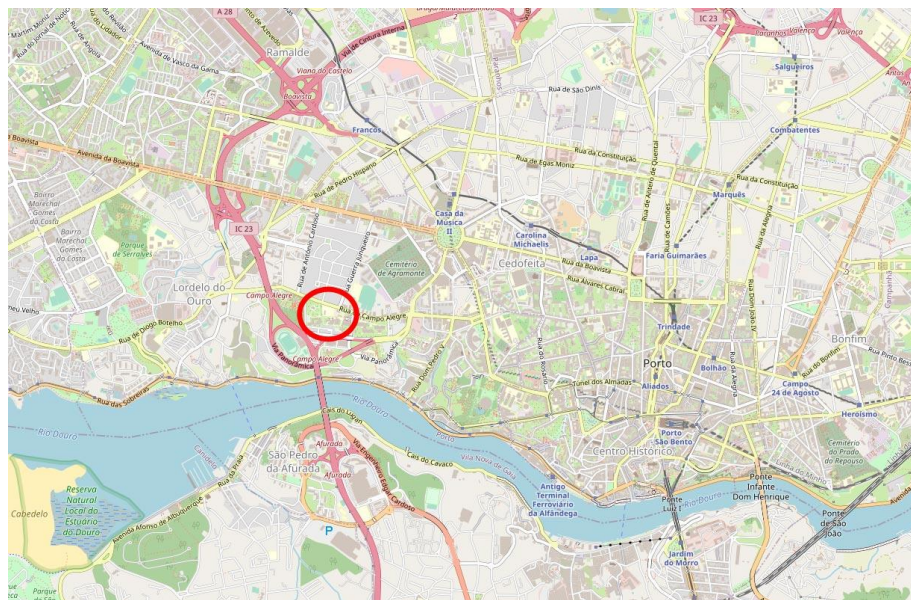


Figura 85 Mapa da cidade do Porto, com o Jardim Botânico do Porto assinalado na zona ocidental da cidade.

Este espaço é composto por uma flora diversificada que pode ser visitada através de percursos com diferentes tipos de ambientes. Está organizado em três patamares com características muito distintas. No primeiro patamar, situam-se os jardins formais, compartimentados por altas sebes de camélias centenárias, destacando-se os Bosquetes, o Jardim do Xisto, o Jardim do Peixe, o Roseiral e o Jardim dos Jotas. No segundo patamar, encontram-se o Jardim dos Catos e as estufas. O terceiro patamar, a cotas mais baixas, acolhe o Arboreto, a presa e o lago grande. Todos esses locais são visitáveis e podem ser visualizados na figura 86.

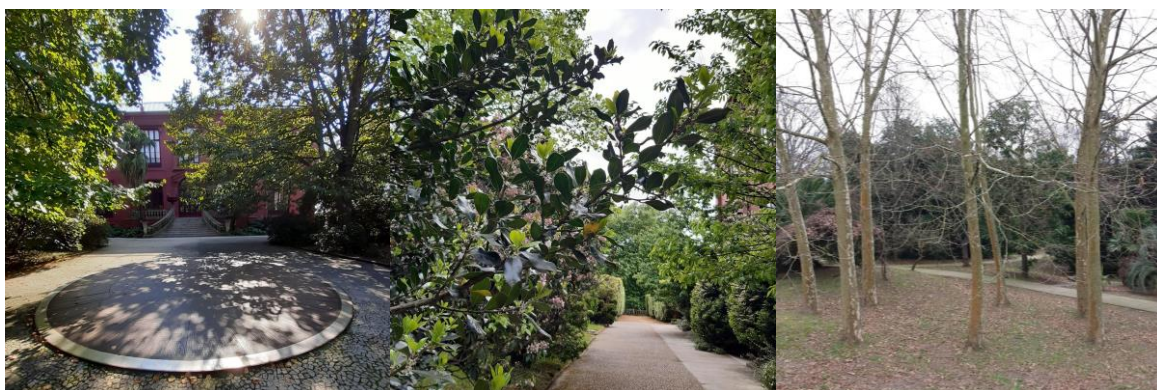


Figura 86 Imagens do Jardim Botânico, na primeira imagem está apresentada a escultura *Círculo da Vida*.

A experiência de visita tem uma narrativa linear, com um enredo resumido do livro que se desenrola por 6 pontos que percorrem a maior parte do percurso assinalado no mapa (figura 87).



Figura 87 Mapa do jardim Botânico do Porto com os pontos de interesse do percurso da aplicação assinalados.

O ecrã inicial apresenta um mapa com os pontos a visitar. O primeiro desafio inicia-se na entrada do jardim, na escultura *Círculo da Vida*, onde o visitante é convidado a descobrir o nome da nossa espécie, que se encontra no local. Com a resposta surgem as pistas para o

desafio seguinte. O segundo desafio pede para encontrar a fonte onde estava o “rapaz de bronze”, o herói da história. As pistas contêm os nomes científicos das árvores que podem ajudar na descoberta deste ponto de interesse. Também pode ser usado o sistema de localização através de um mapa (figura 88).



Figura 88 Da esquerda para a direita. 1) Ecrã do ponto inicial com o desafio. 2) Mapa de navegação com seis pontos de interação.

No POI 2, intitulado *O Rei do Jardim*, o jogador tem que acertar no nome do personagem com o puzzle de letras. Após a descoberta segue-se a pista para o próximo ponto. Este encontra-se no “Roseiral”, um local na parte de trás da casa (figura 89).

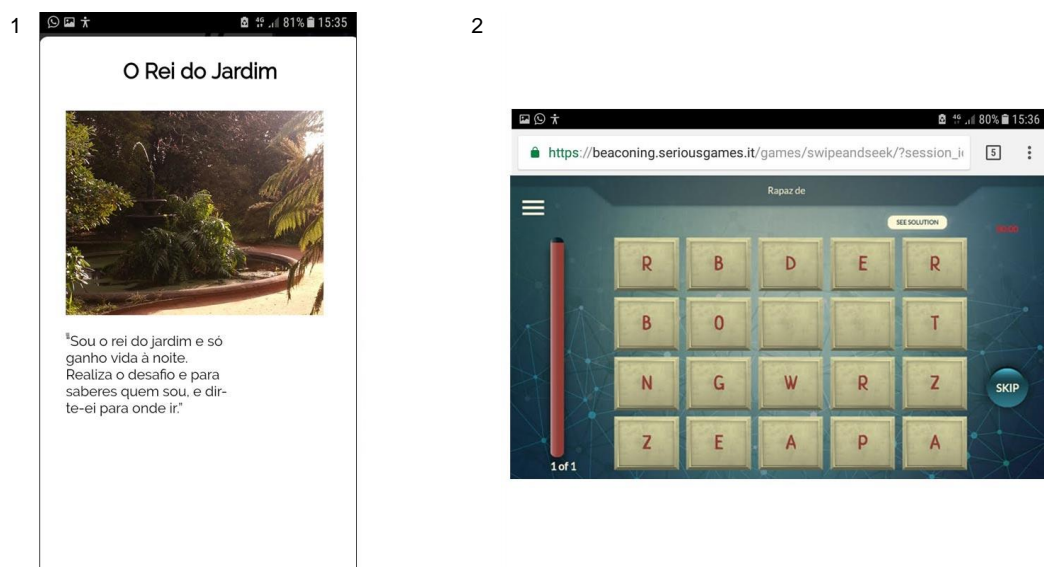


Figura 89 POI 2 1) Ecrã com o desafio de acertar o nome do personagem. 2) Puzzle de letras.

O POI 3 pede para jogar um *quiz*. Para isso tem que percorrer o espaço e encontrar as respostas, e para algumas delas tem até que usar o olfato. A finalização do desafio leva o visitante até à árvore do Liquidâmbar, uma árvore de grandes dimensões que nos apresenta à segunda personagem, o Gladiolo (figura 90).

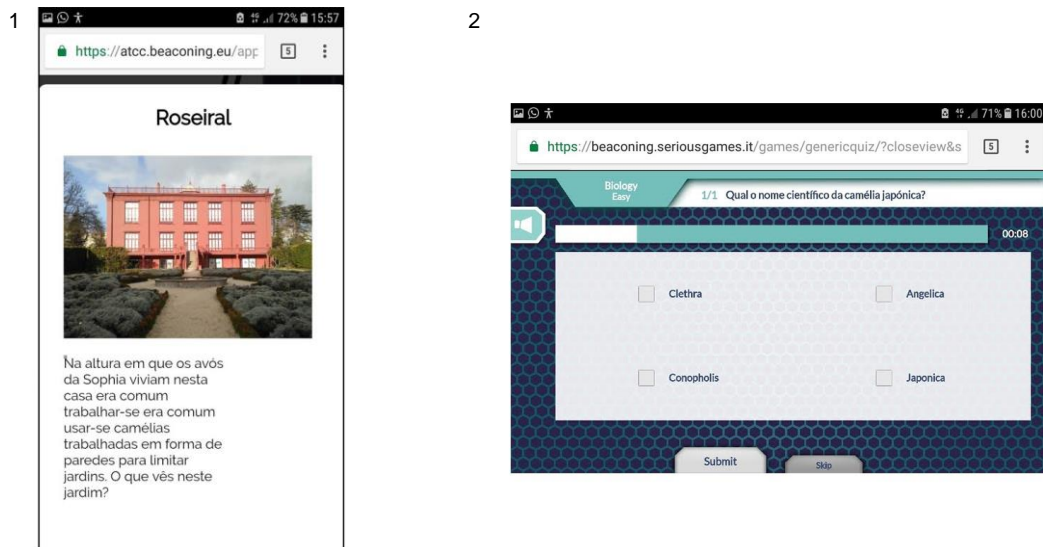


Figura 90 POI 3 1) Ecrã com a história. 2) Quiz com perguntas.

Neste POI 4 - *Bosque do Liquidâmbar*, temos o jogo do tipo *swipe*, onde se seleciona o intruso com um movimento na diagonal por entre várias imagens, distinguindo entre árvores e plantas. Este jogo leva-nos ao ponto seguinte (figura 91).

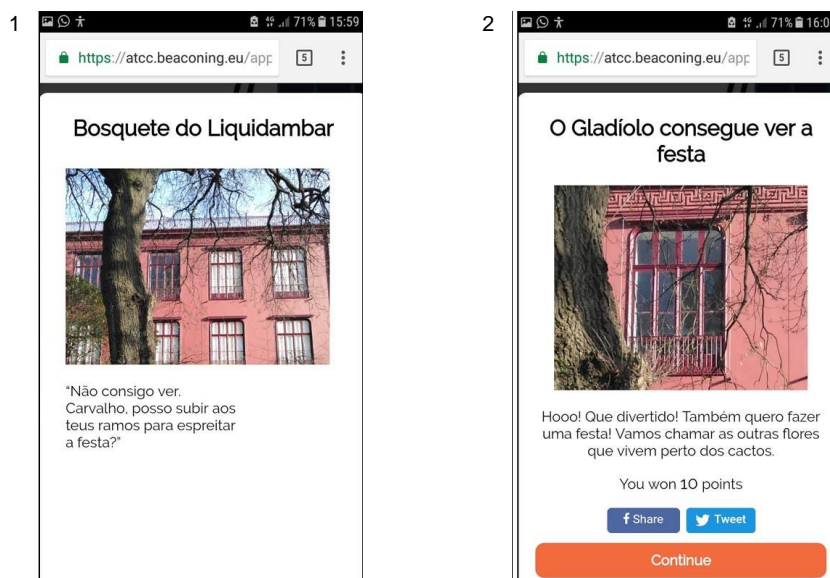


Figura 91 POI 4 1) Ecrã com a história. 2) Ecrã como feedback de sucesso do jogo.

O POI 5, que se encontra no *Jardim dos gatos*. Aqui é pedido que os visitantes encontrem uma espécie de gato e tirem uma *selfie*. Esta imagem dá acesso ao POI 6, o final do jogo que se assemelha a uma caça ao tesouro num local mais afastado, na “Clareira dos plátanos” (figura 92).

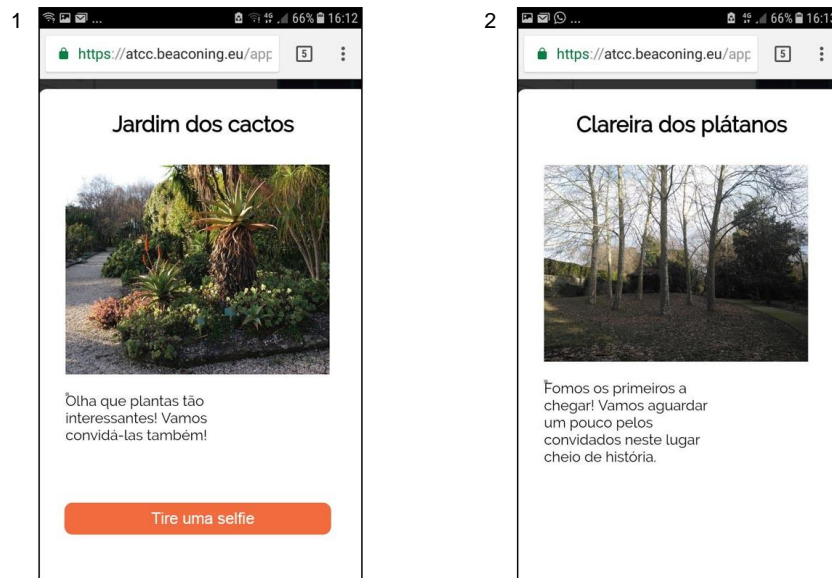


Figura 92 POI 5 1) Ecrã com a história e botão de tirar selfie. 2) Ecrã de chegada ao último ponto.

Aqui o jogador encontra o prémio final. Mas para isso, o visitante tem que ter percorrido todos os pontos e colecionado os itens. Cada modelo colecionado tem o nome da espécie. O total preenchimento deste álbum traz o prémio de lançamento dos dados e o jogador fica habilitado a um bilhete de entrada para a exposição da Galeria da Biodiversidade (figura 93).

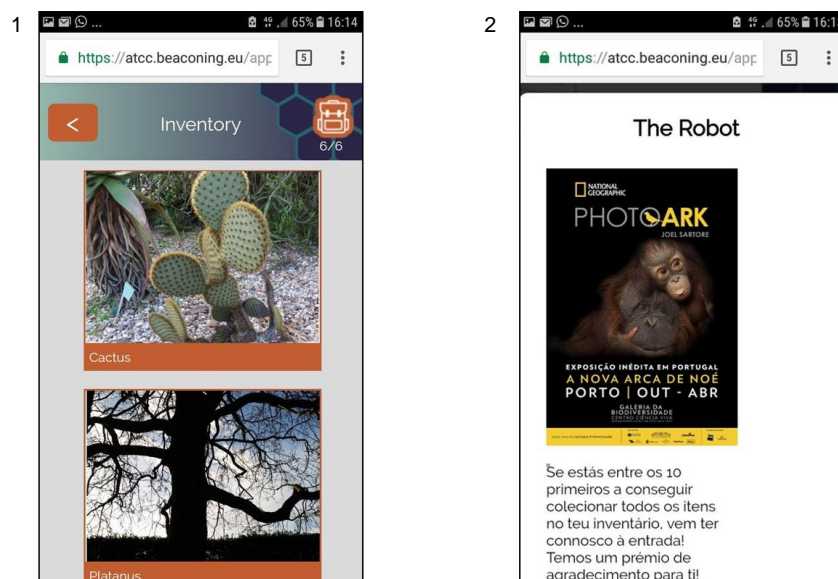



Figura 93 POI 6 1) Ecrã com a coleção de imagens dos pontos visitados. 2) Ecrã de final do jogo com o prémio.

4.1.3 Avaliação e análise dos dados

A equipa que desenvolveu a aplicação fez um dia de testes com um grupo de visitantes para recolher informações destes enquanto jogavam, agindo como observadores participantes e facilitadores para resolver questões tecnológicas e identificar problemas inesperados *in situ*. Foi desenvolvido um modelo de validação da experiência que consistia na identificação de que todos os POI eram encontrados, e realizados questionários no final da experiência (figura 94).

Questionário 10.02.2018

Idade: _____ Sexo: M / F Habilitações literárias: _____



Observações:

1 - Já alguma vez tinha estado no Jardim Botânico? SIM NÃO

2 - A atividade foi divertida? SIM INDIFERENTE NÃO GOSTO

3 - A interface funcionou corretamente? SIM NÃO

4 - Qual foi a dificuldade em encontrar os pontos de referência?
 SIM INDIFERENTE NÃO GOSTO

5 - Achou que a experiência foi gratificante a nível científico?
 SIM INDIFERENTE NÃO GOSTO

7 - Como avalia a narrativa do jogo?
 SIM INDIFERENTE NÃO GOSTO

8 - Escolha o desafio que mais gostou e que menos gostou.

1 - Círculo da Vida <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO GOSTO	4 - Bosquete do Liquidambar <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO GOSTO
2 - Rei do Jardim <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO GOSTO	5 - Jardim dos Cactos <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO GOSTO
3 - Roseiral <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO GOSTO	6 - Clareira dos Plátanos <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO GOSTO

9 - Considera importante usar o seu telemóvel para fazer a visita?
 SIM INDIFERENTE NÃO GOSTO

10 - Preferia ter feito a visita sem um caminho definido? SIM INDIFERENTE NÃO GOSTO

11 - Acha que os jogos tornaram a experiência mais divertida?
 SIM INDIFERENTE NÃO GOSTO

12 - Acha que os jogos ajudaram a aprender? SIM INDIFERENTE NÃO GOSTO

13 - Partilhava a selfie que fez na visita? SIM INDIFERENTE NÃO GOSTO

GOSTO INDIFERENTE NÃO GOSTO SIM NÃO

Figura 94 Questionário de avaliação da experiência.

Através do método de observação e da análise dos inquéritos a 19 jogadores aleatórios, identificamos que cerca de 79% dos entrevistados acharam a experiência gratificante a nível científico, cerca de 83% descobriram que os jogos tornaram a experiência mais divertida, e cerca de 95% compreenderam que os minijogos os ajudaram a aprender o conteúdo.

Conclui-se que os jogadores estavam envolvidos com a experiência, e que foi bem aceite entre famílias e grupos de crianças/adolescentes. A aprendizagem através de um jogo

baseado na localização provou ser divertida e enriquecedora, no entanto, surgiram certas questões para a nossa consideração em trabalhos futuros que se prendem com a observação direta dos facilitadores e que foram analisados posteriormente com a equipa. Estas questões estão relacionadas com o percurso. Foi sugerido que este poderia ser não-linear e com livre acesso aos pontos de interesse, sem uma narrativa linear. A forma de acesso aos pontos de interesse, poderiam ou não ter indicação no mapa, de forma que o visitante não fosse obrigado a olhar sempre para o telemóvel para aceder a estes. Também se poderiam utilizar outras mecânicas de jogos, nomeadamente utilizar atividades com AR. Ao nível da avaliação da experiência, deveria ser preparada uma ferramenta que desse auxílio à observação nos testes com os utilizadores e possibilitar a análise da experiência individual, com a utilização de questionários e entrevistas, de forma a recolher informação quantitativa e qualitativa relevante para a investigação.

Um outro ponto analisado prende-se com a ferramenta de autoria utilizada, esta tem limitações ao nível dos jogos disponibilizados e também de adequação ao ecrã, pelo que deverá ser necessário encontrar outras soluções. E também outras metodologias de criação de aplicações, com recurso a outras ferramentas de prototipagem, que permitam a implementação de jogos com diferentes mecânicas, incluindo a AR.

4.1.4 Considerações e contributos para o *framework* Play the Museum

A análise desta experiência permitiu estabelecer princípios orientadores para o design de experiências em espaços exteriores, com a seguinte lista:

1. Nos jogos pervasivos é necessário um *feedback* positivo nas diferentes atividades, criando um ambiente de aprendizagem para o jogador, motivado pelo sucesso, pelo que mesmo o insucesso do jogador deve ter como *feedback* uma mensagem construtiva a reforçar o que foi aprendido com informação pertinente.
2. As atividades devem ser direcionadas para a observação no local e não orientadas por conteúdos que impliquem conhecimento prévio. O que permite alargar a abrangência etária das aplicações, tornando possível a sua jogabilidade por diferentes grupos.
3. Os conteúdos devem ter uma linguagem simples e direta, utilizando frases curtas. Cada atividade deve cingir-se a uma ideia que esteja em sintonia com a mecânica do jogo em questão.

4. As atividades criativas devem permitir o uso de várias ferramentas e devem ter a possibilidade de partilha social.
5. Os jogos sérios devem ter em conta os diferentes momentos de jogo para os jogadores durante o percurso (ativo, passivo), no sentido de proporcionar uma envolvimento emocional e espacial.
6. Os objetos encontrados no jogo devem ser escolhidos pela capacidade de inspirar a curiosidade e estimular a aprendizagem.

4.1.5 Síntese

O primeiro caso de estudo é uma experiência lúdica no exterior, com recurso ao sistema de localização GPS. Teve como objetivo identificar princípios utilizados em jogos relacionados com a exploração no exterior. Consiste numa “caça ao tesouro” com minijogos no Jardim Botânico do Porto. A experiência foi concebida por um grupo de investigadores (designers) e um elemento da equipa do jardim (biólogo). O processo de desenvolvimento da aplicação envolve princípios de design participativo, com uma visita ao local e recurso ao *brainstorming* para a análise e discussão dos objetivos a integrar na solução. Para a idealização recorreu-se ao desenho de *mockups* e sua discussão. Para o desenvolvimento de um protótipo foi usada uma aplicação de autoria que serviu para a realização de testes com utilizadores. Durante os testes com utilizadores realizados pela equipa que desenvolveu a aplicação, verificou-se que o jogo no telemóvel era uma ferramenta divertida para uma visita em grupo, porque os visitantes aprendem em conjunto e comunicam para avançar no jogo, o que ocorreu em grupos da mesma faixa etária e em grupos de famílias com pelo menos quatro elementos. A seleção dos pontos de interesse teve em conta a narrativa e um percurso com uma distância que permite a exploração de diferentes áreas do jardim. Os conteúdos da aplicação têm em consideração o princípio de que as respostas aos desafios estão na exploração do espaço e não recorrem a conhecimentos prévios, para que se adequem a todas as idades e não darem vantagem a nenhum dos elementos. O percurso é pré-definido e recorre a uma história da escritora Sofia de Melo Breyner Andresen, para orientar os participantes entre os pontos de interesse. Em cada ponto há um minijogo e a escolha da mecânica é essencial pois deve passar a mensagem do museu. O que não ocorreu no jogo do *swipe*, pois esta mecânica que *corta* as imagens ao meio não se adequa a uma mensagem de preservação. Também foi verificado que as questões do *quiz* devem conduzir os visitantes a procurar as respostas no local, o que não ocorreu em todas as questões. Por exemplo, quando foram solicitadas respostas que recorriam a conhecimentos prévios. O que funcionou bem para todas as idades foram questões que implicam uma exploração do local, nesse

sentido também funcionou bem a narrativa com frases curtas, pois os visitantes não devem estar muito presos com a aplicação, esta deve apenas ser mediadora da visita. Um ponto que sentimos que a aplicação poderia ter explorado é a capacidade de inspirar e de utilizar os recursos no espaço para criar conteúdos e partilhá-los, o que existiu na recolha da selfie, mas que poderia ter sido mais explorado. Verificou-se que a visita tem diferentes momentos, uns de agitação quando se explora o local e outros com mais tranquilidade como nos jogos, no entanto se tiverem tempo definido, esta situação pode alterar-se. Verificou-se que a mecânica de colecionar imagens em cada ponto, dava a sensação de *feedback* da aplicação e os visitantes sentiram-se recompensados. Também permitiram dar a sensação de cumprimento do percurso pois havia a indicação do número de POI percorridos, até chegar ao último ponto onde existia um prémio, que consistiu num sorteio de bilhetes para a Galeria da Biodiversidade (museu no mesmo espaço do jardim, mas com acesso pago). Este jogo foi avaliado com um questionário simples de satisfação aos visitantes que demonstraram ter gostado da experiência. No entanto, poderíamos ter recolhido mais *feedback* dos participantes em relação à experiência se tivessem sido realizadas entrevistas individuais e em grupo.

Este caso de estudo permitiu recolher informação importante relacionada com a tecnologia (GPS) e com o processo de criação e testagem de uma aplicação com LBG. Foi possível identificar princípios para a criação de aplicações com um percurso pré-definido e com uma narrativa entre pontos de interesse. Permitiu percebermos a importância da escolha dos pontos de interesse e a forma de acesso aos conteúdos através de atividades lúdicas que exploram o local. Permitiu estabelecer uma linha de investigação que incluía a implementação deste tipo de aplicações com a participação da equipa do museu, que se prolongou nos casos de estudo 2 e 3.

4.2 Caso de estudo 2 - Experiência lúdica no interior do museu

4.2.1 Contexto

O segundo caso de estudo foi realizado no interior da Galeria da Biodiversidade. Tinha como objetivo implementar uma aplicação lúdica com recurso a BLE *beacons* existentes no espaço. Este espaço museológico é “um espaço onde a arte se cruza com a biologia e a história natural, estimulando uma panóplia de experiências sensoriais, propositada e cuidadosamente concebidas para celebrar a diversidade da vida. A Galeria da Biodiversidade é o primeiro espaço museológico do mundo criado de raiz segundo a filosofia da museologia total”¹³⁷ Os módulos expositivos incluem modelos mecânicos e vitrines que apresentam conceitos diversos. Sendo que não existe um percurso expositivo pré-definido, alternando-se modelos que permitem a manipulação com conteúdos apresentados em vitrines. A aplicação incide sobre as vitrines que não permitem a manipulação dos visitantes e que amplificam o conteúdo científico. A aplicação relaciona-se com o espaço expositivo, por não ter uma narrativa linear, permitindo uma visita livre, sem relacionamento entre as diferentes atividades propostas na aplicação.

A investigação neste local foi conduzida em duas fases.

4.2.2 Criação de experiências com designers

Este caso de estudo teve dois momentos preparatórios para a realização dos workshops. No momento A, participaram estudantes do curso de Especialização em Design de Interação, Web e Jogos da Universidade do Porto. Estes fizeram visitas guiadas ao espaço, seguidas de sessões de *design thinking* em contexto de aula, no sentido de elaborar um conceito de visita multimédia. Em junho de 2019, dois estudantes com a nossa supervisão, apresentaram a prototipagem e a implementação de uma atividade e de um jogo com recurso a AR. Esta fase contribuiu para a identificação das tecnologias necessárias ao desenvolvimento do design e à conceção de jogos pervasivos com recurso a AR. Os protótipos foram apresentados à GB, nos workshops como exemplo.

Em paralelo, decorreu o momento B, onde participaram os membros da equipa da Galeria da Biodiversidade (GB) e realizaram-se sessões em ambiente informal que permitiram apresentar e debater estratégias digitais (utilizando recursos como *storytelling*, realidade

¹³⁷ Texto descritivo retirado do site do museu, <https://mhnc.up.pt/galeria-da-biodiversidade/> Acedido em 1 de abril e 2021.

aumentada, geolocalização e jogos) implementadas nos principais museus, sempre com o intuito de se manterem fiéis à sua missão e de criarem novas abordagens de interação com as suas coleções. Foram discutidas diversas soluções potenciais, como narrativas com som, imagens em 360°, animações em vídeo, jogos exploratórios, vídeos 360, entre outras. Esta abordagem inicial permitiu um trabalho de recolha de ideias dos participantes, que se materializaram nos *workshops*.

4.2.3 *Workshops* participativos na Galeria da Biodiversidade

Os *workshops* decorreram em fevereiro de 2020 e permitiram idealizar um protótipo de aplicação que foi implementado no local. Foram realizados testes com utilizadores e analisados os dados de questionários e entrevistas até outubro de 2021.

Foram realizados 3 *workshops* de desenho de experiências lúdicas em espaço museológico na Galeria da Biodiversidade. Participaram membros da equipa dos serviços educativos, com o objetivo de criar os conteúdos para um protótipo funcional. Destes, resultaram 7 *mockups* de experiências de jogos pervasivos e de realidade aumentada. Neste grupo focal participaram 16 pessoas no total.

No primeiro *workshop* fizeram-se 2 grupos e concluiu-se que o número de participantes deveria ser reduzido. Para além disso, deveria existir um facilitador em cada grupo. Desta forma, nos *workshops* seguintes participaram 8 e 6 elementos respetivamente, que formaram 2 grupos, cada um com um investigador (facilitador). Nestas atividades estiveram presentes também duas investigadoras, também em doutoramento¹³⁸, que deram diferentes tipos de apoio. Como observadoras participantes no apoio aos grupos e como observadoras não participantes na captura de imagens, e na recolha de notas de observação, no final ambas ajudaram na análise crítica geral.

¹³⁸ Viviane Melo designer, investigadora e estudante do doutoramento em Design da Faculdade de Belas Artes da UP e Liliana Santos bióloga, investigadora e estudante do doutoramento em Media Digitais da UP.



Figura 95 Imagem do ambiente preparado para o workshop com desenhos da aplicação *Quiver* e o Lego que demonstraram as potencialidades da AR. Também há um registo das notas com a calendarização, para controle da atividade.

A metodologia implementada baseou-se em princípios do design participativo, apresentados na tabela 3 por etapas.

Tabela 5 Metodologia Design Thinking com co-criação

PLAY THE MUSEUM - METODOLOGIA DESIGN THINKING COM CO-CRIAÇÃO		
FASES DO PROCESSO	ETAPAS / ACTIVIDADES	RESULTADOS
FASE 1 ENTENDIMENTO DO PROBLEMA	ETAPA 1 EXPLORAÇÃO DO ESPAÇO	ENVOLVIMENTO DOS PARTICIPANTES
	ETAPA 2 INTRODUÇÃO DA TECNOLOGIA	
FASE 2 DESIGN E ANÁLISE	ETAPA 1 DEBATE DE IDEIAS	PROPOSTA
	ETAPA 2 DESIGN DE MOCKUPS	
FASE 3 CONSTRUIR E IMPLEMENTAR	ETAPA 1 DESIGN COM CONTEÚDOS REAIS	PROTOTIPO
	ETAPA 2 DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO	
	ETAPA 3 TESTES NO LOCAL	
FASE 4 AVALIAR A ACEITAÇÃO	ETAPA 1 OBSERVAR UTILIZADORES	TESTES COM UTILIZADORES
	ETAPA 2 APLICAR QUESTIONÁRIOS	
	ETAPA 3 ENTREVISTAR	
FASE 5 VERIFICAR	ETAPA 1 ANÁLISE DE RESULTADOS	DOCUMENTAR
	ETAPA 2 CONCLUIR	
	ETAPA 3 IMPLEMENTAR	

4.2.3.1 Fase 1 - Entendimento do Problema

Os *workshops* começaram com uma visita ao local no intuito de os fazer ‘olhar’ para o espaço com um espírito criativo. Essa visita incluiu uma sessão de atividades de “quebra-gelo”. De seguida foram apresentados alguns exemplos de aplicação da tecnologia de realidade aumentada, para dar a conhecer algumas das suas potencialidades. Como exemplos, foram apresentados um jogo de lego com AR e um desenho na aplicação *Quiver*.¹³⁹

4.2.3.2 Fase 2 - Design e Análise

Depois disso, os participantes dividiram-se em pequenos grupos e definiram quais os objetivos, qual a mensagem que queriam transmitir para cada local, e a exposição que escolheram. De seguida, foram realizadas sessões de *brainstorming* entre participantes, nos quais debateram os conteúdos e mecânicas de jogo que achavam mais adequados para os seus objetivos e tendo em conta o público-alvo escolhido. Para ajudar nessa tarefa, foi apresentada uma tabela com os tipos de jogadores a que se destinavam (exploradores, competitivos, criativos e colaborativos) e as respetivas atividades para cada um dos tipos. (figura 96)

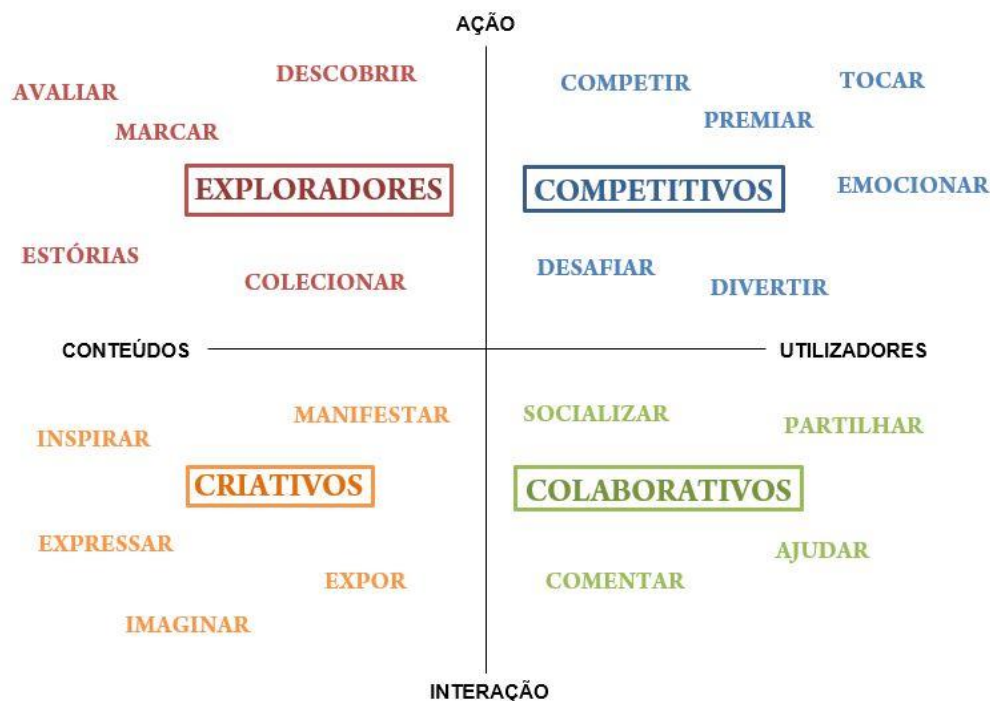


Figura 96 Modelo taxonómico de motivação de jogadores (exploradores, competitivos, criativos e colaborativos)

¹³⁹ A aplicação *Quiver* combina coloração de desenhos de contorno com a tecnologia de realidade aumentada. Por exemplo, pode-se colorir um desenho de uma lagarta e com a realidade aumentada visualizar esse animal em 3D animado com as cores que usamos para colorir. A lagarta em 3D pode ser manipulada e transformada em borboleta através de ferramentas disponíveis na aplicação móvel. Mais informação disponível em <https://quivervision.com/coloring-packs>. Acedido a 5 de maio de 2021.

Os participantes também tiveram acesso a uma tabela onde estavam descritas 22 mecânicas de jogos (figura 97).

<p>1. Quizz   </p> <p>As perguntas devem ter diferentes ficheiros multimédia (sons, vídeos e imagens 2d e 3D). Deve surgir a resposta correta assinalada.</p>	<p>  </p> <p>19. Partilha de imagens /vídeos</p>	<p>6. Agrupar   </p> <p>Os objectos devem ser apanhados e colecionados, para criar conjuntos, até terminar o tempo.</p>
<p>2. Quiz com ordenação   </p> <p>As perguntas/imagens podem ser ordenadas, de forma a criar uma sequência.</p>	<p>  </p> <p>20. Manipular imagens</p>	<p>7. Percursos   </p> <p>Ligar os pontos da mesma cor para criar um fluxo e preencher o quadro. Não é possível interceptar cores.</p>
<p>8. Forca   </p> <p>Jogo de adivinhar palavras com limite de tentativas.</p>	<p>15. Jogo individual </p> <p>Para definir um jogo novo.</p>	<p>14. Passeio   </p> <p>Um jogador num passeio vai apanhando itens para a sua coleção.</p>
<p>5. Diferenças   </p> <p>No local encontrar as diferenças da imagem/ objecto manipulado do que está a ser observado. Cada ponto de diferença tem uma observação.</p>	<p>16. Jogo a dois </p> <p>Para definir o jogo ou alterar e mecânica para dois jogadores de um outro jogo</p>	<p>3. Timeline   </p> <p>À medida que se coleciona itens (mecânica tipo Super-Mário), vai sendo criada uma cronologia.</p>
<p>9. Sombras   </p> <p>Encontrar a sombra correcta do modelo apresentado</p>	<p>11. Detective   </p> <p>Percurso linear com grupos que têm que resolver "mistérios". Com pistas em diferentes POIS</p>	<p>4. Story-map   </p> <p>Neste jogo é possível fazer um diário. Colocar o local no mapa e descrever o que acontece no tempo</p>
<p>10. Labirinto   </p> <p>Fazer um elemento chegar a um determinado ponto através de um labirinto.</p>	<p>12. Tesouro   </p> <p>Percurso não-linear. Encontre locais e jogue mini-jogos em cada POI, até encontrar o tesouro escondido final.</p>	<p>  </p> <p>18. Roteiro personalizado</p>
<p>13. Intruso   </p> <p>Encontrar elemento intruso que está sobreposto à imagem.</p>	<p>  </p> <p>22. Comentar/Avaliar itens da coleção</p>	<p>  </p> <p>21. Adicionar itens à sua coleção</p>
<p>  </p> <p>17. Sugestões de visita</p>	<p> objeto  local  individual</p> <p> coleção  percurso  coletivo</p>	

Figura 97 Lista de 22 minijogos com uma descrição e atributos. Tais como: aplicam-se a um objeto ou coleção, utilizam um percurso ou apenas funcionam localmente, destinam-se a um público individual ou coletivo.

Cada grupo decidiu a atividade que iria desenhar e, para auxiliar a tarefa, foram fornecidos vários *templates* diferentes (ver Anexo D) nos quais os participantes puderam preencher com os seus conteúdos. Por exemplo, se escolhessem um jogo do tipo *quiz* deveriam usar o *template* do jogo que está no cartão e fazer as perguntas (figura 98). Os *stakeholders* tiveram alguma dificuldade em desenhar, pelo que tal tarefa foi facilitada com a ajuda de um investigador em cada grupo.

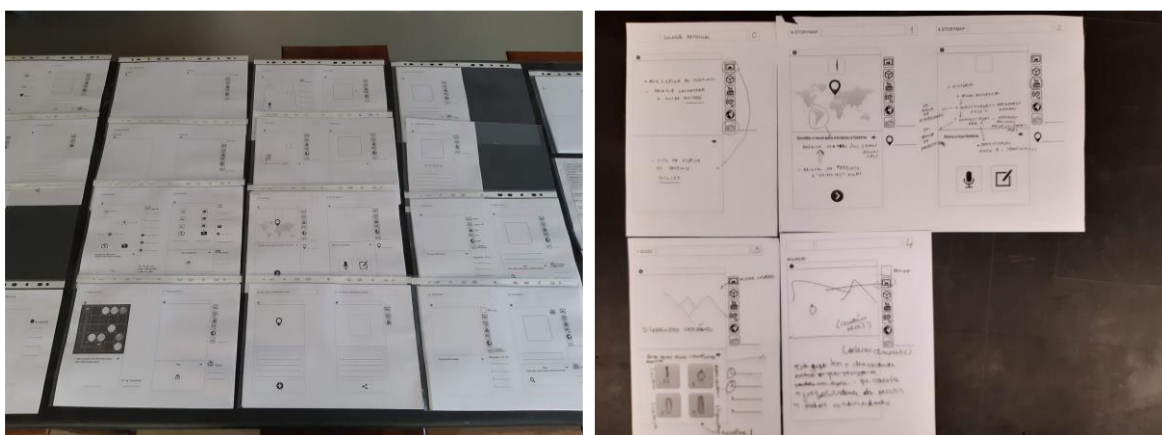


Figura 98 Conjunto de Templates dos jogos e Templates desenhados com o exemplo da atividade do Milho.

Dos *workshops* resultaram 7 mockups de atividades que foram apresentados e discutidos com os participantes. Esta ação tornou os participantes:

1. capazes de pensar sobre como eles poderiam criar experiências de visita, utilizando as ferramentas que os dispositivos móveis dispõem;
2. capazes de fazer uso das tecnologias existentes no sentido de valorizar as possibilidades criativas;
3. mais participativos e cooperativos no sentido de ser criada uma proposta de abordagem de uma aplicação móvel para o seu contexto de trabalho;
4. mais conscientes das possibilidades que a AR e os jogos podem trazer para uma visita.

Os *stakeholders* acharam importante darem o seu *input* na aplicação com os conteúdos que normalmente utilizam para comunicar o que está nos diagramas (expositores). Além disso, disseram que as atividades de coautoria foram muito interessantes.

4.2.3.3 Fase 3 - Construir e implementar

Os *mockups* permitiram ao designer identificar facilmente os jogos escolhidos e prever antecipadamente os conteúdos reais necessários, tais como imagens, vídeos e funcionalidades a implementar. Também facilitaram a escolha dos *templates* do programa *Metaverse Studio*. Segundo os seus autores “Metaverse é uma plataforma de acesso aberto que permite a qualquer pessoa criar conteúdo interativo em realidade aumentada”¹⁴⁰. Esta plataforma online permite a qualquer utilizador registado desenvolver aplicações móveis que utilizam AR sem conhecimentos prévios de programação. Pode ser usado facilmente por professores e alunos e tem disponíveis gratuitamente os tutoriais necessários para a sua operabilidade. Este sistema funciona num sistema de computação *What You See Is What You Get*¹⁴¹(WYSIWYG), que facilita a edição. Pois os utilizadores “programam” sobre *templates* na edição que se assemelham ao que vai ser visualizado na aplicação, quando esta for utilizada no telemóvel. Para as ações mais complexas de programação é apenas necessário selecionar a opção pretendida, como por exemplo criar uma página que guarda as imagens criadas e guardadas pelo utilizador. Este programa tem um ambiente de edição muito acessível e o acesso à aplicação móvel é feito através de um *QR code*, disponibilizado na edição da aplicação. Para programadores mais experientes, também é disponibilizado o código para ser integrado noutras aplicações.¹⁴²

Esta aplicação de software foi utilizada para a criação de um protótipo funcional com 8 experiências (mais uma proposta adicional que as desenvolvidas nos *workshops* por sugestão da investigadora) com base nos *mockups* realizados no *workshop* (figura 99). Programou-se cada atividade na aplicação *Metaverse Studio* (2019)¹⁴³ e foram enviadas para a equipa responsável pelo sistema de localização com *beacons* implementado pela FCUP.

¹⁴⁰ Versão original “Metaverse is a democratized platform that lets anyone created interactive content in augmented reality.” At <https://medium.com/metaverseapp/about>. Acedido a 5 de junho de 2021.

¹⁴¹ “O que você vê é o que você obtém”, significa que a edição de conteúdo se assemelha ao produto final. Este tipo de programação teve o seu início nos programas de edição de texto, cuja folha de edição tem o mesmo aspecto visual de que a folha impressa.

¹⁴² Para o seu acesso é necessário descarregar a aplicação disponível na *Play Store* Metaverse - Augmented Reality <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.gometa.metaverse&hl=en> SG ou *App Store* - Metaverse Experience Browser <https://apps.apple.com/us/app/metaverse-experience-browser/id1159155137> Acedidos a 8 de junho de 2021

¹⁴³ Metaverse Studio – <https://studio.gometa.io/landing>. Acedido a 8 de junho de 2021.

As atividades ficaram funcionais e foram testadas *in loco* para a elaboração dos testes com utilizadores.

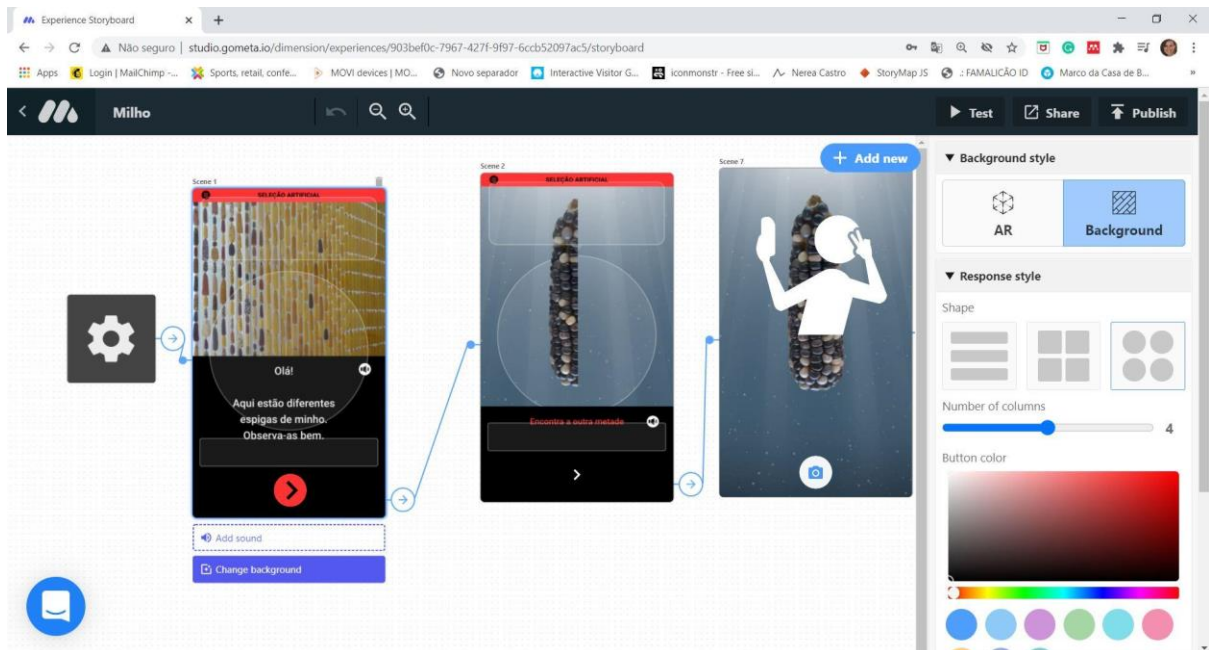


Figura 99 Exemplo do ambiente de trabalho na aplicação *Metaverse Studio* com os ecrãs do protótipo final da atividade do Milho.

O protótipo integra as seguintes atividades¹⁴⁴:

1. Ovos
2. Medicamentos
3. Folhas
4. Milho
5. Borboletas
6. Coelhos
7. Explorador
8. Baleia

ATIVIDADE 1 - OVOS

A vitrine em exposição representa o conceito *princípio estético*¹⁴⁵ e para isso apresenta várias espécies de ovos organizados por tamanho e formato, neste módulo o visitante não tem

¹⁴⁴ Pode consultar Anexo G para aceder às experiências.

¹⁴⁵ São ideias baseadas na forma, neste caso na forma e dimensões dos ovos.

informação sobre a que espécie pertence cada ovo. Essa informação bem como o seu habitat são conteúdos que apenas são explicados pelos guias do museu (figura 100).

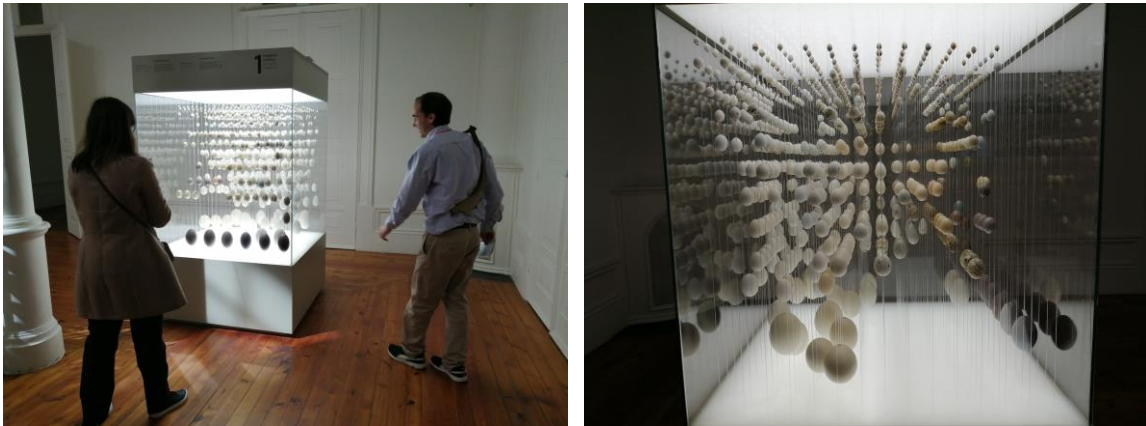


Figura 100 Módulo expositivo com uma coleção de espécies de ovos.

Neste jogo, o visitante tem que escolher um animal para descobrir o seu ovo na vitrine. São fornecidas pistas para a sua descoberta através de questões relacionadas com a sua dimensão e formato. Estas pistas estão nas respostas, o que leva o visitante a encontrar o ovo. Também é apresentado um vídeo da National Geographic com o animal e as suas crias. No final da atividade, o visitante tem que encontrar o ovo na vitrine (figura 101).

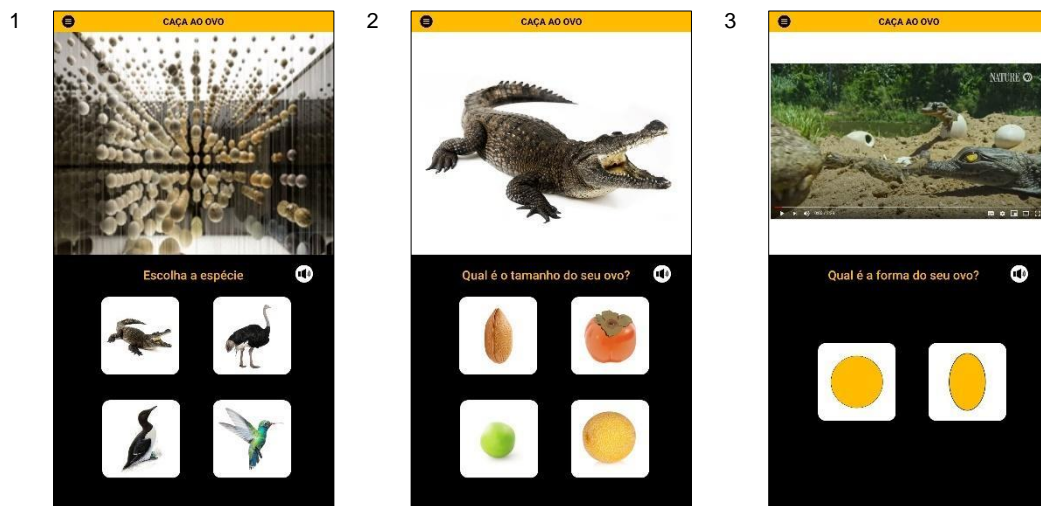


Figura 101 Da esquerda para a direita. 1) Ecrã inicial de seleção da espécie. 2) Seleção da escolha do tamanho do ovo. 3) Visualização do vídeo e questão sobre a forma do ovo.

ATIVIDADE 2 - MEDICAMENTOS

A vitrine em exposição representa o conceito do *princípio científico*¹⁴⁶ e apresenta um módulo com uma vitrine de medicamentos com várias cores e formatos relacionados com a química. O objetivo deste ponto é o de fazer uma ligação do medicamento com a ideia da sua origem e transformação química. (figura 102)



Figura 102 Módulo expositivo com medicamentos.

Esta aplicação é composta por várias mecânicas de jogos. No primeiro jogo é dada a possibilidade de fazer um jogo de ligação de cores de medicamentos. Depois de fazer a ligação surge o jogo do género de *Super Mario Bros.* (1983), só que neste caso em vez da personagem saltar para apanhar as moedas, o jogador apanha uma semente, depois uma planta, de seguida a fórmula química, e no final o medicamento. À medida que o jogador apanha cada elemento surge uma informação sobre este. No final, é dada a possibilidade de enviar um postal com uma *selfie* com a planta e enviar uma mensagem a um amigo. (figura 103)

¹⁴⁶ São ideias baseadas em regras e leis científicas que são geralmente aceites pelos cientistas, neste caso a área científica é a química.



Figura 103 A planta escolhida foi a “cannabis” e no ecrã final é dada uma explicação das propriedades farmacêuticas. 1) Ecrã do jogo de ligação de cores de medicamentos. 2) Jogo do tipo “super mario” a apanhar um medicamento e a formar uma sequência. 3) Ecrã com informação sobre as indicações medicinais. 4) Partilha de um postal com uma selfie com a planta.

ATIVIDADE 3 - FOLHAS

As quatro vitrines em exposição apresentam folhas de árvores de espécies existentes no jardim botânico. Este herbário tem a informação do nome científico da espécie e pretende demonstrar aos visitantes a diversidade de formas e cores existentes na botânica (figura 104).



Figura 104 Módulo expositivo com folhas.

Para esta atividade, o visitante tem à sua disposição a opção de escolha de 4 tipos de folha. Ao selecionar uma folha surge uma metade de folha no visor, pelo que tem que procurar a outra metade na vitrine. Quando a encontrar, faz a coincidência e tira uma foto. Depois, surge uma pergunta com duas possibilidades de resposta. A resposta correta está na exposição, sendo que desta forma o visitante fica a perceber o nome científico da árvore de origem e no final é dada informação sobre a espécie (figura 105). Depois, é dada a possibilidade de localizar a planta no jardim exterior.

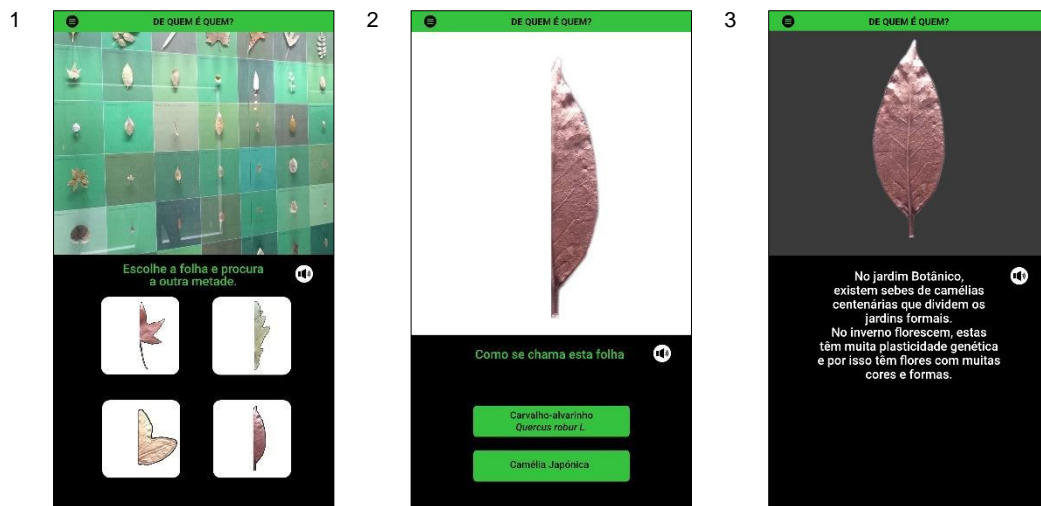


Figura 105 1) Ecrã de seleção da folha. 2) Identificação da metade da folha e escolha do nome científico. 3) Informação sobre a espécie.

ATIVIDADE 4 - MILHO

Esta vitrine encontra-se no centro de uma sala, e pode ser visualizada por todos os lados, representa a evolução das espigas de milho desde a sua origem, o teosinto. Esta representação espacial da cronologia da espécie, culmina com um conjunto de espigas todas iguais que foram geneticamente modificadas (figura 106).

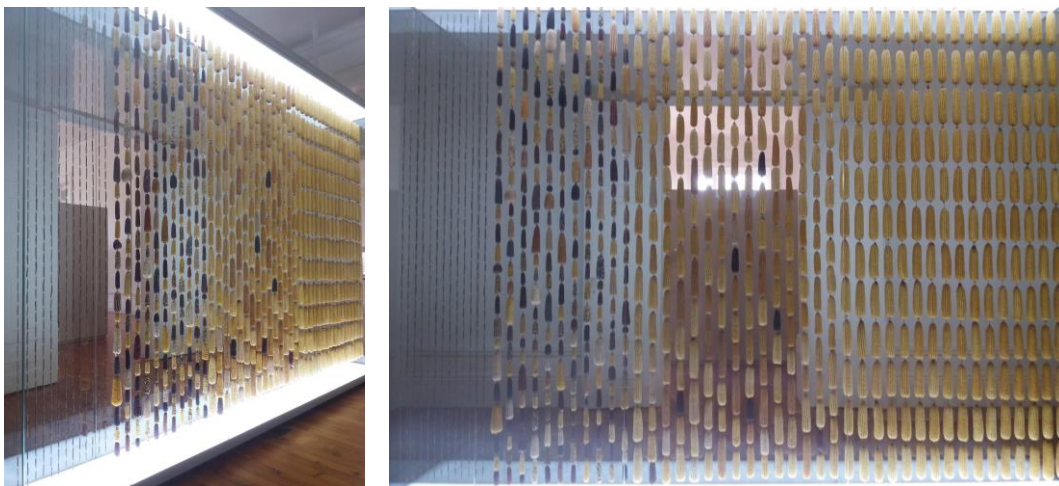


Figura 106 Módulo expositivo que apresenta a origem e evolução das espigas de milho.

A aplicação que desenvolvemos pede ao utilizador, como tarefa inicial, que identifique no mapa a origem do milho. De seguida, o utilizador é convidado a assistir a um vídeo sobre a história do milho e a problemática da seleção de espécies. No final, o visitante pode deixar a sua opinião no formato de vídeo ou texto. A tarefa seguinte tem uma figura com um quiz sobre o tipo de solo a que se destina cada tipo de espiga de milho apresentada. No final do quiz, surge a tarefa de pintar uma espiga com a escolha de uma paleta de cores, que após a sua concretização pode o visitante partilhar a imagem com os amigos (figura 107).

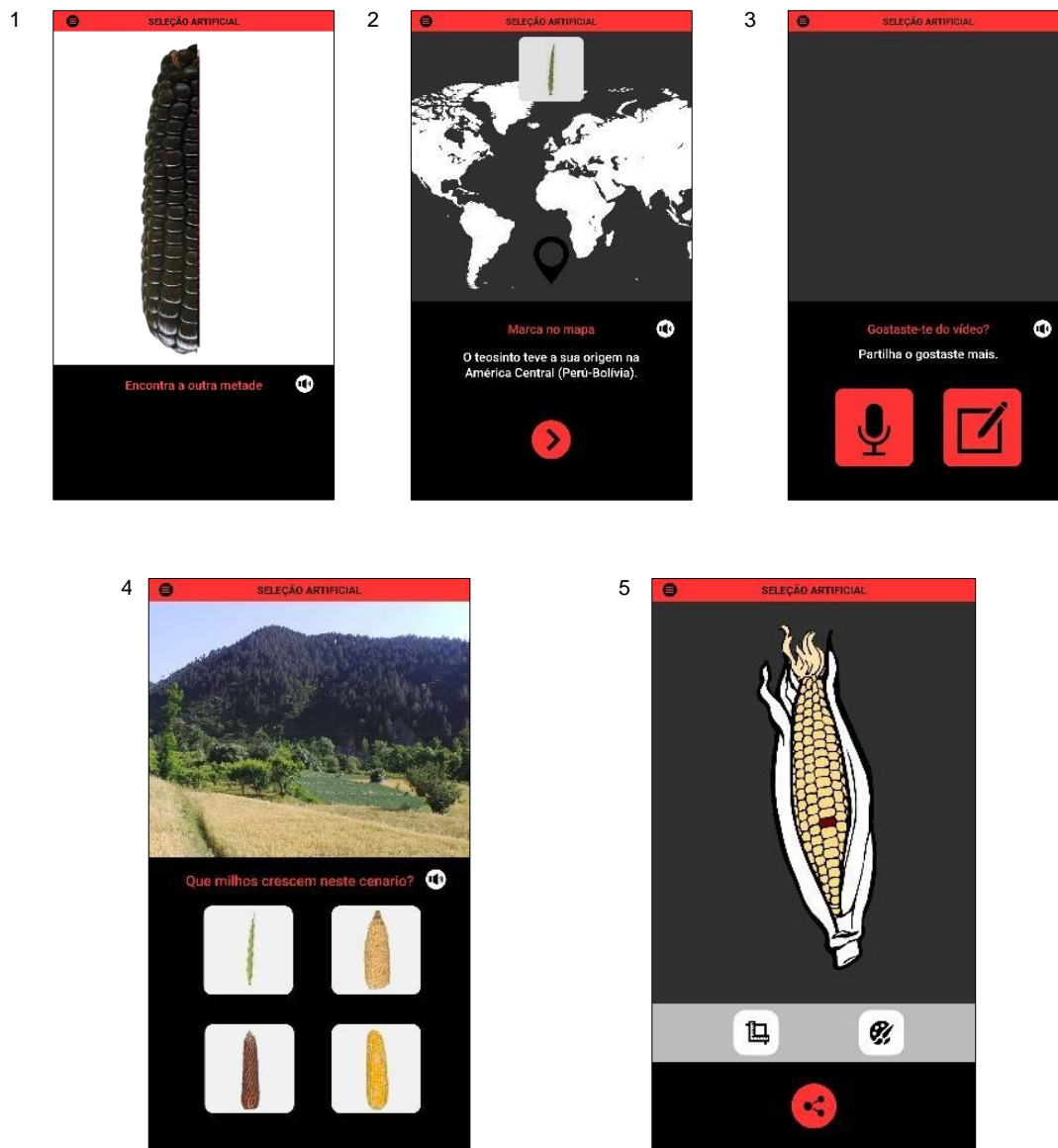


Figura 107 1) Ecrã de encontrar a metade da espiga do milho. 2) Identificar no mapa a origem do teosinto. 3) Após a visualização de um vídeo é pedido que seja dado a localização da origem. 4) Ecrã onde é pedido a seleção da espécie de milho que se adequa ao solo que está na imagem. 5) Tarefa de pintar uma espiga e partilhar.

ATIVIDADE 5 - BORBOLETAS

Este módulo expositivo apresenta uma tela que se move no interior de uma moldura gigante, esta tela apresenta árvores de diferentes cores de troncos (escuras e claras), no vidro da vitrine estão representadas borboletas, que se tornam mais ou menos visíveis consoante se move a tela, este módulo representa a adaptabilidade das espécies ao meio envolvente (figura 108).



Figura 108 Módulo expositivo que representa a adaptabilidade das borboletas ao meio envolvente.

A aplicação tem um jogo com o objetivo de apanhar borboletas pretas ou brancas sobre um fundo de árvores. A dificuldade aumenta quando o fundo escurece, passando a ser mais fácil apanhar as brancas. De seguida, surge uma explicação histórica sobre esta questão relacionada com a revolução industrial em Londres. Para se compreender a questão, a tarefa seguinte é um quiz, onde é feita uma pergunta: “Como prevês que seja a próxima geração de borboletas?” Como respostas possíveis são apresentados gráficos com percentagens de borboletas brancas ou pretas. Na tarefa seguinte é dada a possibilidade ao visitante de tirar uma *selfie* com uma borboleta. Esta imagem vai para um *ranking* de imagens partilhadas (figura 109).

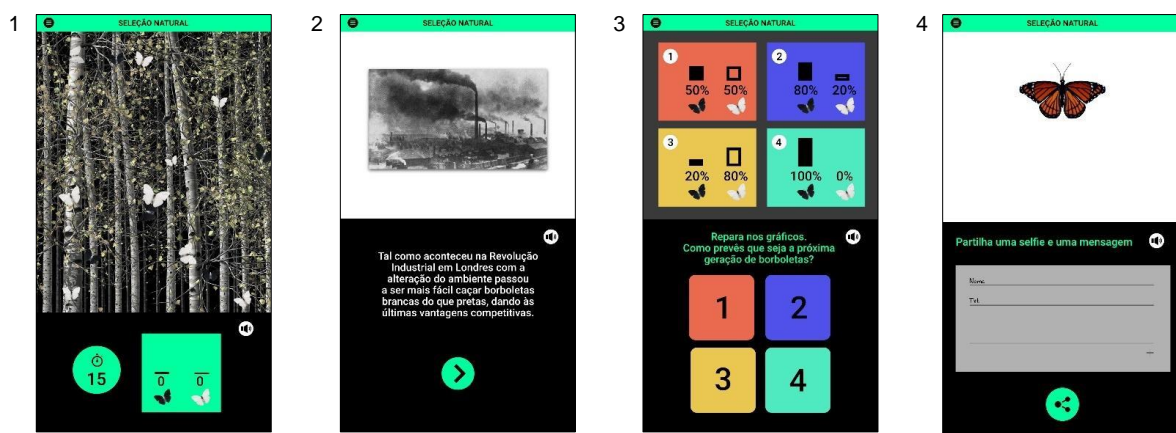


Figura 109 1) Ecrã com o jogo com objetivo de apanhar borboletas pretas ou brancas. 2) Ecrã uma explicação histórica. 3) Ecrã quiz sobre a interpretação da influência da poluição nas borboletas. 4) Possibilidade de tirar uma selfie e com essa imagem ficar num ranking.

ATIVIDADE 6 - COELHOS

A vitrine em exposição apresenta espécies de coelhos e lebres, sem uma informação que identifique essa diferença (figura 110).



Figura 110 Módulo expositivo que apresenta espécies de lebres e coelhos.

A aplicação é composta por um jogo de ‘apanhar e agrupar’, que serve para escolher as diferentes partes de um coelho e de uma lebre. As partes vão caindo no ecrã e o jogador tem que arrastar as partes da respetiva espécie para dentro de cada pasta. No final, é possível ver o resultado dos conteúdos das pastas. Como prémio, o jogador ganha uma imagem de um *gif* animado em AR. De seguida, surge uma imagem de um animal sem fundo e o utilizador é convidado a encontrar no expositor o focinho do animal (figura 111).

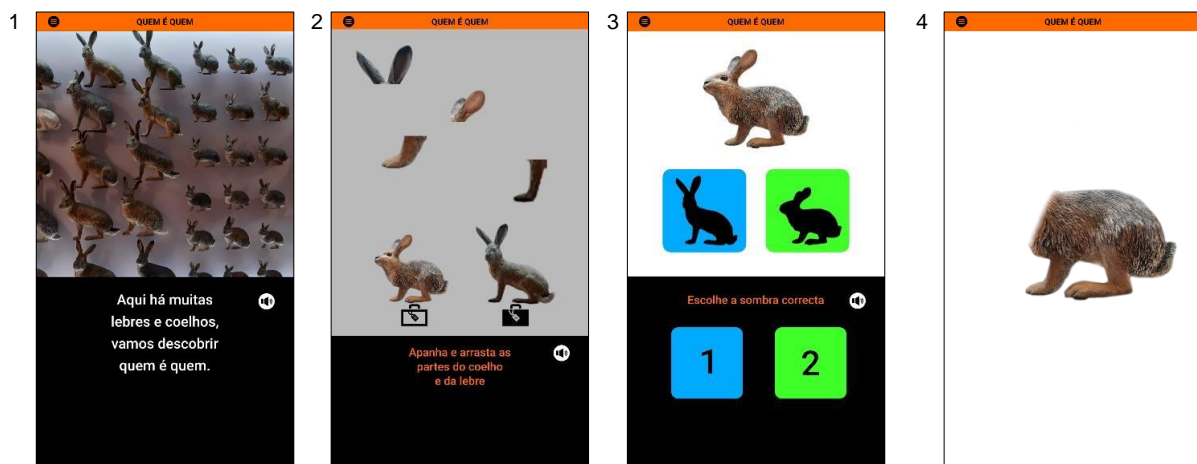


Figura 111 1) Ecrã inicial com a imagem da vitrine. 2) Ecrã com o jogo “apanhar” e “agrupar”.
3) Identificação da sombra do coelho. 4) Ecrã de match com o expositor.

ATIVIDADE 7 - EXPLORADOR

Esta sala encontra-se às escuras, pois na sua parte central está uma tela em forma de globo de grandes dimensões que ocupa quase toda a sala e que representa as viagens dos exploradores científicos. Esta sala está ladeada de armários fechados com artefactos, como

modelos anatómicos, espécies embalsamadas, conchas, entre outros artefactos que serviram de apoio às aulas da universidade. Estes objetos são de difícil visualização e acesso. No entanto, serviram de inspiração para a atividade que se segue e pretende dar mais ênfase a estes artefactos. Esta atividade não fez parte das atividades desenhadas em *mockups*, mas foi conversada na fase de *brainstorm* realizada com a equipa do museu (figura 112).



Figura 112 Sala que representa os exploradores e está ladeada de artefactos dentro de armários fechados.

Esta atividade funciona como um diário de um Explorador e é realizada numa sala escura ladeada de armários com objetos. Para explorar, é pedido ao visitante que escolha um de quatro objetos, que deve procurar com a ajuda de uma lanterna (acionada no telemóvel). Ao encontrar um, deve tirar-lhe uma fotografia, sendo que depois surge um mapa mundo, onde é convidado a escolher o local da 'descoberta'. Depois, o visitante deve fazer um diário da expedição. Para isso, pode usar vídeo ou texto. De seguida, é-lhe pedido que tire uma fotografia a um objeto à sua escolha e que faça o diário da expedição desse objeto. Os vídeos e os textos produzidos ficam guardados e é possível assistir aos 'diários' de outros visitantes (figura 113).

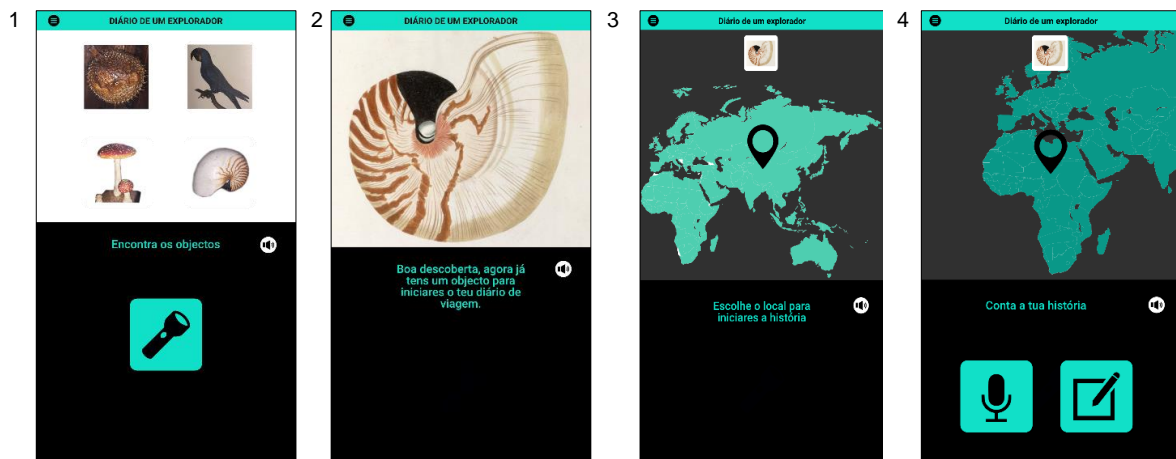


Figura 113 1) Ecrã de ativar a lanterna com o desafio de encontrar os objetos. 2) Ecrã com um objeto encontrado. 3) Seleção no mapa do local onde foi feita a descoberta. 4) Ecrã que pede para contar a história, pode ser usado o vídeo ou o texto.

ATIVIDADE 8 - BALEIA

No átrio de entrada do edifício há um esqueleto de uma baleia que simula um movimento de entrada pela janela. Este esqueleto, pelas suas dimensões, ocupa quase a totalidade deste espaço e é uma peça emblemática do museu de História Natural. Os visitantes ficam sempre intrigados sobre o seu tipo de espécie, e não há na exposição uma informação de fácil acesso sobre esta dúvida. (figura 114)



Figura 114 Átrio da Galeria da Biodiversidade com um esqueleto de baleia.

A experiência inicia-se quando o utilizador se encontra nesta sala, no ecrã surge a questão “Quem está aqui?” Como possíveis respostas surgem 4 tipos de animais (dinossauro, ave, baleia e musaranho). Mesmo que o utilizador falhe na resposta, a resposta correta surge no ecrã. Aparece o corpo da baleia em modelo 3D que é sobreposto em AR sobre o esqueleto exposto. De seguida, são feitas perguntas que convidam o utilizador a olhar para a AR, para

isso deve responder a perguntas sobre a dimensão, peso e batimentos do coração deste animal. Surge no final a possibilidade de manipular uma imagem em 3D de uma espécie de baleia¹⁴⁷ (figura 115).

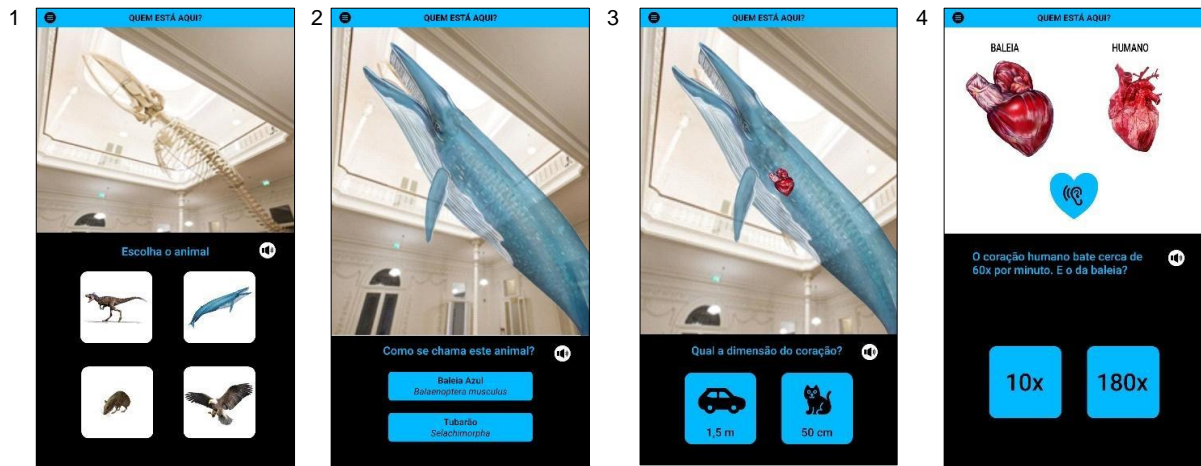


Figura 115 1) Ecrã que pede a identificação do animal a que corresponde o esqueleto. 2) Ecrã com a sobreposição do corpo da baleia. 3) Pedido de identificação do tamanho do coração da baleia. 4) Pedido de identificação sonora do número de batimentos cardíacos da baleia.

¹⁴⁷ Na aplicação prototipada aparece a imagem de um tubarão em 3D.

4.2.4 Avaliação e análise de dados

4.2.4.1 Fase 4 - Avaliar a aceitação

Esta secção apresenta o processo de avaliação da aceitação do protótipo descrito acima. Para os testes com utilizadores foram realizadas reuniões com investigadores e especialistas em design de jogos, de interação e de interfaces gráficas de utilizador. No sentido de validar a metodologia de observação e de identificação de pontos de análise a implementar num formulário de observação.

Para os testes foram criados 3 grupos focais, com idades compreendidas entre os 12 e 50 anos. O 1.º grupo teve 9 participantes do *workshop*, o 2.º grupo contou com 14 participantes investigadores em Media Digitais, e o 3.º grupo com 8 adolescentes com idades entre os 12 e os 15 anos. O primeiro grupo (participantes do *workshop*) foi importante para validar a metodologia do *workshop* na fase 4 de avaliar aceitação, o segundo grupo esteve no local a participar numa conferência organizada por estudantes do doutoramento em media digitais e entre eles estavam especialistas na área das tecnologias (daí a importância do seu *feedback*), e o terceiro grupo foi escolhido porque foi referenciado pelo primeiro grupo, como sendo o grupo-alvo desta aplicação.

Os testes foram realizados individualmente, com consentimento pessoal e, no caso dos menores, este foi dado pelos seus pais. Foi pedido aos participantes que fizessem o percurso expositivo pré-definido e que experimentassem as atividades propostas. No entanto, foi pedido a alguns participantes que fizessem o percurso no sentido inverso, pois o cansaço e a duplicação de mecânicas poderiam ter influência nas suas escolhas, especialmente, na parte da avaliação em que era pedido aos utilizadores que ordenassem as atividades de acordo com os seus gostos. Como por exemplo, se na última atividade fosse realizado o percurso expositivo indicado poderia pôr em causa a atividade, por esta ser longa e o participante já mostrar fadiga. Ou mesmo as mecânicas de coincidência da imagem no ecrã com o expositor são usadas em várias atividades, nesse sentido o participante poderia gostar mais da primeira atividade com essa mecânica pelo efeito de imprevisibilidade.

No decorrer do percurso, os visitantes paravam quando o telemóvel vibrava, dando sinal de que havia uma atividade naqueles locais. A investigadora observou cada participante a realizar cada atividade, enquanto registava a informação num formulário. (figura 116).

AVALIAÇÃO DA PROPOSTA

LOCAL	DURAÇÃO	DATA	IDADE	PROFISSÃO	CONSENTIMENTO	TESTE N.º
-------	---------	------	-------	-----------	---------------	-----------

QUALIDADE DO SISTEMA

sec.	VIBROU	S	N	obs.	
	ENTENDIMENTO	S	N		

ENVOLVIMENTO COM A MATÉRIA CIENTÍFICA

FEZ A SEQUÊNCIA PROPOSTA	S	N	obs.	
PARTILHOU A INFORMAÇÃO	S	N	VIDEO <input type="checkbox"/> TEXTO <input type="checkbox"/> IMAGEM <input type="checkbox"/>	
A DURAÇÃO DA ACTIVIDADE É ADEQUADA	S	N		
ESTIMULA A UMA MUDANÇA DE ATITUDE	S	N		
CONTEÚDOS IMPLICAM UM CONHECIMENTO PRÉVIO	S	N		
CONSIDERA QUE ESTA EXPERIÊNCIA SE DESTINA A UM PÚBLICO QUE GOSTA DE:				
EXPLORAR <input type="checkbox"/> CRIAR <input type="checkbox"/> PARTILHAR <input type="checkbox"/> COMPETIR <input type="checkbox"/>				

ENVOLVIMENTO COM O OBJECTO

A atividade apresentada estimula o envolvimento do público com o objecto a que níveis?

OBSERVAÇÃO	S	N	
CRIATIVIDADE	S	N	
DIVERTIMENTO (LÚDICO)	S	N	
PARTILHA	S	N	
ENTUSIASMO	S	N	
CAPACIDADES TECNOLÓGICAS	S	N	
APRENDIZAGEM	S	N	
A ACTIVIDADE É LÚDICA?	S	N	

ENVOLVIMENTO COM O ESPAÇO MUSEOLÓGICO

A atividade apresentada promove envolvimento do público com o Museu a que níveis?

AUMENTA O TEMPO DE PERMANÊNCIA NA ÁREA DE EXPOSIÇÃO	S	N	
PROMOVE O MUSEU NO EXTERIOR PELA PARTILHA DE CONTEÚDOS	S	N	
FICA NA MEMÓRIA DO PÚBLICO	S	N	
FACTOR DE INOVAÇÃO PARA ATRAÇÃO DE NOVOS PÚBLICOS	S	N	
FAZIA ESTA ACTIVIDADE EM CASA	S	N	

Figura 116 - Formulário aplicado nos testes com utilizadores.

4.2.5 Resultados

4.2.5.1 Fase 5 - Verificar

4.2.5.1.1 Etapa 1- Análise dos resultados dos testes de observação

Os resultados relativos aos testes com utilizadores foram de ordem quantitativa e qualitativa, sendo que foram transpostos para uma tabela e analisados de forma global por tipo de grupo e individual no caso das entrevistas. As entrevistas foram transcritas no Anexo E, não na íntegra, mas de uma forma estruturada conforme os elementos mais importantes a reter, previamente definidos. No entanto, no decorrer das entrevistas foram surgindo questões que permitiram esclarecer as opiniões dos entrevistados.

RESULTADOS SOBRE A QUALIDADE DO SISTEMA

A parte relativa à *qualidade do sistema* pretende identificar problemas e limitações do sistema de AR com os *beacons* instalados no local, pelo que o seu desempenho pode condicionar a experiência. Para o sucesso de uma aplicação também é fundamental que esta seja entendida sem explicações prévias, este é um pré-requisito para o designer. Na fase de prototipagem é essencial que se identifique esta situação e que se perceba o grau de entendimento do público, isto permite adequar o design aos utilizadores e melhorar a usabilidade.

A qualidade do sistema está relacionada com a observação do investigador nos campos:

1. Vibrou - O sistema de comunicação com os *beacons* funciona e notifica o visitante da atividade (Respostas: sim | não)
2. Entendimento - O utilizador percebeu o que lhe era solicitado (Respostas: sim | não)

Os resultados que estão relacionados com o campo *vibrou* no formulário, foram validados pelo investigador e revelam que, de uma forma geral, os utilizadores aperceberam-se de quando uma atividade era despoletada, uma vez que o dispositivo vibrava quando o visitante se aproximava do objeto onde se encontrava a atividade correspondente. Quase todas as experiências foram cotadas com mais de 90% de eficácia, como se pode verificar na tabela 6. As exceções verificaram-se na sala dos *Coelhos* (74%) pois, por vezes, o dispositivo não vibrou. Esta situação permitiu perceber a existência de um problema técnico informático, pois

foi possível identificar que a inconsistência se devia a um problema no sistema que fazia um *timeout*. Na *Baleia* (22%) o valor foi baixo, porque o dispositivo estava a vibrar no 1.º andar e a atividade está desenhada para funcionar no R/C. Esta situação deverá ser resolvida quando o piso do R/C tiver acesso a *beacons*.

Tabela 6 Funcionamento do sistema de comunicação com os *beacons*.

OVOS	MEDICAMENTOS	FOLHAS	MILHO	BORBOLETAS	COELHOS	EXPLORADOR	BALEIA
96%	91%	91%	100%	96%	74%	96%	22%

Os resultados estão relacionados com o campo entendimento no formulário, foram validados pela investigadora que verificava se o utilizador compreendia as funcionalidades propostas, ou se mostrava dúvidas. Na maioria das atividades (consultar tabela 7), quatro das atividades tiveram 100%, as *Borboletas* e a *Baleia* foram cotadas com 96%, e os *Ovos* e *Medicamentos* com 87%. Estes valores mais baixos podem estar relacionados a alguns jogos que estavam apenas simulados (em desenho). Como no caso dos *Medicamentos*, nas *Borboletas* e na simulação da visualização do exterior da baleia em AR em que as mecânicas dos jogos estavam simuladas. No caso dos *Ovos*, o *problema* foi o *feedback* final, pois o sistema não notificou o sucesso do utilizador, quando encontrava o ovo correto, isto porque esta funcionalidade não estava no protótipo.

Tabela 7 Entendimento das várias atividades propostas.

OVOS	MEDICAMENTOS	FOLHAS	MILHO	BORBOLETAS	COELHOS	EXPLORADOR	BALEIA
87%	87%	100%	100%	96%	100%	100%	96%

RESULTADOS SOBRE O ENVOLVIMENTO COM A MATÉRIA CIENTÍFICA

A parte relativa ao *envolvimento com a matéria científica*, pretende verificar se o utilizador fez a sequência proposta, se achou a informação interessante para a partilhar e se considera que o tempo despendido é adequado. Um outro elemento fundamental para se entender o sucesso da comunicação da ciência é perceber se promoveu uma mudança de atitude, muitas vezes que esta mudança pode ter a ver com o conhecimento adquirido que transforma o olhar perante novas situações do dia-a-dia. É fundamental quando se desenha uma aplicação, perceber que esta não deve frustrar o utilizador, e colocar os seus conhecimentos prévios em escrutínio. Pode ser importante perceber se o tipo de atividade é mais adequado a um tipo de público que gosta de: explorar, criar, partilhar e competir.

A qualidade do sistema está relacionada com a observação do investigador nos campos:

1. Fez a sequência proposta - O utilizador fez todas as atividades propostas pela aplicação (Respostas: sim | não)
2. Partilhou a informação - Quando tinha atividades que propunham a partilha da tarefa, fazia-o? (Respostas: sim | não) Como? Vídeo, texto e imagem.

Os participantes responderam às questões:

3. Achou a informação interessante para a partilhar? (Respostas: sim | não)
4. A duração da atividade é adequada? (Respostas: sim | não)
5. Estimula uma mudança de atitude? (Respostas: sim | não)
6. Os conteúdos implicam um conhecimento prévio? (Respostas: sim | não)
7. Considera que esta experiência se destina a um público que gosta de: (Respostas: explorar | criar | partilhar | competir)

Os resultados que estão relacionados com o campo *fez a sequência proposta*, foram validados pela investigadora que verificava se o utilizador realizava a atividade toda. Para isso, em algumas experiências foi dada a possibilidade de saltar determinadas tarefas. Cinco experiências tiveram 100%. No caso das *Folhas* foi 96%, uma vez que houve quem não realizasse a atividade completa, pois esta continha tarefas repetidas com mecânicas iguais. No caso dos *Ovos* foi dada a possibilidade aos utilizadores de não assistirem ao vídeo. A experiência do *Milho* tinha 4 tarefas diferentes e uma delas era um vídeo de 5 minutos, o que tornou a experiência muito longa. Também a atividade criativa de pintar que se seguia ao vídeo não foi muito estimulante para alguns visitantes (consultar tabela 8).

Tabela 8 Percentagem de cumprimento da sequência de tarefas para cada atividade.

OVOS	MEDICAMENTOS	FOLHAS	MILHO	BORBOLETAS	COELHOS	EXPLORADOR	BALEIA
96%	100%	96%	83%	100%	100%	100%	100%

No sentido de entender a importância para cada utilizador de *partilhar informação*, foi observado se o utilizador o fazia e qual o formato preferido: *vídeo*, *imagem* ou *texto*. A experiência criativa de escrita de um diário do Explorador, teve 100% de partilha e, aqui foi possível identificar que, em 60% dos testes, foi utilizado o vídeo. Na experiência dos *Medicamentos* foi proposto o envio de uma *selfie* com uma planta no formato de um postal que permitia enviar uma mensagem, pelo que 95% dos participantes realizaram a tarefa na totalidade, com texto e imagem. Na experiência das *Borboletas* (87%) partilhou a imagem de uma *selfie* com uma borboleta que pode sobrepor-se à sua face, aqui a proposta tem como

propósito um *ranking* de fotografias dos visitantes, e não uma partilha com um destinatário selecionado.

Na experiência do *Milho* foi dada a possibilidade ao visitante de partilhar a sua opinião sobre o vídeo, optando entre texto ou vídeo. Neste caso, o texto foi mais escolhido, mas com pouca diferença. No entanto, esta é uma atividade com 81% de partilha. A experiência da *Baleia* tinha uma tarefa de visualização e manipulação de uma imagem em 3D e, apesar de não ser sugerida a partilha desta imagem, o grupo de participantes com menos 20 anos sugeriu que gostaria de partilhar o objeto 3D. Isto também aconteceu na atividade *Coelhos* onde surgiu no final um GIF animado de um coelho. Alguns dos participantes disseram que gostariam de partilhar a animação, pelo que foi possível identificar que os jovens gostam de partilhar imagens em 3D e GIF animados que achem interessantes. Nas atividades *Ovos* e *Folhas* não era sugerida a partilha, como tal, está identificado na tabela com NA (não se aplica) (consultar tabela 9).

Tabela 9 Percentagens de partilha e formatos de conteúdo escolhidos.

OVOS	MEDICAMENTOS	FOLHAS	MILHO	BORBOLETAS	COELHOS	EXPLORADOR	BALEIA
NA	TXT + IMAGEM 95%	NA 96%	TXT 38% VÍDEO 28% NA 19% IMAGEM 14%	IMAGEM 87% TXT 13%	NA 78% GIF ANIMADO 22%	TXT 41% VÍDEO 32% VÍDEO+TXT 14% VÍDEO+IMA 9% VÍDEO+IMA+TXT 9%	NA 57% 3D 43%

Para o sucesso de uma aplicação é necessário perceber se a sua *duração é adequada*. Isso foi perguntado de forma direta (sim ou não). Em termos gerais, o tempo despendido em cada atividade foi considerado adequado pelos participantes. Esta questão pode ser analisada mesmo que o utilizador não tenha feito todas as sequências propostas de uma experiência porque resulta da perceção do utilizador. Isto é especialmente relevante porque em algumas atividades o utilizador não experienciou a atividade na totalidade, tal foi o caso das *Folhas* (onde o utilizador não completou a experiência no exterior) e no *Explorador* (onde o utilizador não fez o registo de mais objetos no diário do explorador). Em ambas houve 100% de sucesso. As experiências *Borboletas*, *Coelhos*, *Baleia* tiveram 96% de sucesso pois têm pouca duração. No caso dos *Ovos* a percentagem foi 91% devido ao vídeo. No caso dos *Medicamentos*, o valor é mais baixo (81%). Isto deve-se à baixa qualidade do protótipo para esta atividade. Uma vez que os utilizadores tinham que simular que jogavam, a sua perceção da duração da atividade não é significativa.

No caso do *Milho* esta questão teve apenas 70%, devido ao tempo ocupado pelo vídeo ser demasiado longo (consultar tabela 10).

Tabela 10 Perceção da adequação da duração das atividades

OVOS	MEDICAMENTOS	FOLHAS	MILHO	BORBOLETAS	COELHOS	EXPLORADOR	BALEIA
91%	83%	100%	70%	96%	96%	100%	96%

A *mudança de atitude* é um dos objetivos da comunicação de ciência. Valores positivos nesta questão significam que a comunicação foi eficaz. Os resultados foram muito positivos.

Um dos fatores importantes para a comunicação de ciência, é identificar se a experiência teve uma mudança de atitude na pessoa. Esta está relacionada com a aplicabilidade do conhecimento no dia-a-dia, e o reconhecimento de que se está a agir corretamente.

Na experiência das *Folhas* este indicador é bastante elevado (87%), o que torna esta atividade muito promissora em relação a este factor. Nas atividades com vídeo há uma comunicação efetiva de muito conteúdo, pelo que a perceção é que houve uma aprendizagem. No caso do vídeo do *Milho* (83%) o conteúdo levanta questões económicas e comportamentais.

Também os *Ovos* (83%), apresentam um vídeo que surpreendeu muitos, que não esperavam que um animal com umas mandíbulas tão grandes pudesse ter tanto cuidado com as suas crias. Tanto nas *Borboletas* (78%), que tinham uma narrativa histórica com questões científicas, como na *Baleia* (78%), com questões sobre a sua anatomia, os resultados em relação à mudança de atitude foram positivos.

Em *Medicamentos* e *Explorador*, 74% dos utilizadores afirmaram que a experiência provocava uma mudança de atitude em termos da aplicabilidade dos conteúdos.

Em *Coelhos* 70% dos utilizadores responderam que esta atividade levava a uma mudança de atitude. A atividade relacionava-se com o conhecimento adquirido sobre as diferenças entre lebres e coelhos, que podiam ser vistas na exposição, em vitrines sem identificação. A atividade permitiu a identificação *in loco* destas diferenças, mesmo na presença de tantas espécies diferentes (consultar tabela 11).

Tabela 11 Perceção dos utilizadores sobre se as atividades estimulam a mudança de atitude.

OVOS	MEDICAMENTOS	FOLHAS	MILHO	BORBOLETAS	COELHOS	EXPLORADOR	BALEIA
83%	74%	87%	83%	78%	70%	74%	78%

Em relação à questão se os conteúdos implicam um conhecimento prévio, esta informação é importante para que a aplicação possa ser utilizada por públicos de diferentes idades, isto porque os conteúdos não devem implicar que estes possuam conhecimento prévio sobre os temas ou assuntos em questão. Para isso acontecer, as respostas devem estar associadas ao local, na aplicação ou no espaço. Para além disso, a aplicação não deve testar os conhecimentos dos utilizadores, para não os frustrar.

Apenas 26% dos utilizadores afirmaram ser necessário um conhecimento prévio para ajudar à concretização das tarefas nas atividades *Explorador* e *Baleia*. Tendo em conta que as restantes atividades obtiveram percentagens ainda mais baixas, podemos concluir que as experiências foram desenhadas com bastante sucesso.

Os *Ovos*, *Medicamentos*, *Folhas* e *Borboletas* apresentam valores de 17%, os *Coelhos* 13% e o *Milho* 9%. Estes são valores muito baixos que se devem à perceção de que ter conhecimentos prévios pode ajudar a executar a tarefa de uma forma mais célere, mas não são pré-requisitos (consultar tabela 12).

Tabela 12 Perceção dos utilizadores sobre se as atividades implicam um conhecimento prévio.

OVOS	MEDICAMENTOS	FOLHAS	MILHO	BORBOLETAS	COELHOS	EXPLORADOR	BALEIA
17%	17%	17%	9%	17%	13%	26%	26%

Em relação à questão *considera que esta experiência se destina a um público que gosta de:* explorar, criar, partilhar e competir. Significa que o participante tem a perceção que as atividades desenhadas tinham características que se adequam a diferentes tipos de público, como aqueles que gostam de explorar, criar, partilhar ou competir. Esta identificação permite perceber o espectro de atividades propostas a que tipos de visitantes se destinam. Isto pode ser um factor importante de identificar, no sentido em que pode ajudar à seleção das atividades a incluir na aplicação, para que esta possa ter interesse para diferentes públicos.

Os valores mais elevados obtidos neste caso são os de *explorar*, isto porque são atividades próprias para este tipo de espaços e conteúdos, pois pretende-se que o público tenha este tipo de atitude numa visita ao museu. A estimulação da curiosidade é fundamental nestes espaços. Também é possível concluir que isso se deve ao tipo de criadores das atividades, pois são da área das ciências, pelo que pretendem estimular este tipo de ações pela sua natureza profissional.

Nas atividades propostas, os *Ovos* e as *Folhas* obtiveram 100% nas respostas, a *Baleia* 96% e o *Explorador* 91%, e os *Coelhos* 83%. Os valores mais baixos foram os *Medicamentos*, com

74%, e as *Borboletas*, com 65%, pois estas atividades não implicam que o visitante interaja com o expositor (consultar tabela 13).

As atividades relacionadas com o *criar* entendem-se como atividades relacionadas com a imaginação e a criatividade. Podem ser artísticas, ligadas às artes plásticas ou performativas. Nos protótipos efetuados, esta área não foi muito explorada, à exceção das atividades do *Milho*, cotado com 78%, e *Explorador*, cotado com 70%, onde a criatividade poderia ser associada à atividade de pintar o milho e a criação performativa através da exploração do vídeo. As restantes experiências tiveram valores abaixo dos 30% como: *Medicamentos* 30%, *Coelhos* 26%, *Borboletas* 22%, *Baleia* 17%, *Folhas* 4% e *Ovos* 0% (consultar tabela 13).

As experiências com uma função social, destinadas à *partilha* são importantes para os museus pela ligação que estabelecem com o público e também pelo poder da publicidade entre pares. Pelo que esta característica foi muito utilizada. No *Milho* 78% e no *Explorador* 65%, existia a possibilidade de partilhar a opinião por vídeo ou texto e também tinha uma atividade de pintar uma espiga que no final sugeria o envio a um amigo, Nas *Borboletas* e nos *Medicamentos* 61% onde era possível partilhar uma selfie e enviar um postal. Nos *Coelhos* e na *Baleia* 30%, este valor baixo deve-se a que não existia nas atividades uma proposta de fazer a partilha, no entanto tinha conteúdos com interesse como o gif animado de um coelho e um tubarão em 3D. As atividades das *Folhas* 13% e *Ovos* 9% não tinham esta proposta, no entanto o vídeo dos ovos e a perspetiva de encontrar lá fora a árvore e a partilha dessa descoberta têm potencial (consultar tabela 13).

Os jogos *competitivos* são muito apelativos e aumentam o envolvimento, no entanto, este tipo de mecânicas não são muito utilizadas em museus, porque impõe-se neste local uma certa calma, e a agitação que pode provocar em algum público pode gerar um certo desconforto.

Nas experiências desenhadas para *competir*, apenas uma atividade tinha esta premissa, a das *Borboletas* 48% onde no final surgia um *ranking* de selfies. No entanto os utilizadores revelaram ser interessante utilizar esta mecânica nas atividades *Folhas* 39%, *Coelhos* 30% e *Ovos* 22% onde poderia haver um cronómetro para ver qual dos visitantes encontrava primeiro as folhas, o coelho e os ovos. Nos *Medicamentos* 22% devia-se à possibilidade do jogo do “super mario” ter dificuldades acrescidas. No *Milho* e no *Explorador* 17% e na *Baleia* 9% o que revela muito pouco potencial competitivo nestas atividades (consultar tabela 13).

Tabela 13 Indicadores representativos sobre a questão: A atividade apresentada estimula o envolvimento do público com o objeto a que níveis?

PÚBLICO QUE GOSTA DE: EXPLORAR							
OVOS	MEDICAMENTOS	FOLHAS	MILHO	BORBOLETAS	COELHOS	EXPLORADOR	BALEIA
100%	74%	100%	91%	65%	83%	91%	96%
PÚBLICO QUE GOSTA DE: CRIAR							
OVOS	MEDICAMENTOS	FOLHAS	MILHO	BORBOLETAS	COELHOS	EXPLORADOR	BALEIA
0%	30%	4%	78%	22%	26%	70%	17%
PÚBLICO QUE GOSTA DE: PARTILHAR							
OVOS	MEDICAMENTOS	FOLHAS	MILHO	BORBOLETAS	COELHOS	EXPLORADOR	BALEIA
9%	61%	13%	78%	61%	30%	65%	30%
PÚBLICO QUE GOSTA DE: COMPETIR							
OVOS	MEDICAMENTOS	FOLHAS	MILHO	BORBOLETAS	COELHOS	EXPLORADOR	BALEIA
22%	22%	39%	17%	48%	30%	17%	9%

RESULTADOS SOBRE O ENVOLVIMENTO COM O OBJETO

A parte relativa ao *envolvimento com o objeto* pode ser físico ou emocional. O envolvimento físico pode ser verificado quando os participantes observam e interagem com o objeto. O envolvimento emocional pode ser verificado pelo entusiasmo e satisfação. Além disso, o envolvimento com o objeto também se relaciona com a comunicação e aquisição de conhecimentos.

A pergunta efetuada aos participantes foi: **A atividade apresentada estimula o envolvimento do público com o objeto a que níveis?**

Os participantes responderam às seguintes com sim ou não:

1. Observação.
2. Criatividade.
3. Divertimento (lúdico).
4. Partilha.
5. Entusiasmo.
6. Capacidades tecnológicas.
7. Aprendizagem.
8. A atividade é lúdica?

O campo **observação** relaciona-se com a atenção dispensada na exploração no local. Este é um factor emocional que depende do indivíduo, da sua motivação e interesse. Todos os participantes (100%) acharam que as atividades estimulavam à observação, com exceção das *Medicamentos* (35%) e *Borboletas* (39%), por não proporcionarem uma interação direta com o expositor.

O estímulo da **criatividade** relaciona-se com a comunicação e a imaginação. Na atividade *Explorador* (91%), com a criação de histórias; no *Milho* (78%), com atividades artísticas digitais; e na *Baleia* (70%), com o uso da AR na visualização do corpo da baleia e a sua sobreposição ao esqueleto. Os resultados nas *Folhas* (57%), *Coelhos* (52%), *Ovos* (48%), *Medicamentos* (43%) expressam uma divisão de opiniões sobre este aspeto. As atividades menos criativas foram as *Borboletas* (39%), embora tivessem uma atividade de *selfie*, que implica uma *performance*.

O **divertimento** (ludificação) é uma das premissas na criação destas atividades em que se pretende que as atividades sejam divertidas. Neste sentido, todas as atividades desenvolvidas têm bons índices de divertimento, entre os 96% e os 91%, com a exceção das *Borboletas* com 83%.

A possibilidade de **partilha** dos conteúdos para as redes sociais foi um dos elementos-chave na criação das experiências, pela importância que na atualidade tem este tipo de comunicação. Mais direcionado para o público que usa as tecnologias *mobile* e que comunica através da partilha de informação. O que faz com que esta comunicação dirigida aos pares seja muito eficaz na comunicação de ciência. Cientes desta situação, muitas das atividades tinham sugestões de partilha, como o *Milho* e as *Borboletas* 96%, os *Medicamentos* e o *Explorador* 91%, as *Folhas* 65% e os *Coelhos* 52% e os *Ovos* 48%. Mesmo atividades que não tinham a indicação nas tarefas de partilha, foram consideradas com tendo esse potencial.

O **entusiasmo** pela experiência é fundamental pois permite-nos determinar quais podem ser incorporadas. O *Explorador* tem 100%, mas no geral há muito entusiasmo; mesmo os *Coelhos* com 87% e os *Medicamentos* com 83%, os restantes tiveram 91%. O que revela um potencial muito elevado.

As **capacidades/competências tecnológicas** são competências que podem ser adquiridas com a manipulação da AR, também as capacidades de comunicação com a inclusão de ferramentas de partilha e ferramentas criativas, como a criação de histórias e partilha de

opinião são competências na área da literacia digital. Estas capacidades não são muitas vezes entendidas pelos utilizadores como algo que adquiriram, principalmente os mais novos porque, para eles, estes tipos de competências já estão completamente assimilados. No entanto, os valores estão relacionados com a aquisição de competências e revelam no *Explorador* 91%, *Borboletas* e *Baleia* 87%, *Folhas* 78%, *Medicamentos* e *Coelhos* 70% e os *Ovos* 61%, isto porque a atividade não tinha a tarefa de partilhar nem tarefas que implicam a manipulação com AR.

A **aprendizagem** é um dos objetivos na exploração de um espaço de ciência. Avaliar a aprendizagem implica identificar o que ficou apreendido. Neste caso, o que foi avaliado foi a perceção de aprendizagem dos conteúdos apresentados. Houve vários graus de complexidade dos conteúdos, mas estes não implicaram um conhecimento prévio, pois eram explorados através do espaço, numa lógica de aprender fazendo. Todas as atividades têm bons índices de aprendizagem como os *Ovos*, *Folhas* e *Baleia* com 100% e *Milho* e *Borboletas* 96%. Os *Coelhos* têm 78%, pelos conteúdos serem de uma complexidade científica mais básica, e no *Explorador* 70% por não ter conteúdos especializados, mas conteúdos a ser criados.

Todas as atividades foram concebidas no sentido de serem lúdicas e que a aprendizagem se fizesse de uma forma divertida. Aqui há a questão se os utilizadores consideraram as atividades lúdicas. Estas revelaram valores de 100% em cinco experiências: as *Borboletas* e os *Coelhos* com 96% e *Medicamentos* com 91%. Sendo possível constatar que todas as atividades são lúdicas (consultar tabela 14).

Tabela 14 Indicadores representativos sobre a questão: A atividade apresentada estimula o envolvimento do público com o objeto a que níveis?

OBSERVAÇÃO							
OVOS	MEDICAMENTOS	FOLHAS	MILHO	BORBOLETAS	COELHOS	EXPLORADOR	BALEIA
100%	35%	100%	100%	39%	100%	100%	100%
CRIATIVIDADE							
OVOS	MEDICAMENTOS	FOLHAS	MILHO	BORBOLETAS	COELHOS	EXPLORADOR	BALEIA
48%	43%	57%	78%	39%	52%	91%	70%
DIVERTIMENTO (LÚDICO)							
OVOS	MEDICAMENTOS	FOLHAS	MILHO	BORBOLETAS	COELHOS	EXPLORADOR	BALEIA
91%	96%	96%	96%	83%	91%	96%	96%

PARTILHA							
OVOS	MEDICAMENTOS	FOLHAS	MILHO	BORBOLETAS	COELHOS	EXPLORADOR	BALEIA
48%	48%	48%	48%	48%	48%	48%	48%
ENTUSIASMO							
OVOS	MEDICAMENTOS	FOLHAS	MILHO	BORBOLETAS	COELHOS	EXPLORADOR	BALEIA
91%	83%	91%	91%	91%	87%	100%	91%
CAPACIDADES/COMPETENCIAS TECNOLÓGICAS							
OVOS	MEDICAMENTOS	FOLHAS	MILHO	BORBOLETAS	COELHOS	EXPLORADOR	BALEIA
61%	70%	78%	83%	87%	70%	91%	87%
APRENDIZAGEM							
OVOS	MEDICAMENTOS	FOLHAS	MILHO	BORBOLETAS	COELHOS	EXPLORADOR	BALEIA
100%	91%	100%	96%	96%	78%	70%	100%
A ATIVIDADE É LÚDICA							
OVOS	MEDICAMENTOS	FOLHAS	MILHO	BORBOLETAS	COELHOS	EXPLORADOR	BALEIA
100%	91%	100%	100%	96%	96%	100%	100%

RESULTADOS SOBRE O ENVOLVIMENTO COM O ESPAÇO MUSEOLÓGICO

A parte relativa ao *envolvimento com o espaço museológico* pode ser analisada em termos emocionais, tendo em conta a relação entre os visitantes e o museu. O envolvimento com o espaço museológico pode ser medido pelo tempo de permanência do visitante na área da exposição, pela opinião do visitante quanto a se a aplicação promove o Museu no exterior (após a visita na partilha da experiência da visita); se fica na memória e se considera que a experiência é um fator de inovação para o museu; e se fazia a atividade em casa.

A pergunta efetuada aos participantes foi: **A atividade apresentada estimula o envolvimento do público com o museu a que níveis?**

Os participantes responderam às questões com sim ou não:

1. A aplicação aumenta o tempo de permanência na área da exposição?
2. A aplicação promove o museu no exterior pela partilha de conteúdos?
3. A aplicação fica na memória do público?
4. A aplicação é um fator de inovação para atração de novos públicos?
5. Fazia esta atividade em casa?

A pergunta efetuada aos participantes foi: **A aplicação aumenta o tempo de permanência do visitante na área da exposição?** É expectável que este tipo de aplicações aumentem o *tempo de visita*, pois estimulam a exploração dos objetos em exposição e do espaço do museu. As experiências *Milho*, *Coelhos* e *Explorador* tiveram 100%, *Ovos*, *Folhas* e *Borboletas* tiveram 96% e *Medicamentos* e *Baleia* tiveram 91%.

A partilha de conteúdos promove uma comunicação informal mais direta. Esta partilha é vantajosa para a instituição pois funciona como marketing. Na questão **“A aplicação promove o Museu no exterior?”**, as *Borboletas* obtiveram 96%, *Milho* e *Baleia* 91%, *Medicamentos* e *Explorador* 87%, *Ovos* 74% e *Coelhos* 61%.

A memória é determinante para o envolvimento intrínseco a cada pessoa. São os momentos que implicam manipulação e imersividade os mais envolventes. Na pergunta **“A experiência fica na memória?”**, as *Folhas*, *Milho*, *Borboletas*, *Explorador* e *Baleia* tiveram 100%, os *Ovos* 96%, os *Medicamentos* 91% e os *Coelhos* 87%.

O uso de tecnologias digitais inovadoras são fatores de inovação que atraem novos visitantes. Na questão: **“Considera que a experiência é um fator de inovação para o Museu?”**, o *Milho* e a *Baleia* tiveram 100%, *Folhas* e *Explorador* 96% e, *Ovos*, *Medicamentos*, *Borboletas* e *Coelhos* tiveram 91%.

A continuação da experiência museológica em casa é importante pois cria laços afetivos e promove a comunicação de ciência. Na questão **“Fazia esta atividade em casa?”**, os *Ovos*, *Borboletas* e o *Milho* (com 65%), a *Baleia* e os *Medicamentos* (com 61%), são as atividades que os visitantes realizariam em casa. As *Folhas*, o *Explorador* 57% e os *Coelhos* 48% são atividades cuja tarefa principal implica interação no local. Com estes resultados é possível concluir que as atividades propostas promovem o envolvimento dos visitantes com o espaço e o Museu (consultar tabela 15).

Tabela 15 Indicadores representativos sobre a questão: A atividade apresentada promove envolvimento do público com o Museu a que níveis?

PERMANÊNCIA NA EXPOSIÇÃO							
OVOS	MEDICAMENTOS	FOLHAS	MILHO	BORBOLETAS	COELHOS	EXPLORADOR	BALEIA
96%	91%	96%	100%	96%	100%	100%	91%
PROMOVE O MUSEU NO EXTERIOR							
OVOS	MEDICAMENTOS	FOLHAS	MILHO	BORBOLETAS	COELHOS	EXPLORADOR	BALEIA
74%	87%	78%	91%	96%	61%	87%	91%

FICA NA MEMÓRIA							
OVOS	MEDICAMENTOS	FOLHAS	MILHO	BORBOLETAS	COELHOS	EXPLORADOR	BALEIA
96%	91%	100%	100%	100%	87%	100%	100%
FACTOR DE INOVAÇÃO							
OVOS	MEDICAMENTOS	FOLHAS	MILHO	BORBOLETAS	COELHOS	EXPLORADOR	BALEIA
91%	91%	96%	100%	91%	91%	96%	100%
FAZIA ESTA ATIVIDADE EM CASA							
OVOS	MEDICAMENTOS	FOLHAS	MILHO	BORBOLETAS	COELHOS	EXPLORADOR	BALEIA
65%	61%	57%	65%	65%	48%	57%	61%

4.2.5.1.2 Etapa 1 - Análise de Resultados das Entrevistas

Esta secção descreve as entrevistas e a sua análise. Foram realizadas entrevistas no sentido de recolher informação sobre a experiência realizada, era constituída por 4 perguntas.

A primeira pergunta surgiu no decorrer de uma atividade de *card sorting*,¹⁴⁸ na qual os participantes tinham de ordenar as atividades de 1 a 5 (sendo 1, o 1º lugar da escolha), conforme a que considerassem ter sido mais positiva.

AVALIAÇÃO DA EXPERIÊNCIA

Foram realizadas entrevistas no sentido de recolher informação sobre a experiência realizada. Foram elaboradas 3 perguntas gerais para todos os grupos. Uma pergunta prévia que foi feita no caso de ser visitante, e perguntar se já tinha vindo à exposição e no caso dos *stakeholders* perguntar o que acharam da experiência de coautoria.

Alguns dos adolescentes já tinham feito esta visita, no entanto lembravam-se pouco, mas afirmaram que se tivessem feito com esta experiência tinham a certeza não se teriam esquecido. Outros apenas tinham visitado o parque.

Os *stakeholders* que participaram do *workshop* acharam muito vantajoso e interessante terem feito estas atividades de coautoria. Seja pelo que aprenderam e também pela oportunidade

¹⁴⁸ *Card sorting* é uma técnica de pesquisa de experiência do utilizador na qual os utilizadores organizam os tópicos em grupos com recurso a cartões impressos.

de serem consultados. Consideram importante poderem participar com os conteúdos que normalmente utilizam para comunicar o que está nos diagramas (expositores). Para sumarizar a experiência foi retirada da entrevista esta frase de um dos participantes: “É importante dar um *input* na aplicação faz todo o sentido a coautoria.”

A segunda pergunta foi: **Considera que estas experiências têm interesse para si e para o público, porquê?**

Os *stakeholders* tiveram uma reação bastante positiva ao protótipo. De uma forma geral, afirmaram que a aplicação adiciona informação ao que está exposto e que usariam nas suas visitas guiadas, especialmente em grupos pequenos. Também dão preferência aos públicos mais jovens e famílias, uma vez que os conteúdos da aplicação se encontram adequados aos programas curriculares. Uma das pessoas entrevistadas considera que a aplicação faz ainda mais sentido em visitas sem guia. Também acharam bem a seleção dos locais, com o critério de onde houver atividade física, não há experiência na aplicação.

Os investigadores gostam da ideia de fazer a experiência com o próprio telemóvel. Afirmaram que a aplicação lhes dá mais informação e que ajuda os visitantes a guiarem-se pela exposição. Para além disso, consideram a experiência imersiva, que leva à descoberta, numa espécie de caça ao tesouro. Algo também referido foi o facto de o visitante poder escolher o percurso expositivo e se faz ou não cada uma das atividades, sem que estas lhe sejam impostas. Tal como os *stakeholders*, os investigadores também acreditam que a aplicação seria mais apropriada para um público mais jovem (6 a 20 anos), uma vez que interagem muito com o telemóvel. No entanto, afirmaram que gostariam que a experiência fosse também para famílias.

Foram recolhidas algumas sugestões dadas pelos investigadores: Os vídeos devem ser pequenos, com 2 minutos no máximo. As mecânicas das atividades não devem ser repetidas entre elas, uma vez que retiram o factor novidade que, conseqüentemente, podem retirar o interesse do visitante. Também sugerem que as experiências devem ser usadas especialmente em locais que passam mais despercebidos pelo público. Por último, recomendam outros museus a adotar este tipo de experiências, sendo que deverão ser adaptadas aos seus contextos.

O *feedback* do grupo de participantes adolescentes. Eles compartilham a opinião de que a APP melhora a atenção e a aprendizagem, fazendo com que a experiência fique na memória. Os adolescentes gostaram de visitar o Museu com a aplicação porque lhes permitia fazer a

visita ao seu próprio ritmo, e preferiam esta situação a uma visita guiada tradicional. Foi perceptível que gostariam de utilizar esta aplicação com a família e amigos. Além disso, acharam que o uso de jogos simples atrairia até crianças mais pequenas. Consideraram interessante haver atividades que promovessem a competição, para o fazerem com a família e amigos. Além disso, alguns deles gostariam de ver mais atividades que estimulam a criatividade. Por fim, este grupo revelou que se preocupavam com o espaço de armazenamento, no caso de terem que instalar uma aplicação nos seus telemóveis, e por isso sugeriram que a aplicação fosse alojada remotamente e acedida via Web.

A terceira pergunta foi: **O que achou do sistema de navegação, refiro-me a ter apenas acesso às atividades por vibração.**

Os *stakeholders* contaram que o sistema era preciso e que havia vantagens em apenas ser necessário aproximarem-se dos *beacons* para iniciar as atividades. Consideraram o sistema ativo na interpelação, e são os conteúdos que chamam o utilizador. O fator surpresa foi considerado importante, assim como a expectativa. Além disso, aprovaram a ideia dos visitantes não estarem sempre focados no telemóvel. Para o final da experiência, sugeriram haver um carimbo para cada atividade realizada e preencher um passaporte com todos os carimbos arrecadados.

No grupo de especialista temos um que considerou que o sistema está muito sujeito a *bugs*, por isso prefere um sistema que possa ter o controle. Reconhece as limitações do museu em ter acesso a um suporte técnico para resolver os problemas, isto se a tecnologia de *beacons* falhar. No entanto, os restantes especialistas gostaram da liberdade que isso dá às pessoas para ver a exposição no seu próprio ritmo e refutam a ideia de existir uma lista prévia, pois faria com que os visitantes andassem à procura das atividades. Além disso, acreditam que a aplicação aumenta o tempo de permanência na exposição. Acrescenta exploração e interação com a exposição, traz conhecimento e até a criatividade, bem como pode ser acrescentada alguma competição. Este grupo disse que gostaria de ver apresentado no final o total de atividades realizadas. Esta ideia está alinhada com a sugestão dos *stakeholders* de existir no final de cada atividade uma espécie de “selos” que marcasse o sucesso da atividade.

Os adolescentes disseram que o sistema de navegação era simples, ágil e intuitivo. Um participante afirmou - “É inovador, nunca estive num museu que o fizesse”. Foi unânime que a utilização do sistema de vibração é um excelente método para saber o local e a atividade a realizar. Consideram que o sistema se assemelha a uma caça ao tesouro, porque vão sendo

surpreendidos com novas atividades, disseram: “*la avançando, mesmo numa sala que poderia ser menos interessante, a atividade tornava a visita mais interessante.*”

Além disso, este grupo prefere não saber quais atividades estão disponíveis de antemão. A razão é que isso evita a tentação de escolher apenas algumas atividades que eles possam achar como sendo mais divertidas, o que os faria perder outras experiências bem divertidas e perderem novos conhecimentos.

A quarta pergunta foi: **O que pensa sobre a partilha de conteúdos digitais efetuados a partir de uma aplicação da GB?**

No geral, todos os grupos acharam que era importante a partilha da sua experiência de visita. Os *stakeholders* consideram importante a divulgação para o exterior. Mencionaram que deve existir uma preocupação de sensação de comunidade e que é importante a recomendação nas redes sociais. Advertem que deve existir uma preocupação legal com o uso das imagens e que deve ser dada a possibilidade do visitante guardar as imagens no seu próprio dispositivo.

Além do que foi referenciado, um dos investigadores alertou para a importância de se preparar um cenário no museu, onde todos façam a partilha. O que permite a captura de boas fotos e uma comunicação efetuada pelos visitantes. Considera interessante a atividade de *selfies* com um *ranking*, no entanto, alerta para as questões de privacidade. Pelo que considera que estas devem ser partilhadas pelas contas pessoais. Porém, há quem afirme: “o ter um mural para cada atividade, é lúdico e colaborativo, ajuda a ligar com outras pessoas que fizeram a experiência. Podia ligar ao domínio ou website, a uma *cloud*.”

O grupo de adolescentes afirmaram que gostaram de fazer as atividades de partilha e acham que partilhavam essas imagens e mensagens com a família e amigos. Consideram que mesmo para quem não goste de partilhar a sua imagem, pode fazê-lo com texto o que é muito criativo. Afirmaram que partilhariam conteúdos sérios, como alguns filmes que viram na aplicação, mas que também gostavam de guardar nos seus telemóveis as *selfies* tiradas no museu.

AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES

Foi pedido a todos os participantes que fizessem uma atividade de *card sorting* com o intuito de avaliar todas as atividades que testaram na visita à exposição. Os participantes tinham de ordenar as atividades de 1 a 5, (sendo 1, o 1º lugar da escolha), conforme a que considerassem ter sido mais positiva. Para isso, tinham à disposição cartões com as imagens de todas as atividades, cada atividade era composta por todos os ecrãs. Que poderiam ser consultados se fosse necessário esclarecer alguma dúvida dos participantes. Esta atividade permitiu conversar com os participantes sobre as atividades e perceber quais tinham gostado mais e porquê¹⁴⁹. Permitiu que se fizesse uma análise por grupo focal. A atividade foi fotografada para posterior análise (figura 117).

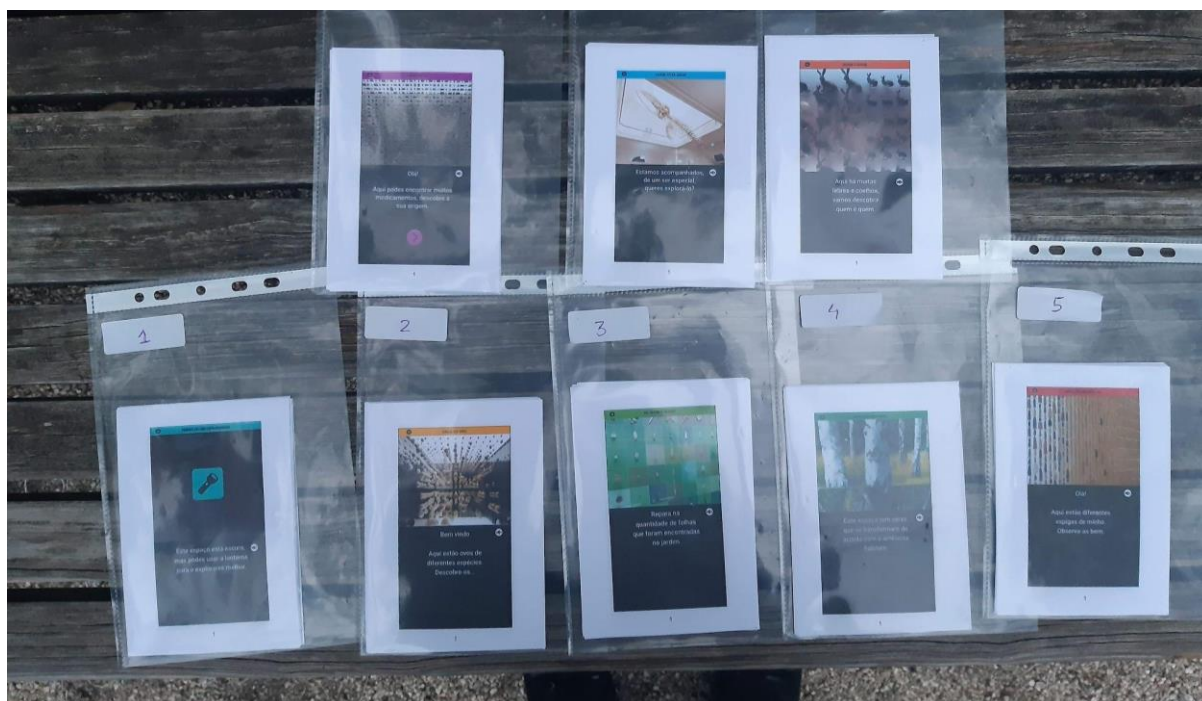


Figura 117 Resultado de uma atividade *card sorting*, realizada por um participante.

Foi possível identificar o top 5, e top 3 total e por grupo de utilizadores. Uma vez que o número de atividades propostas é muito elevado, a visita seria muito longa, correndo o risco de se tornar numa experiência exaustiva. Foram identificadas como atividades a serem implementadas, as *Folhas*, a *Baleia*, o *Explorador*, os *Ovos* e as *Borboletas*. Não houve nenhuma atividade que não fosse escolhida, e todas fizeram parte do top 5 (consultar tabela 16 e imagem 118).

¹⁴⁹ Alguns dos testemunhos foram transcritos e encontram-se no Anexo E.

Tabela 16 Grelhas criadas pelo *card sorting*, organizadas por grupos focais. Das atividades que fez, qual ficou na sua memória como uma experiência positiva? Ordene os cartões de 1-5 (sendo a 1 a que considera ter sido mais positiva).

TOP 1							
OVOS	MEDICAMENTOS	FOLHAS	MILHO	BORBOLETAS	COELHOS	EXPLORADOR	BALEIA
0%	7%	36%	0%	7%	0%	21%	29%
TOP 3							
OVOS	MEDICAMENTOS	FOLHAS	MILHO	BORBOLETAS	COELHOS	EXPLORADOR	BALEIA
43%	7%	71%	7%	21%	29%	50%	71%
TOP 5							
OVOS	MEDICAMENTOS	FOLHAS	MILHO	BORBOLETAS	COELHOS	EXPLORADOR	BALEIA
64%	21%	79%	43%	64%	50%	79%	93%

Figura 118 Indicadores das atividades que ficaram entre os top 5, top 3 e top 1, organizadas por grupos focais (todos, stakeholders, adolescentes, público geral)

TODOS TOP 1	STAKEHOLDERS TOP 1	ADOLESCENTES TOP 1	INVESTIGADORES TOP 1
FOLHAS	EXPLORADOR	BALEIA	FOLHAS

TODOS TOP 3	STAKEHOLDERS TOP 3	ADOLESCENTES TOP 3	INVESTIGADORES TOP 3
FOLHAS	EXPLORADOR	BALEIA	BALEIA
BALEIA	FOLHAS	OVOS	FOLHAS
EXPLORADOR	BALEIA	EXPLORADOR FOLHAS	EXPLORADOR

TODOS TOP 5	STAKEHOLDERS TOP 5	ADOLESCENTES TOP 5	INVESTIGADORES TOP 5
BALEIA	FOLHAS	BALEIA	BALEIA
FOLHAS	BALEIA	EXPLORADOR	FOLHAS
EXPLORADOR	EXPLORADOR	OVOS	EXPLORADOR
BORBOLETAS	BORBOLETAS	FOLHAS	BORBOLETAS
OVOS	MILHO	COELHOS	OVOS

4.2.6 Considerações e contributos para a *framework* Play the Museum

Este caso de estudo permitiu analisar várias etapas do processo de implementação de uma tecnologia num museu, incluindo os *workshops* de cocriação com *stakeholders*, o desenvolvimento de um protótipo funcional e os resultados da sua avaliação *in loco*. Todo o processo foi organizado numa *framework* metodológica. Seguem-se as conclusões deste caso de estudo que procura definir os princípios que devem ser tidos em conta por designers e museólogos ao implementar estas experiências em espaços museológicos.

4.2.6.1 Etapa 2 - Concluir

Fase 1 - Entendimento do Problema

As atividades de *quebra-gelo* permitem que os *stakeholders* percebam as potencialidades do espaço e olhem para ele de forma diferente. Na atividade de introdução à tecnologia é possível demonstrar as potencialidades e limitações da realidade aumentada.

Fase 2 - Design e Análise

Os *workshops* de cocriação captam o interesse dos *stakeholders* em comunicar os conteúdos expositivos de forma diferente e criam uma ligação afetiva com a aplicação, facilitando uma futura integração destas tecnologias nas visitas.

Os *workshops* também permitem desenhar uma alternativa de visita com vista a alcançar públicos que gostem de usar tecnologia nas visitas, de forma a tornar a experiência de visita mais memorável. Para além disso, garantem que os conteúdos científicos dos jogos sejam corretos e adequados à mensagem que o museu pretende transmitir.

Fase 3 - Construir e implementar

As ferramentas de desenho com *templates*, apoiam os *stakeholders* a idealizar as atividades e a comunicar as suas ideias ao grupo. São importantes porque permitem implementar uma linguagem mais próxima com a aplicação final. E além disso, podem adequar a quantidade de conteúdos a colocar em cada ecrã. Os *mockups* permitem aos designers utilizar software de prototipagem para implementar os conteúdos e desenvolverem um protótipo de alta-fidelidade que pode ser testado com utilizadores. Por sua vez, o protótipo ajuda a equipa de informática a programar o sistema de localização por *beacons*.

Fase 4 - Avaliar a aceitação

A avaliação do protótipo é importante para o designer analisar a percepção dos *stakeholders* e dos visitantes, e identificar as vantagens e desvantagens da aplicação em desenvolvimento. Esta análise pode ser realizada em grupos focais individuais ou em grupos de famílias e adolescentes, de forma a observar a interação entre visitantes.

Fase 5 – Verificar

A qualidade do sistema – Validar o sistema de identificação da localização e o sistema de notificação por vibração funcionam e são entendidos pelos visitantes. Identificar se o sistema não obriga a olhar constantemente para o telemóvel nem compete com a exposição. Identificar se o sistema dá aos visitantes uma sensação de descoberta, distinguindo-se de outros sistemas no mercado.

Envolvimento do visitante com a matéria científica - Identificar a motivação dos visitantes para realizar as atividades propostas, e perceber se a interação proposta não implica conhecimentos prévios para a interação com a aplicação. Perceber se o tempo da atividade é adequado e se promove a comunicação de ciência, esta pode ser ao nível da transmissão da mensagem e/ou da mudança de atitude do visitante.

Percepção do tipo de jogadores a que se destina cada jogo/experiência - Identificar quais os conteúdos e mecânicas que os visitantes mais gostam, identificando se estas se destinam a visitantes que gostam de explorar, criar, partilhar ou competir, o que permite perceber se a experiência de visita está desenhada para alcançar todo o tipo de jogadores.

Envolvimento do visitante com o objeto - Identificar se as atividades propostas promovem a interação com os objetos expostos, ao nível da observação, melhorando a atenção através de tarefas que impliquem um *olhar atento*. Ao nível do estímulo da criatividade, com atividades que promovam uma interação e utilizem a imaginação, estas criações podem ter conteúdos inspirados nos objetos que podem ser partilhados. Identificar se a interação com o objeto necessita que o visitante possua ou tenha que adquirir competências de âmbito tecnológico, nomeadamente na manipulação da AR e na utilização da câmara do telemóvel, para tirar fotografias e vídeos, por exemplo. Identificar ao nível da aprendizagem se as atividades que incluem LBG e AR fizeram reter a informação por estimularem um tipo de aprendizagem que relaciona o objeto com a ação, o aprender fazendo. Identificar se as atividades são lúdicas e que a aprendizagem se realiza de uma forma despercebida e divertida, fazendo com que a experiência de interação com o objeto fique na memória.

Envolvimento do visitante com o espaço museológico - Perceber se o visitante considera que a aplicação promove o Museu fora do seu espaço, através de publicações que são partilhadas nas redes sociais pela aplicação no local. Se o público considera que a tecnologia disponibilizada é emergente e atrai novos públicos pela curiosidade e novidade. Identificar a perceção do visitante se a utilização da aplicação aumenta o tempo de permanência deste na área da exposição. Identificar se alguma das atividades propostas é possível de ser realizada em casa. Identificar se a experiência fica na memória dos visitantes, e se esta os estimula a partilhar com o público visitante e com aqueles que ainda não o visitaram.

4.2.6.2 Etapa 3 - Implementar

Nos *workshops* recomendamos que sejam realizadas atividades de cocriação com os *stakeholders* e com o público-alvo, garantindo que não existam diferenças hierárquicas dentro do mesmo grupo. No caso de incluir no mesmo *workshop* os *stakeholders* e o público-alvo, os *stakeholders* devem agir como facilitadores do grupo, mas não devem desempenhar um papel de decisor.

Fase 1. Entendimento do Problema

Etapa 1 – Exploração do espaço

As atividades de *quebra-gelo* têm de ser realizadas nos locais em que atuarão os futuros jogos, e devem ser rápidas e conduzir os participantes a pensar ‘fora da caixa’.

Etapa 2 – Introdução da tecnologia

Recomendamos que haja uma atividade de introdução à tecnologia. No caso deste projeto, foi a AR. No entanto, a atividade deve ser adaptada em função do tipo de tecnologia a ser usada nos jogos, e.g. VR, *escape games*, jogos baseados na localização, etc..

Fase 2 - Design e Análise

Etapa 1 - Debate de ideias

Recomendamos que os participantes definam e registem a mensagem a ser comunicada, bem como a quem se destina, para cada local escolhido. Deverá ser disponibilizada uma lista de mecânicas de jogos com *templates* desenhados, que permitam visualizar a *user interface* mais facilmente.

Etapa 2 - Design de Mockups

No desenho dos *mockups*, deve-se ter especial cuidado para que uma atividade não tenha demasiadas tarefas, pois se a atividade for demasiado longa o visitante pode perder o interesse. Para ajudar no preenchimento dos *templates*, deverá haver um investigador por grupo. Para além disso, deverá ser incluído um *template* em branco de modo a não limitar a criatividade. No final, deverá ser escolhido um interlocutor para fazer a apresentação da atividade.

Fase 3 - Construir e implementar

Etapa 1 e 2 - Design com conteúdos reais e desenvolvimento do protótipo

Na adequação dos *templates* para o design de um protótipo de alta fidelidade, é preferível que os conteúdos sejam fornecidos pelo museu. O protótipo deverá ser o mais funcional possível.

Etapa 3 - Testes no local

É importante verificar se a tecnologia baseada na localização funciona com o dispositivo no qual será feita a avaliação.

Fase 4 - Avaliar a aceitação

Etapa 1, 2 e 3 - Observar utilizadores, Aplicar questionários e Entrevistar

Na avaliação recomendamos a recolha de informação quantitativa e qualitativa. Para esta recolha podem ser usados os testes descritos anteriormente, pois permitiram extrair muita informação. Recomendamos que a aplicação seja avaliada em termos de usabilidade para garantir que esteja apta para ser usada pelos visitantes. Esta avaliação permite detetar problemas na fase da testagem.

Recomendamos uma atividade de *card sorting* durante as entrevistas, pois permite acionar a memória da experiência e conduz a conversa de uma forma mais fluida e informal.

Recomenda-se o uso de testes com utilizadores depois da APP estar pronta.

A tecnologia incluída neste enquadramento é a AR. Contudo, a estrutura pode ser adaptada para outras tecnologias, dependendo do projeto a implementar.

4.2.7 Síntese

O segundo caso de estudo foi uma experiência lúdica decorrente no espaço interior do Museu, com recurso a *beacons bluetooth*. Teve como objetivos definir considerações que devem ser tidas em conta por designers e museólogos ao implementar estas experiências em espaços museológicos. Foram utilizadas metodologias de design (*design thinking*, *codesign*) e desenvolvidos métodos de apoio na conceção, desenvolvimento e avaliação deste tipo de aplicações. Decorreu na GB e ocupou grande parte da investigação. Teve dois tipos de abordagens criativas.

A primeira fase ocorreu em ambiente académico¹⁵⁰ e a segunda com cocriação no espaço do Museu com a sua equipa. A primeira abordagem resultou de um trabalho conjunto, em que os alunos foram ao local e fizeram um *brainstorming* criativo coletivo. Depois de o conceito ter sido discutido em grupo, dois alunos deram continuidade às ideias sugeridas. Uma delas foi dar corpo em realidade aumentada (RA) ao esqueleto de baleia exposto e a outra consistiu num jogo com AR de identificação dos Ovos que estão expostos numa vitrine, apresentando a informação de uma forma lúdica¹⁵¹. Estas experiências prototipadas foram utilizadas na segunda fase como exemplos das potencialidades da tecnologia aos participantes do *workshop*. Estas permitiram testar a tecnologia de AR e ajudaram a idealizar as futuras atividades. Foram fundamentais para uma familiarização com o espaço e os conceitos a implementar.

Na segunda fase, identificou-se uma metodologia processual para o design de aplicações para museus com recurso a *workshops* com *stakeholders* (equipa do museu envolvida). Nestes, foram utilizadas metodologias de design participativo e foram criadas ferramentas de apoio para a idealização dos protótipos. Estes ocorreram em três momentos com a participação da equipa do museu e permitiram a identificação dos objetivos a implementar e a adequação da informação científica às mecânicas dos jogos. Desta ação resultou uma metodologia processual para ser implementada em museus, que recorram a *workshops* para a criação de aplicações. O início do processo deve ter em conta o contexto em que o projeto se insere, esta primeira etapa deve ter em conta o entendimento do problema por parte de todos os envolvidos no processo (grupo de envolvidos designers, museólogos e tecnólogos). Esta equipa ocupa-se da fase 1 etapas 1) exploração do espaço, 2) introdução da tecnologia. Segue-se a idealização de uma proposta, nesta fase 2 de design e análise são realizadas por

¹⁵⁰ Com o Curso de Especialização em Design de Interação, Web e Jogos da UP.

¹⁵¹ Esta atividade foi prototipada por uma aluna que esteve a estagiar na FEUP, no centro de investigação Graphics, Interaction and Gaming (GIG) e foi orientada por esta equipa de investigação.

toda a equipa etapas 1) debate de ideias e 2) design de *mockups*. De onde surge uma proposta de desenvolvimento. Este problema é resolvido na fase 3, que corresponde à construção e implementação de um protótipo. Para isso deve o designer cumprir as etapas 1) design com conteúdos reais, 2) desenvolvimento do protótipo, 3) testes no local. Estes testes com utilizadores servem para a avaliação da proposta de design. Esta fase 4 de avaliar e aceitar é realizada pela equipa envolvida no processo e por utilizadores. É constituída pelas etapas 1) observar utilizadores, 2) aplicar questionários, 3) entrevistar. Segue-se a fase 5 dos resultados que pretende verificar os objetivos da proposta foram conseguidos, envolvendo as etapas 1) análise de resultados, 2) concluir, 3) implementar.

Estas experiências criativas promoveram o espaço museológico em espaço laboratorial, focado na experimentação e na coautoria de novos conteúdos. Dos *workshops* resultaram oito experiências de desenhos de *mockups* que posteriormente foram prototipados e implementados no sistema de *beacons* do Museu. Estes protótipos serviram para fazer testes com utilizadores com três tipos de grupos: equipa do Museu que tinha feito os *workshops* de cocriação, investigadores especializados e adolescentes. Foram recolhidos dados através de questionários e entrevistas que permitiram identificar estratégias para a implementação de atividades cativantes que promovam a participação e o envolvimento com o objeto exposto. Os questionários de observação permitiram identificar os pontos fundamentais de avaliação deste tipo de aplicações:

Identificar a qualidade do sistema - Verificar se a aplicação está a responder corretamente aos sinais do sistema (*beacons* ou GPS) e se o utilizador não tem dificuldades em entender as notificações que lhe chegam. Também é importante perceber se o sistema não compete com a atenção que o visitante dá à exposição.

Nesta aplicação o uso do sistema de alerta por vibração revelou-se muito eficaz, porque não obriga o visitante a olhar constantemente para o telemóvel e dá a sensação de descoberta, como se de uma 'caça ao tesouro' se tratasse. Os visitantes revelaram que preferem este sistema em relação a outros sistemas no mercado ou às visitas tradicionais.

Identificar o envolvimento do visitante com a matéria científica - Identificar se os conteúdos são acessíveis e perceptíveis para todas as idades, e que não envolvam conhecimentos prévios de forma a não frustrar nenhum dos visitantes. Deverão ser utilizados conteúdos lúdicos de forma a envolver o visitante e levá-lo a aprender e a partilhar a experiência com o exterior.

Nesta aplicação, verificou-se que podem existir diferentes graus de dificuldade dos conteúdos, mas para isso não devem ser necessários conhecimentos prévios para a interação com a aplicação, as respostas devem estar no local de forma a motivar o visitante a um olhar atento e ajudar com isso a reter a informação na memória. Os conteúdos são diversificados e não são especialmente dirigidos para um determinado público. Os visitantes demonstraram que gostam de experiências que incentivam a exploração do local e o acesso a informação útil de uma forma lúdica e também gostam de incluir mecânicas competitivas nos jogos. Estes jogos contribuem para a divulgação da matéria científica e aumentam o interesse por este tipo de matéria.

Identificar o envolvimento do visitante com o objeto - Identificar se a experiência aumentou o interesse e a atenção pelo objeto exposto e perceber se a interação proposta pela aplicação levou a uma aprendizagem do visitante. Perceber se esta interação se adequa às competências tecnológicas dos utilizadores e se as atividades propostas são para estes consideradas entusiasmantes. Identificar se há na aplicação, atividades que estimulem a criatividade e a partilha da experiência no exterior.

Nesta aplicação verificou-se que as atividades que incluem AR aumentaram o interesse dos visitantes pelo objeto, isto deve-se à atenção focada exigida por este tipo de atividades, mas também pela capacidade de impressionar efeito ("WOW" factor¹⁵²) da AR. Este tipo de interação fez reter a informação na memória dos visitantes. Em relação às atividades que implicam a criação de conteúdos, revelaram-se muito apreciadas e os visitantes consideraram a sua partilha. Esta partilha aumenta o envolvimento com o objeto.

Identificar o envolvimento do visitante com o espaço museológico - Identificar se a aplicação comunica os objetivos do museu e se promove a comunicação com o exterior através da partilha da experiência. Verificar se são aplicadas políticas de privacidade na aplicação e se esta utiliza tecnologia emergente, de forma a oferecer ao visitante uma alternativa à visita tradicional. Esta alternativa deve aumentar o tempo de permanência na exposição e aumentar o entusiasmo pela visita. Pode-se verificar se a aplicação apresenta possibilidades de completar a experiência em casa, o que aumenta o envolvimento com o museu.

Nesta aplicação, verificou-se que a partilha de conteúdos é importante para a comunicação do museu, não só com os visitantes como com o público que ainda não visitou o museu. Esta aplicação tem em conta as políticas de privacidade em relação à salvaguarda da informação

¹⁵² Uma qualidade ou característica de algo que faz as pessoas se sentirem impressionadas e entusiasmadas.

criada pelos utilizadores. A aplicação utiliza tecnologia emergente que faz com que o museu se aproxime da sociedade e seja um local de atração para os visitantes, especialmente aqueles que gostam de utilizar tecnologias nas suas experiências de visita. Esta experiência de visita aumentou o tempo de permanência na exposição e algumas das experiências tinham o potencial de completarem a visita em casa.

Este caso de estudo permitiu acrescentar princípios a esta investigação relacionados com a tecnologia (*beacons*) e o *feedback* da aplicação quando encontra este sinal. A notificação por vibração permite ao utilizador fazer o percurso sem estar demasiado ocupado a olhar para o telemóvel e dá a sensação de descoberta. A idealização da aplicação foi realizada com a equipa do museu em *workshops*, onde foram possíveis identificar metodologias para a realização dos mesmos. Esta metodologia serviu para a conceção de um protótipo funcional que foi utilizado para testes e entrevistas no local com a equipa do museu e visitantes. Estes dados foram analisados e permitiram a recolha de informação para *framework* deste estudo, nomeadamente no processo de criação, design e prototipagem de aplicações que utilizem AR, jogos e o sistema tecnológico. Deste estudo resultou uma proposta de aplicação para o terceiro caso de estudo que recorre a três tipos de tecnologia invisível: o reconhecimento de imagens, os *beacons* e o GPS. Pretende-se verificar considerações de design relacionadas com experiências que se iniciam num espaço e que se prolongam num outro espaço, recorrendo ao LBG e a AR. No próximo caso de estudo também se procuram princípios relacionados com a implementação deste tipo de aplicações.

4.3 Caso de estudo 3 - Experiência lúdica no espaço interior e exterior do museu

4.3.1 Contexto

O terceiro caso de estudo foi desenvolvido no sentido de integrar experiências no interior da Galeria da Biodiversidade e seu exterior, no Jardim Botânico. A experiência relaciona os dois espaços, o interior no museu onde os objetos expostos estão em vitrines e no exterior onde é possível ter acesso às espécies no seu *habitat*. Tinha como objetivo implementar uma aplicação lúdica que explorasse soluções tecnológicas de Realidade Aumentada que estabelecem uma ligação entre espaços interiores e exteriores. Para isso é necessário estabelecer dois tipos de acesso em AR para a localização, tais como GPS e *beacons* Bluetooth. Esta aplicação surgiu de uma proposta de design do caso de estudo anterior. Pretende-se estabelecer a ligação entre as folhas em exposição e as suas respetivas árvores plantadas no exterior, melhorando tanto a atratividade da exposição como o conhecimento da origem daquele herbário. Dos testes realizados no caso de estudo anterior, foi possível identificar que os visitantes se sentiram motivados a fazer este jogo com amigos e familiares. Nesse sentido foram criadas mecânicas que permitiam uma jogabilidade entre visitantes.

Esta aplicação foi desenvolvida em parceria por um estudante do Mestrado Integrado em Engenharia Informática e Computação, e um estudante do Mestrado em Multimédia, da FEUP. Os dois foram coorientados pela investigadora e pelos dois orientadores desta tese, durante o ano letivo de 2020/21.¹⁵³

4.3.2 Experiência na Galeria da Biodiversidade e no Jardim Botânico

O projeto Flo[RA] consiste num jogo pervasivo com uma estrutura linear, desenvolvido em Unity e está organizado em três momentos:

1. No interior da GB, junto de quatro vitrines com folhas expostas, onde a câmara procura o reconhecimento da imagem da folha (*tecnologia-computer vision*).

¹⁵³ David Soares (2021). Flo[RA]: Uma aplicação móvel para comunicar ciência através do lúdico e da realidade aumentada. Retrieved from <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/135644>

Diogo Teixeira (2021). Serious Game with Augmented Reality - Programming on Indoor/Outdoor systems: A case study on Galeria da Biodiversidade da Universidade do Porto. Retrieved from <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/135540>

2. No exterior no JB; por todo o jardim onde se encontram as árvores de origem das folhas, e onde surge um mapa com radar (tecnologia-*Global Positioning System (GPS)*).
3. Num ambiente criativo de AR, que pode ser usado em qualquer ambiente (imagem da câmara com ferramentas que permitem a sobreposição de “autocolantes”).

Logo no ecrã inicial surge uma pequena animação que identifica as diferentes fases da aplicação: “bem-vindo” à Flo[RA], “descobre” as folhas em exposição e identifica as árvores no jardim, “cria” uma composição em AR e “partilha” a criação através das redes sociais (figura 119).

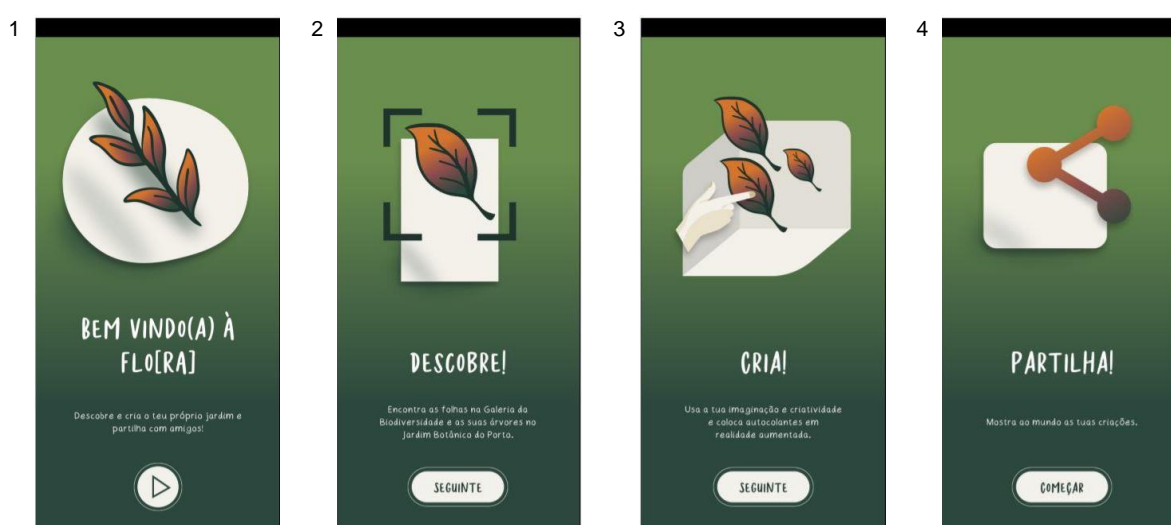


Figura 119 Ecrãs animados de introdução: 1) “bem-vindo” à Flo[RA]. 2) “descobre”. 3) “cria” uma composição em AR. 4) “partilha”.

4.3.2.1 Interior da galeria

O jogo começa no interior da galeria, onde se encontram as folhas. O objetivo é captar a atenção para as diferentes espécies, nesse sentido o jogador tem que procurar algumas folhas (Figura 120). Estas podem ser encontradas com três níveis de dificuldade: O fácil, onde é visível metade da folha e o contorno; o médio, onde é visível metade da folha; o difícil, onde apenas surge o contorno (Figura 121).

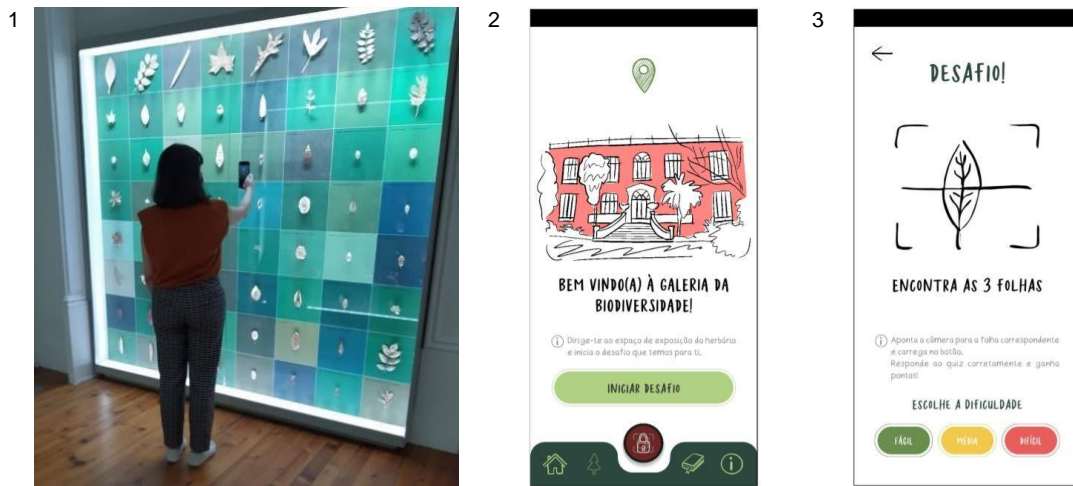


Figura 120 1) Visitante numa das quatro vitrines da exposição. 2) Ecrã inicial que verifica se o utilizador já se encontra na exposição. 3) Seleção do nível de dificuldade.



Figura 121 Identificação dos três níveis de dificuldade.

Quando o utilizador procura as folhas, a câmara tenta identificar uma das 6 imagens para reconhecimento. Ao chegar a uma dessas 6 folhas, surge no visor um ponto de interrogação, e o jogador carrega no botão da câmara, se a folha correta não é detetada, é visível no ecrã uma cruz vermelha, e é aplicada uma penalização à pontuação e o jogador tem de continuar a procurar a folha correta. Ao encontrar a folha correta mostra uma indicação de sucesso (figura 122).

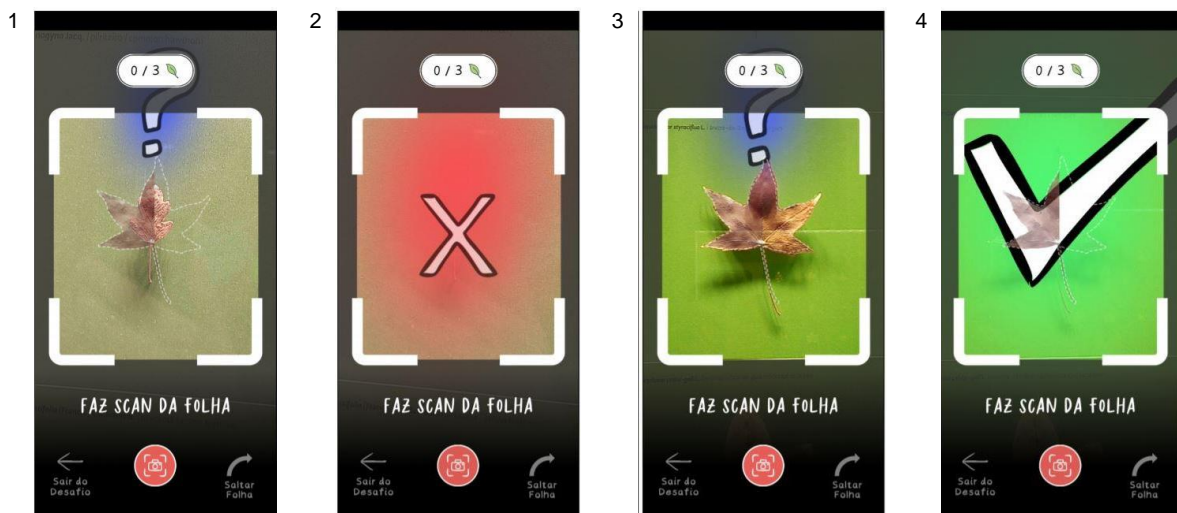


Figura 122 1) A aplicação deteta uma das folhas. 2) Feedback que mostra que foi a folha errada. 3) A aplicação a detetar outra folha. 4) O feedback mostrado de que é uma folha correta

Assim que é detetada a folha correta, o jogo pergunta o nome científico da espécie, apresentando três sugestões. É possível saber a resposta se olharem para a vitrine. Se a resposta não estiver correta, aparece selecionada a resposta correta. De seguida, surge um ecrã com informação sobre a espécie. Esta informação é apresentada de uma forma gráfica, com a utilização de ícones, um mapa de localização da origem e informação textual com curiosidades sobre a espécie (figura 123).

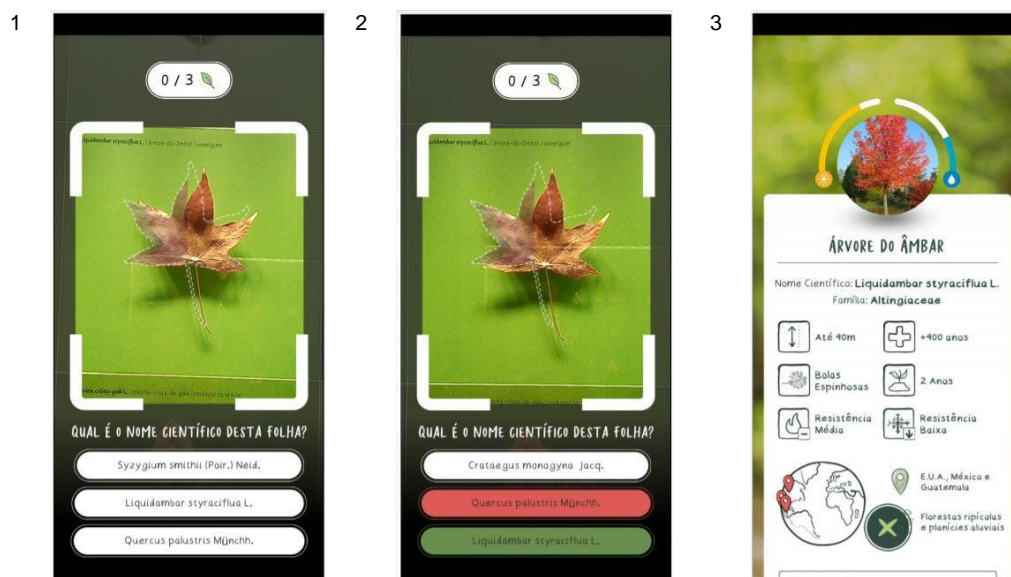


Figura 123 1) Ecrã com a questão do nome científico da espécie da folha. 2) Ecrã de resposta (a verde a resposta correta). 3) Ecrã de informação da espécie.

Depois de serem encontradas as três folhas do desafio, é mostrado o painel final, exibindo as classificações relativamente ao tempo e ao número de erros que o jogador cometeu, bem como à pontuação global. Surge um botão onde é dada a opção de repetir o desafio, se ainda houver folhas por encontrar (6 possíveis), também é possível aceder ao painel das folhas encontradas (o herbário) e passar para a fase seguinte do jogo, no exterior (figura 124).

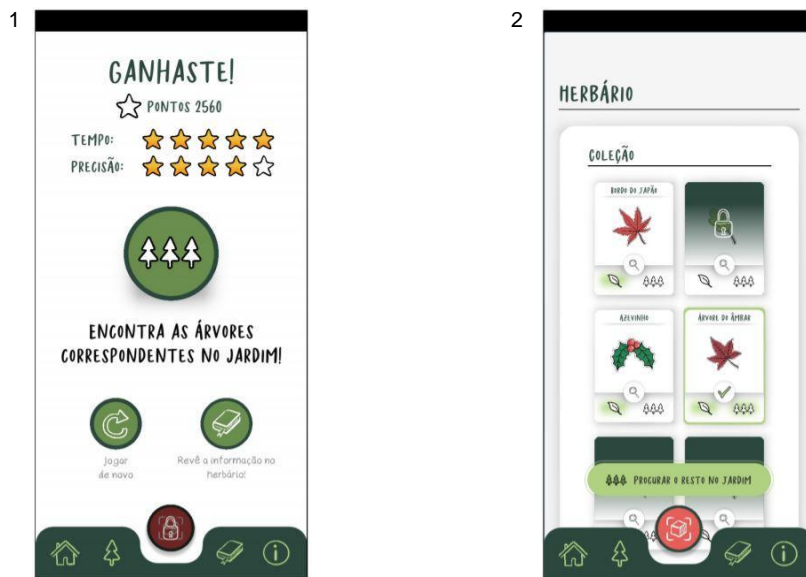


Figura 124 1) Ecrã final desta secção, mostra o desempenho no desafio anterior e avançar para o exterior, permite voltar a encontrar mais 3 folhas e aceder à coleção. 2) O ecrã Herbário, mostra as folhas bloqueadas e desbloqueadas e aquelas cujas árvores podem ser encontradas.

4.3.2.2 Exterior no jardim botânico

O momento seguinte é passado no exterior no Jardim, onde o jogador tem a tarefa de encontrar as árvores da mesma espécie de folhas que foram encontradas na cena anterior. Pelo que, se o jogador só encontrou três folhas, então só poderão encontrar as suas três árvores respetivas (figura 125).

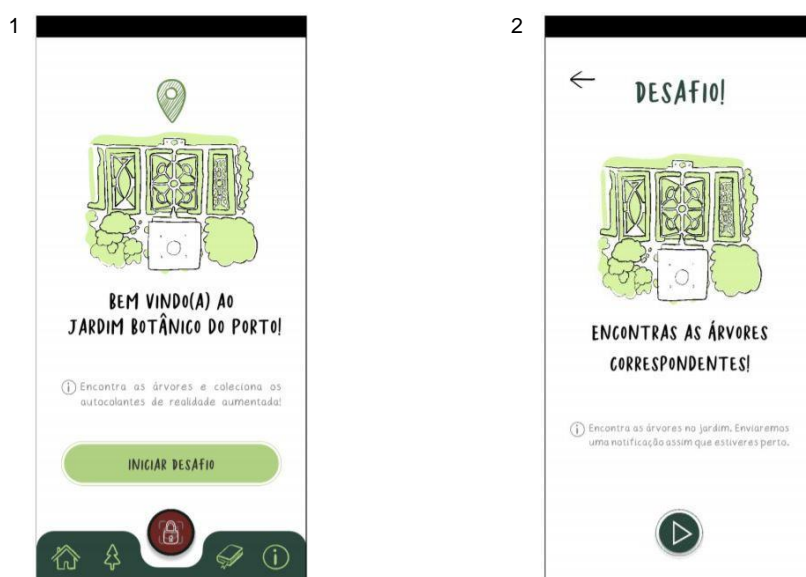


Figura 125 1) Ecrãs iniciais do desafio no exterior, no jardim. 2) Inicia a localização do dispositivo.

Na aplicação, surge um mapa com a localização das árvores a encontrar, identificadas com um alfinete. Quando a aplicação deteta que o jogador se está a aproximar de uma árvore relevante, o mapa centra o respetivo alfinete para destacar a árvore em questão e surge no ecrã a informação da sua proximidade. Para cada momento de aproximação é dada uma notificação háptica, de vibração. Há quatro momentos de apresentação de proximidade com a indicação do nome da espécie a procurar: a menos de 1 metro quando encontra a árvore, a menos de 7 metros, quando a árvore está próxima; de 7 a 15 metros indica que está perto; de 15 a 30 metros indica que existem árvores para encontrar. Quando mais do que uma árvore está próxima, é selecionada a que se encontra mais perto (figura 126).



Figura 126 Ecrãs com a indicação dos níveis de proximidade com a árvore. 1) A procurar a árvore mais próxima. 2) A árvore está perto. 3) Estás a aproximar-te.

Quando o jogador encontra a árvore, surge uma indicação sonora e um painel que pede a validação de ter encontrado a árvore. No ecrã do mapa surge a indicação da sua descoberta. De seguida, pode iniciar o desafio criativo seguinte (figura 127).

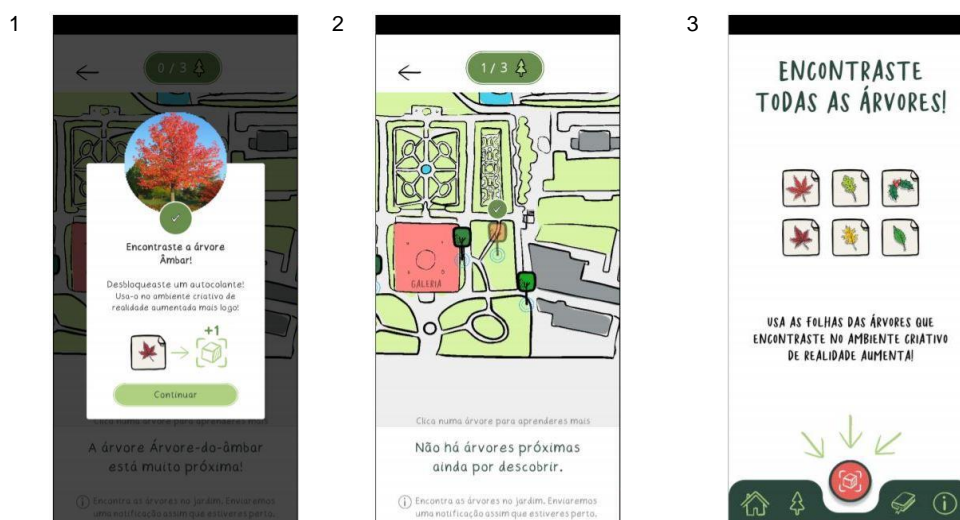


Figura 127 1) Ecrã com a indicação de que a árvore foi encontrada 2) Mapa com a indicação da árvore encontrada. 3) Ecrã final das árvores encontradas com a indicação da possibilidade de iniciar o desafio seguinte.

4.3.2.3 Desafio criativo com RA

É dado o início a um novo momento da aplicação, onde o utilizador pode usar o cenário envolvente e recriar um novo ambiente, com recurso a ferramentas criativas. Estas ferramentas permitem ao jogador colocar imagens do tipo “autocolantes”, com folhas desenhadas ou reais sobrepondo-se ao ambiente real (vídeo da câmara). Podem ser colocadas à medida que o utilizador caminha ou mexe na câmara, num ambiente recriado digitalmente. O utilizador pode fazer ajustes das formas enquanto move o dedo na direção que pretende, e com os dois dedos pode rodar ou mudar a escala e tem um botão para “apagar”. As folhas disponíveis, são da espécie que foram colecionadas no herbário, que ficaram disponíveis através do segundo momento do jogo, quando encontra a árvore. Também é dada a possibilidade de acrescentar árvores, através da ação de “plantar” sementes que ao cair no chão, dão origem a árvores. Esta atividade permite ao jogador expressar-se de uma forma criativa, e ir reconhecendo as espécies à medida que vai manipulando as folhas. No final, são dadas as possibilidades de guardar a imagem no dispositivo móvel e de partilhar nas redes sociais as composições criadas. Estas imagens têm uma marca de água que identifica o local da criação (figura 128).



Figura 128 1) Tutorial com as ferramentas de manipulação sobre imagem real.
2) Ecrã com as ferramentas: plantar, apagar e escolher folhas “reais” ou “autocolantes”.
3) Ecrã final de Partilha de imagem da composição criada.

A aplicação foi programada no software Unity, com os SDK do Vuforia e o ARCore, e foi desenvolvida para Android e colocada na Play Store em condição de beta aberto. Durante os

testes, foram usados dispositivos móveis já testados e instalados com a aplicação, é possível instalar através da Play Store¹⁵⁴, como o título Flo[RA].

4.3.3 Avaliação e análise dos dados

Os testes foram realizados pelos desenvolvedores da aplicação com a observação da investigadora, a metodologia aplicada foi discutida em equipa. Apesar dos testes terem sido realizados em conjunto, a análise a recolha de dados foi dividida de acordo com os pressupostos de cada investigação por cada um dos mestrandos, sendo questões técnicas ao nível da informática ou questões ao nível do design e funcionamento da aplicação.

Foram realizados em junho de 2021, com diferentes intervenientes: no primeiro grupo com especialistas em design de interação, no segundo grupo os visitantes do museu e no terceiro grupo membros da equipa dos serviços educativos que participaram no segundo caso de estudo.

O primeiro grupo fez testes de usabilidade, e participaram dois especialistas em design que fizeram a experiência e responderam *online* a um questionário orientado por dois modelos heurísticos. O primeiro baseia-se em Desurvire & Wiberg, (2009) e pretende aferir a jogabilidade, usabilidade, mecânicas e conteúdo do jogo. O segundo modelo pretende avaliar a usabilidade da aplicação, aplicando as linhas de orientação heurísticas de Nielsen (1990). Os dados recolhidos permitiram o redesign de alguns elementos, como botões e mensagens de *feedback* necessárias e implementadas. As questões relacionadas com a jogabilidade deverão ser analisadas numa posterior atualização da aplicação.

O segundo grupo de testes foi realizado a 16 visitantes do museu. Foram testes de observação utilizando o protocolo *thinking aloud*, onde foi pedido aos utilizadores que fossem explicando o que pensavam (dúvidas, ações). Estes testes permitiram identificar a experiência dos utilizadores e analisar o funcionamento da aplicação. A este grupo foram realizadas entrevistas, que foram gravadas e analisadas. O objetivo destas, foi a recolha de dados qualitativos sobre a experiência e contributos de melhoria.

Um terceiro grupo, também fez testes e entrevistas, e foram quatro membros da equipa dos serviços educativos que participaram no segundo caso de estudo, um deles pertence ao

¹⁵⁴ Flo[RA] - Apps on Google Play. (n.d.)
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.FEUP.FloRA> Acedido a 5 de julho de 2021.

Jardim Botânico e participou nos conteúdos da aplicação. Os dados recolhidos permitem identificar as suas opiniões sobre a pertinência da sua implementação.

Apesar de não ter sido usado o modelo de questionário de avaliação do caso de estudo anterior, foi realizada uma análise organizada pelos mesmos pontos de estudo.

4.3.3.1 Qualidade do Sistema

Os jogadores tiveram a perceção de controle do jogo e não apresentaram dificuldades de entendimento. A tecnologia invisível funcionou bem e tornou a interação com o dispositivo mais natural, sem perder o foco com o objeto real.

A aplicação funcionou sem problemas, para isso foram realizadas umas tabelas de observação com as tarefas a validar (tabela 17). Deveriam ser completadas as 20 tarefas com a seguinte escala:

S - Sucesso: A tarefa foi concluída com sucesso;

P - Sucesso Parcial: A tarefa tinha algum erro ou não agiu como esperado, mas foi possível avançar;

F - Falha: A tarefa tinha um bug ou não agiu como esperado e tornou impossível a continuação sem fechar a aplicação;

NP - Não Executada: A tarefa não foi executada.

Tabela 17 Tabelas com os resultados das tarefas. É possível identificar dois P- Sucessos Parciais, uma F- Falha e quatro tarefas NP - Não foram executadas

Tasks Users	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	Tasks Users	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20			
U1	S	S	S	S	S	P	S	S	S	S	U1	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S		
U2	S	S	S	S	S	P	S	S	S	S	U2	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	
U3	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	U3	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
U4	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	U4	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
U5	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	U5	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
U6	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	U6	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
U7	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	U7	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
U8	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	U8	S	S	S	S	S	S	S	S	S	NP	S	S	S
U9	S	S	S	S	S	S	S	S	S	F	U9	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
U10	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	U10	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
U11	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	U11	S	S	S	S	S	S	S	S	S	NP	S	S	S
U12	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	U12	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
U13	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	U13	S	S	S	S	S	S	S	S	S	NP	S	S	S
U14	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	U14	S	S	S	S	S	S	S	S	S	NP	S	S	S
U15	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	U15	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
U16	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	U16	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S

Os resultados demonstraram que a aplicação é robusta e funcional. As falhas parciais numa das tarefas deveram-se ao facto de as luzes de uma das vitrines das folhas não funcionarem, o que impediu a aplicação de detetar as folhas naquele visor. Nesse sentido, foram adicionadas novas imagens das folhas para ajudar na deteção e os utilizadores seguintes já

não tiveram essa dificuldade. A falha encontrada ocorreu apenas uma vez e corresponde ao desafio de responder a uma das perguntas. As quatro questões com a informação de que não foram exceções, ocorreram por questões pessoais.

4.3.3.2 Percepção do tipo de jogadores a que se destina cada jogo/experiência

A aplicação foi desenhada para diferentes tipos de público. As duas primeiras partes a aplicação destinam-se a um público explorador e colecionador, e para o público que gosta de competir, foram acrescentadas mecânicas de jogo, como a pontuação o que tornou o jogo divertido. No entanto, a inclusão do factor tempo na identificação da folha, revelou ser um factor que remove a atenção no objeto científico. Na terceira parte, foi apresentada uma atividade destinada a um público que gosta de criar. Esta apresenta ferramentas de criação em AR, algo inovador para todos os utilizadores, no entanto estes acharam a atividade bastante natural e com uma aprendizagem rápida de adquirir. Alguns utilizadores revelaram que gostariam de incluir fauna, outro tipo de flora como flores ou mesmo a possibilidade de usar ramos de folhas.

4.3.3.3 Envolvimento do visitante com a matéria científica

O jogo passou bem a mensagem, foi divertido e acrescentou conhecimento científico, na medida em que os utilizadores consideram que aprenderam a reconhecer as folhas, pelo facto de quando escolhem uma folha, aparece o nome da árvore.

Esta aplicação contribuiu para a comunicação de ciência sem a intervenção dos colaboradores do museu, pois assume um papel de ferramenta, não é intrusivo e tem a possibilidade de chegar a outros públicos.

4.3.3.4 Envolvimento do visitante com o objeto

Ao nível da observação, os visitantes estiveram focados nos objetos e mantiveram-se envolvidos no jogo nos diferentes locais (interior e exterior). O jogo contribuiu para que os jogadores se sentissem entusiasmados e motivados para visitarem o jardim. Consideram ter havido uma boa promoção da aprendizagem e aumento do entusiasmo com o objeto científico. Mesmo quem não completou o jogo por problemas de mobilidade, reconheceu que a abordagem trazia conhecimento.

O entusiasmo pela aplicação, ficou demonstrado pelo interesse na expansão da aplicação para mais espécies (encontrar mais do que três folhas), pois acrescenta uma motivação ao passeio. Todos os utilizadores fizeram todos os desafios disponibilizados.

Os visitantes afirmaram que iriam partilhar com os amigos a experiência, especialmente a de descobrir as árvores e a possibilidade de fazer o próprio herbário.

O jogo de AR ajudou os utilizadores a consolidar as suas competências tecnológicas, pois revelaram ser fácil a manipulação da AR e interação com o espaço real.

4.3.3.5 Envolvimento com o espaço museológico

Os visitantes consideraram ter sido uma experiência divertida, e que o espaço lhes vai ficar na memória. Pois ajudou a reter informação relacionada com o desenho das folhas, com as curiosidades sobre as árvores e com a ideia de colecionismo. Os participantes permaneceram mais tempo na exposição e quiseram recolher todas as folhas propostas, assim como percorreram todo o jardim. Consideraram ter sido uma experiência inovadora e partilharam as composições que fizeram no modo de criação.

4.3.3.6 Avaliação da Experiência

Em relação às mecânicas de jogo, a maioria das pessoas, mais precisamente 8, disseram que gostaram mais do desafio do jardim (72,7%), sendo que apenas duas pessoas responderam que preferiram o desafio da galeria e uma preferiu o ambiente criativo e social de realidade aumentada.

A recolha das folhas torna a experiência “mais personalizada”, pois a ação de guardar no nosso telemóvel, perpetua a visita. A aplicação criativa de AR tem o potencial de expandir a visita para fora do museu e dá a possibilidade de termos connosco uma peça do museu.

De forma a manter uma jogabilidade duradoura deverão ser implementadas mais folhas de árvores, de forma a não provocar a perda de interesse para uma nova visita.

Para os utilizadores que revelaram dificuldades iniciais, podem ser acrescentadas dicas da posição da folha na vitrine, especialmente nas folhas com recorte mais comum. Assim como os níveis de dificuldade podem estar relacionados também com o recorte da folha, isto porque as dificuldades fáceis e médias não são significativas.

A tecnologia de reconhecimento de imagens, deve ser melhorada de forma que um problema de iluminação, não inviabilize a deteção.

Na localização das folhas, verificar se o Wi-Fi está ligado durante o pedido de localização por GPS, pois pode dar problemas de precisão. No entanto, o envolvimento do utilizador não o

faz desistir facilmente. Pois procura pistas físicas, como a legenda que está na árvore para confirmar o achado.

Deve-se ajudar os utilizadores a reconhecer, diagnosticar e recuperar os erros. Como por exemplo, detetar se o GPS se desligar, ou não aceitar a permissão da câmara, se isto acontecer os utilizadores devem saber o que fazer.

Na aplicação criativa de AR, a interação carece de mais testes, no que diz respeito à percepção do espaço devido ao uso das duas dimensões.

Ao nível do design da interface, o público reconheceu ter gostado muito do aspeto visual, afirmando que é apelativo e de fácil navegação. Há, no entanto, algumas questões ao nível do design que se prendem com a utilização de ícones, que podem criar alguma ambiguidade.

A equipa do Museu, demonstrou muito entusiasmo na implementação desta aplicação, e considera que esta ferramenta é muito útil para criar a ligação entre os dois espaços, contribuindo para a divulgação da ciência.

4.3.4 Considerações e contributos para a *framework* Play the Museum

A análise desta experiência permitiu estabelecer princípios orientadores para o design de experiências no interior e exterior com recurso à AR. Segue uma lista de considerações:

1. A utilização do GPS como ferramenta de apoio à localização e disponibilização de AR, foi considerada funcional e útil.
2. A aquisição de um objeto do museu, ainda que uma imagem, que desbloqueia o acesso a outros pontos do museu, dá a sensação de pertença ao utilizador.
3. A possibilidade de estender a visita do interior do museu para o exterior permite contextualizar os objetos que foram retirados do local, permitindo através da AR a visualização deste no seu contexto original.
4. A atividade de manipulação da AR pode conferir um sentimento de pertença, ao incluir objetos do museu na composição criada.
5. Os museus devem ser locais de inspiração, pelo que utilizar o ambiente do museu e através da AR interagir com ele para criar um novo espaço, pode ser motivador para certos públicos.
6. As atividades criativas com objetos do museu contribuem para o envolvimento e têm grande potencial de partilha, pois tornam-se novos artefactos. Aumentando o envolvimento com o objeto original.

7. As criações digitais têm tido grande adesão artística, possibilitando novas formas de expressão, e permitindo deixar uma pegada tecnológica num espaço, ainda que apenas virtualmente.
8. A interação com o objeto, ainda que através do ecrã, capta a atenção e ajuda à retenção da informação. As atividades de *match* (sobreposição de parte da imagem sobre o objeto exposto) podem ser mais cativantes se tiverem diferentes níveis de dificuldade.
9. Quando se acrescenta níveis de dificuldade a um jogo, devem ser criadas ferramentas que não frustrem o jogador.
10. A informação deve ser apresentada de forma apelativa, e os ícones podem ajudar a organizar e simplificar a comunicação. No entanto, é necessário prever que esta linguagem pode não ser universal.
11. Os guias de visita dos museus, devem fazer parte do grupo de testes com utilizadores, pois o sucesso da sua implementação depende em parte do seu envolvimento. Pois muitas das vezes são os facilitadores no local.
12. As aplicações nos museus devem ser consideradas ferramentas de comunicação, e não substitutos dos guias.
13. O sucesso da implementação de uma aplicação depende do envolvimento no processo dos membros que vão utilizar ou disponibilizar a aplicação.

4.3.5 Síntese

Este caso de estudo resulta de um novo ciclo de interação sobre uma proposta de aplicação que se iniciou no caso de estudo 2, a experiência das folhas. Esta experiência teve muito bons resultados em todos os testes com utilizadores, sendo unânime a sua importância para a equipa do museu bem como para os visitantes. Pelo que se partiu para uma proposta de desenvolvimento com base num protótipo testado na fase anterior do caso de estudo 2.

Esta proposta de aplicação recorre a três tipos de tecnologia invisível: o reconhecimento de imagens, os *beacons* e o GPS. Tem como objetivo definir princípios para aplicações que têm início num espaço interior e dar continuidade no exterior. Esta aplicação tem início no interior da exposição, na vitrine com um herbário, onde o utilizador é convidado a encontrar a metade da folha e preencher a sua totalidade, de seguida tem que acertar no nome científico que se encontra em cima de cada folha e é-lhe dado o acesso a informação relevante sobre a espécie. Após descobrir seis espécies, o utilizador é convidado a dirigir-se para o exterior e encontrar as respetivas árvores. No jardim é dada a informação geográfica, através do GPS da localização, que é visualizada através de um mapa do jardim. Este mapa apresenta a

informação de aproximação do utilizador às árvores, e quando encontra a espécie, o utilizador ganha esse ponto. O utilizador tem que completar o percurso encontrando todas as árvores, para finalizar o jogo e ter acesso a uma aplicação criativa de manipulação de folhas em AR. Esta proposta de aplicação surgiu da necessidade observada nos testes com utilizadores, onde foi possível identificar que os visitantes não faziam a ligação das folhas expostas numa vitrine com as suas espécies que se encontram no exterior. Também veio a colmatar um tipo de aplicações destinadas ao público criativo, que como observado no *workshop*, foi pouco trabalhado nas sugestões de aplicações desenhadas pela equipa do museu, isto talvez se deva ao facto da equipa ser na sua maioria da área das ciências. Esta aplicação foi desenvolvida e implementada por dois alunos de mestrado¹⁵⁵ com a orientação desta equipa de investigação. Esta aplicação revelou-se muito interessante e teve um grande impacto nos testes com o público e equipa do museu, revelou-se importante para a investigação na identificação de princípios para aplicações que recorrem a diferentes tipos de acesso à AR. Também foi disponibilizada uma *demo* na *Play Store*, que permitiu a avaliação de uma aplicação na fase da implementação, ao nível da avaliação do seu funcionamento com utilizadores e usabilidade com testes de heurística.

Com esta aplicação foi possível identificar os seguintes pontos para a investigação.

Identificar a qualidade do sistema - Verificar através de testes com utilizadores o funcionamento e entendimento dos utilizadores da aplicação, recorrendo à observação no local e apoiados com testes baseados em tarefas. Recorrer a informação analítica se possível para monitorizar erros no sistema.

Nesta aplicação foram realizados testes com utilizadores que revelaram existir adequação tecnológica em relação aos três tipos de tecnologia invisível: o reconhecimento de imagens, os *beacons* e o GPS. O sistema mostrou-se robusto e de fácil entendimento, e o sistema de notificação por vibração e som no exterior, revelou-se eficaz como *feedback* quando o utilizador encontra o ponto de interesse.

Identificar o envolvimento do visitante com a matéria científica - Identificar se os conteúdos são acessíveis e perceptíveis na comunicação de ciência. Recorrendo a atividades lúdicas para a disponibilização dos conteúdos informativos e apresentar a informação de uma forma aprazível com recurso a uma linguagem acessível aos utilizadores. O design gráfico pode recorrer a ícones e a uma organização da informação clara evitando informação

¹⁵⁵Mestrado Multimédia da UP e Mestrado Integrado em Engenharia Informática e Computação da UP

desnecessária. Identificar através de testes de observação no local e de entrevistas se a informação foi bem rececionada pelos utilizadores.

Nesta aplicação verificou-se com os testes com utilizadores que a comunicação de ciência foi eficaz. Isto deveu-se ao design da aplicação que utilizou uma linguagem aprazível e atraente para todas as idades. As atividades lúdicas tornaram a aprendizagem divertida, que foi apoiada por uma mensagem que despertava o interesse pelos conteúdos científicos e também por curiosidades relacionadas com as árvores. O jogo de descoberta das espécies desperta o interesse e inspira a criatividade para a atividade seguinte. A construção de uma composição com ferramentas de manipulação da AR permitindo a sua partilha com outros utilizadores.

Identificar o envolvimento do visitante com o objeto - Identificar se a experiência aumentou o interesse e a atenção pelo objeto exposto, e perceber se a interação proposta ajudou o visitante a reter informação na sua memória, relacionando o objeto exposto com o objeto no exterior. Identificar se a manipulação criativa da AR é eficaz para a retenção da informação e se a partilha das suas criações trazem envolvimento do utilizador com o objeto museológico.

Nesta aplicação foi possível identificar através dos testes com utilizadores, que a aplicação trouxe envolvimento com o objeto, no sentido que melhorou a atenção despendida na observação de cada folha e na sua utilização para a criação de uma nova composição. Também foi possível identificar que os utilizadores gostaram de partilhar as suas composições, divulgando a coleção do museu pelos seus amigos.

Identificar o envolvimento do visitante com o espaço - Identificar se a aplicação aumentou o interesse e a atenção pelos diferentes espaços do museu e perceber se a interação proposta pela aplicação levou a uma experiência memorável para o visitante. Perceber se a aplicação aumenta o tempo de permanência no museu e traz a possibilidade de atrair os visitantes para uma outra proposta de visita. Avaliar o interesse dos visitantes pela aplicação e verificar se esta é um factor de atração para novos visitantes e se esta se adequa às tecnologias emergentes. Validar como muito importante a possibilidade de estender a visita para casa, fazendo uso da aplicação noutros contextos. Monitorizar através de informação analítica da aplicação se o utilizador partilha nas redes sociais as imagens criadas.

Avaliação da experiência - A avaliação de uma experiência que inclui dois espaços, deve ser acompanhada por testes com utilizadores no local. Os testes para avaliar o sistema devem ter um questionário de tarefas que permite identificar o seu funcionamento. Para

identificar a usabilidade da aplicação devem ser realizados testes de observação no local e testes de heurística com designers. Para avaliar a experiência devem ser realizadas entrevistas aos visitantes e aos guias dos museus.

Nesta aplicação, foi possível validar com os testes com utilizadores que os visitantes gostaram de explorar os espaços e perceberam a relação entre o espaço interior e o espaço exterior, aumentando o tempo de visita e alargando a visita do museu ao espaço do jardim. Os visitantes revelaram que gostaram da experiência e que a iriam partilhar com os seus amigos. Consideraram voltar a repetir a experiência com outras espécies de árvores. Sentiram-se entusiasmados na criação de composições com recurso a AR e consideraram esta inovação muito atrativa para utilizarem noutros contextos. Toda a experiência revelou-se memorável e os utilizadores têm a percepção que esta revela ser um factor de atração para novos visitantes. Os guias do museu consideraram que esta aplicação os ajuda a transmitir a mensagem do museu de uma forma não intrusiva e que permite ao visitante estabelecer o seu próprio percurso sem prejuízo de usarem uma aplicação que foca o visitante no telemóvel em vez de canalizar a atenção deste para a exposição.

Este caso de estudo permitiu acrescentar princípios a esta investigação relacionados com a tecnologia adotada (reconhecimento de imagem, *beacons* e GPS), o percurso de visita em que há uma relação entre o interior do museu e o exterior. Permitiu a identificação de questões relacionadas com a manipulação da AR que podem ser estudadas no futuro. Como se tratou de uma segunda interação, já foi possível analisar informação relacionada com a implementação de uma aplicação, e serem realizados testes relacionados com esta fase, como testes de funcionamento e usabilidade e realizadas entrevistas para analisar a satisfação dos visitantes com a experiência de visita.

4.4 Caso de estudo 4 - Experiência lúdica inclusiva

4.4.1 Contexto

O quarto caso de estudo foi realizado no Museu da Farmácia do Porto. Este museu tem dois núcleos museológicos, um em Lisboa e outro no Porto, e pertence à Associação Nacional de Farmácias. Os dois polos situam-se no edifício conjunto desta associação. O Museu da Farmácia do Porto surgiu em 2010, e apresenta a sua coleção com uma museografia de fácil acesso para todos, pois tem corredores largos e bem iluminados ladeados por vitrines que definem um percurso expositivo que acompanha a cronologia histórica. "Apresenta uma atrativa e invulgar viagem por entre 5000 anos de história da saúde. A sua vasta coleção integra objetos de raro valor artístico, antropológico e científico, apresentando um percurso, onde cada civilização é retratada sob uma narrativa de combate à doença e procura da cura e alívio da dor, desde os primeiros vestígios de vida na terra, até aos dias de hoje, passando por culturas e civilizações tão distintas no tempo e no espaço como a Mesopotâmia, o Egito, a Grécia, Roma, os Incas, os Astecas, o Islão, a África, o Tibete, a China, o Japão, entre outras."¹⁵⁶ É ainda possível entrar na extraordinária Farmácia Islâmica, com origem no Império Otomano e que integrava o interior de um palácio de Damasco no século XIX, bem como na Farmácia Estácio do Porto, que se localizava na Rua Sá da Bandeira.

Este caso de estudo tinha como objetivo implementar uma aplicação lúdica inclusiva, com a incorporação de modelos de réplicas impressas em 3D com sensores de áudio e atividades lúdicas com AR. Este projeto foi realizado em conjunto com um colega de doutoramento, Roberto Ivo Vaz ¹⁵⁷, que estudou uma solução de acessibilidade para invisuais¹⁵⁸. O processo de idealização do projeto teve início em 2019, com visitas ao Museu acompanhada por técnicos. O processo foi mais demorado do que o previsto, devido à pandemia COVID-19, e as reuniões de trabalho que inicialmente tinham previsto adotar o mesmo processo da GB tiveram que ser conduzidas de outra forma. Os conteúdos propostos pelo Museu foram trabalhados pela equipa de investigadores. Quando os museus reabriram em abril de 2021, foi implementada a proposta e realizados os testes com utilizadores.

¹⁵⁶ Informação retirada do site do Museu da Farmácia.
<https://www.museudafarmacia.pt/detalhe.aspx?lang=pt&uid=0&area=exposicoes&o=2&f=212&bid=63>
Acedido a 8 de junho de 2021.

¹⁵⁷ Roberto Vaz (2021). Blind or partially sighted visitors in museums: enhancing the visitors' experience through assistive technologies. Retrieved from <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/134906>

¹⁵⁸ No capítulo 1.3 desta investigação é apresentado um estudo anterior deste investigador, em que este utiliza um expositor interativo com a utilização de amostras como interface tátil para a disponibilização de informação.

4.4.2 Experiência no Museu da Farmácia

A experiência de visita tem uma narrativa linear, com pontos de acesso à informação, que conduzem o visitante por toda a exposição permanente. Focando-se nos principais conceitos desenvolvidos ao longo do percurso expositivo. Esta exposição apresenta-se por uma ordem cronológica, e tem peças desde os primórdios da Farmácia. Na seleção dos pontos de interesse para esta aplicação foram tidos em conta princípios que abarcavam as funções e atividades relacionadas com a Farmácia como: manipulação de sementes, conservação dos produtos farmacêuticos, escrita farmacêutica, rituais na China e em África, rituais nas civilizações pré-colombianas e tribos indígenas, motivos decorativos, farmácias portáteis e espaços de farmácia.¹⁵⁹

No início da visita, surge uma maquete com sensores áudio que permitem ao visitante identificar os oito locais de interação. Esta tem uma locução com uma breve descrição de cada local. isto é particularmente importante para o visitante invisuál, que pode com esta solução conceber um mapa mental do espaço e relacionar os diferentes pontos de acesso à informação. As crianças podem perceber que a maquete é importante para o público invisuál e também podem fazer a experiência (figura 129).



Figura 129 Maquete 3D interativa com botões que ativam sons.

¹⁵⁹ Consultar Anexo G para aceder às experiências.

O primeiro expositor interativo está relacionado com a temática da *manipulação de sementes*. O artefacto apresentado é uma réplica de um almofariz em pedra de andesite, que servia para esmagar sementes pelos povos primitivos. Neste expositor, há um código QR que dá acesso a uma atividade com AR. Na aplicação, o visitante é convidado a encontrar a peça original na vitrine que se encontra em frente ao expositor. Para isso é-lhe dada uma pista: a imagem de meio objeto, que terá que enquadrar e fotografar a outra parte. De seguida, o visitante tem que responder a uma questão sobre a origem do objeto, tendo duas hipóteses de resposta. A resposta está na locução do artefacto, mas também pode ser encontrada na legenda da peça no expositor. Quando no final é reproduzida em áudio, a resposta correta reforça a informação seleccionada (figura 130).

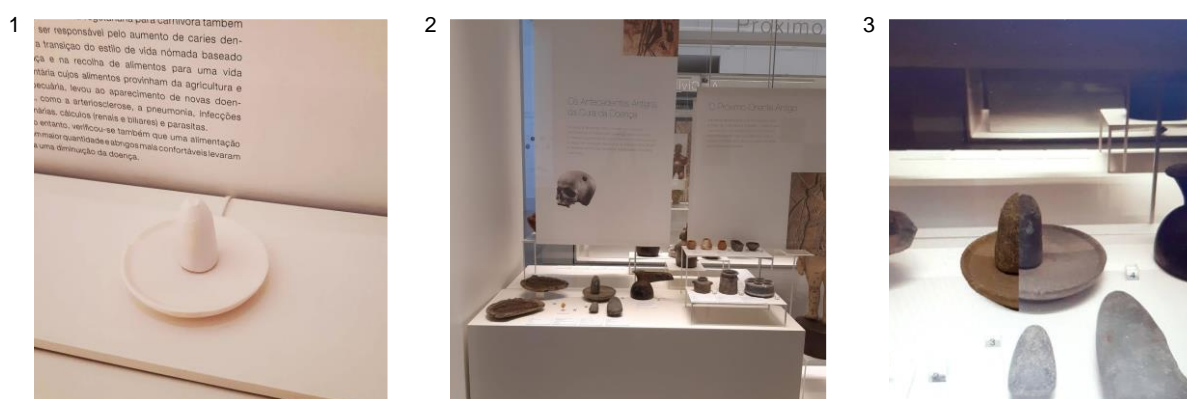


Figura 130 1) Expositor interativo com réplica de um almofariz. 2) Vitrine com o objeto original. 3) Imagem da atividade proposta, na imagem surge apenas metade da figura que é completada com a ajuda da câmara o telemóvel.

No segundo expositor, há três objetos, relacionados com a *conservação dos produtos farmacêuticos* e à frente de cada objeto encontra-se uma amostra do material. O primeiro é uma Hydria grega de cerâmica, o segundo é uma garrafa de vidro romano e o terceiro é um recipiente de faiança árabe. No final, o visitante é convidado a procurar o original grego na vitrine onde existem dois exemplares com dimensões diferentes, para encontrar o correto, o visitante tem a ajuda de uma imagem em 360° que pode manipular e ver pormenores decorativos do vaso que não são visíveis a olho nu. De seguida, tem que acertar na resposta correta sobre o material daquele objeto (figura 131).



Figura 131 1) Expositor interativo com três réplicas de objetos de conservação (Grego, Romano e Árabe), em baixo estão os materiais originais das peças. 2) Ecrã da aplicação que sugere a exploração da vitrine para encontrar a peça original. 3) Ecrã com a possibilidade de manipulação da imagem em 360º do objeto.

O terceiro expositor aborda a temática da *escrita*. O objeto é um livro impresso em papel de seda, para replicar livros antigos. Este livro cuja autoria é de um filósofo árabe, ao ser aberto inicia a locução. A atividade aqui proposta consiste em pedir aos visitantes que deem a sua opinião sobre uma frase célebre do autor do livro. Para isso, podem deixar a mensagem em formato de vídeo (figura 132).

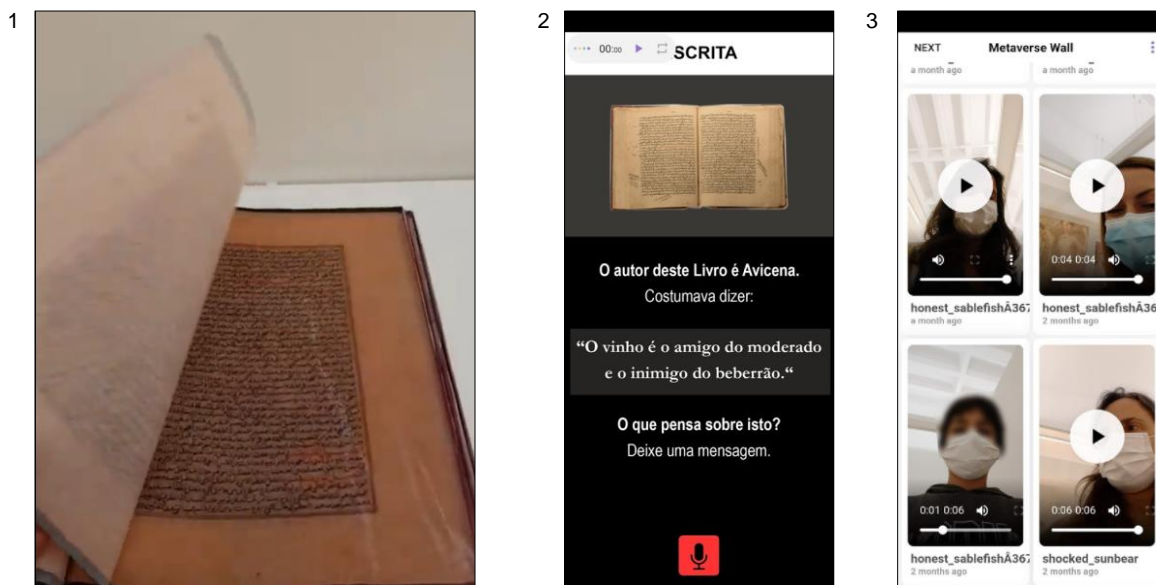


Figura 132 1) Expositor interativo com um livro impresso em papel de seda. 2) Ecrã da aplicação que sugere a participação com um vídeo. 3) Ecrã do álbum de vídeos partilhados.

O quarto expositor tem dois objetos e aborda os *rituais na China e em África*. O primeiro é uma réplica em miniatura de uma estátua em forma de boneca de acupuntura que contém uma agulha presa. O visitante é convidado a responder a uma pergunta que o obriga a olhar com atenção para o objeto original, pois pergunta se o expositor é mais alto ou mais baixo

que a boneca original. O segundo objeto representa um conceito de espetar pregos ou chapas metálicas, que pode ser observado na exposição numa escultura africana com o intuito de curar o ponto que tem a chapa (figura 133).



Figura 133 1) Expositor interativo com uma réplica de uma boneca de acupuntura chinesa e uma peça que simula o conceito de espetar pregos. 2) Objeto original da réplica. 3) Ecrã de sucesso do desafio.

O quinto expositor explora o tema dos *rituais nas civilizações pré-colombianas e tribos indígenas*, e apresenta uma réplica em escala real de um recipiente em forma de sapo e uma coroa de penas das tribos indígenas dos Índios americanos. O visitante é convidado a colocar a coroa na cabeça e dirigir-se até ao expositor onde estão os toucados e tirar uma selfie com a imagem de um dos toucados expostos (figura 134).



Figura 134 1) Expositor interativo com a réplica em tamanho real de um vaso pré-colombiano e de uma peça de toucado das tribos indígenas dos Índios americanos. 2) Vitrine com toucados e adereços indígenas. 3) Ecrã com selfie da peça de toucado exposta na vitrine.

O sexto expositor explora o tema dos *motivos decorativos* e apresenta a réplica de um pote à escala real, como este pote é decorado com motivos florais, no expositor existe um pedaço destacado com o alto relevo da pintura, permitindo sentir o desenho. Como atividade proposta surge uma pergunta sobre a proveniência da peça original e dá a possibilidade de manipular o pote em 360° (figura 135).



Figura 135 1) Expositor interativo com a réplica em tamanho real de um pote e um alto relevo com a representação da decoração floral. 2) Ecrã com a imagem 360º do pote exposto e replicado.

O sétimo expositor explora o tema das *farmácias portáteis*, e neste é usada uma caixa de madeira com frascos de vidro no interior. No momento que o visitante abre a caixa, o sensor despoleta a locução áudio. O visitante é convidado a sentir os cheiros dos frascos e tentar acertar no cheiro de um dos frascos que contém uma tampa em forma de bola (figura 136).



Figura 136 1) Expositor interativo com uma caixa de madeira que contém frascos que podem ser manipulados e cheirados. 2) Ecrã com desafio de acertar no cheiro do frasco com tampa em forma de bola.

O oitavo e nono locais são *espaços de farmácia*. O primeiro é a reconstituição de uma Farmácia que existia no Porto inaugurada em 1924. A aplicação transmite uma descrição áudio sobre o espaço e apresenta um poster da época que publicita uma balança falante. Sendo possível ouvir a sua descrição e simular uma pesagem. O espaço em frente apresenta uma Farmácia Islâmica que existia no interior de um palácio de Damasco, Síria, no século XIX, que terá funcionado como centro de ensino e botica. Este local, tem o seu ambiente repleto de cheiros a especiarias e na aplicação ouve-se música tradicional, que nos remete à cultura árabe. Após a imersão nesse ambiente é transmitida a informação sobre o espaço.

Na aplicação surge uma pergunta sobre a origem deste local e no final é pedido uma gravação de um vídeo sobre a opinião do visitante sobre a experiência de visita que teve (figura 137).



Figura 137 1) Ecrã com a apresentação do póster publicitário com narração.
2) Ecrã com desafio de perceber através da música e cheiro a origem da farmácia onde se encontram.

4.4.3 Avaliação e análise dos dados

Foram realizados testes com utilizadores com o objetivo de validar este conceito de visita inclusiva e multissensorial, valorizando a comunicação entre visitantes. Os testes com utilizadores decorreram em grupos de amigos e famílias. Neste sentido, foram realizados 13 testes de observação com um total de 30 participantes entre os 5 e os 71 anos de idade. Estes testes foram realizados pela investigadora, no mês de maio de 2021 no Museu da Farmácia do Porto e tinham a duração de 1 hora. Este número de testes foi considerado suficiente, pois os dados obtidos durante o questionário revelaram que os resultados foram os mesmos.

Durante os testes era observado o relacionamento entre os visitantes que operavam a aplicação e quem os acompanhava. O telemóvel era fornecido aos mais jovens quando na visita estavam crianças e adultos. No caso de haver mais do que uma criança por grupo, eram facultados dois telemóveis. Nos grupos com adultos apenas um destes operava a aplicação.

Durante a visita foi possível observar para posteriormente tomar notas sobre a interação entre os visitantes. E no final desta foi realizado um questionário a todo o grupo de visita que pretendia avaliar a experiência em quatro aspetos principais: 1) a qualidade do sistema, 2) o envolvimento com a matéria científica, 3) o envolvimento com o objeto em exposição, e 4) envolvimento com o espaço museológico, que pode ser consultado na figura 138. O modelo de formulário apresentado foi o mesmo que foi aplicado no caso de estudo 2 ¹⁶⁰, apenas com pequenas adaptações porque este formulário foi utilizado para responder a toda a experiência, e no caso anterior o formulário era utilizado para ser usado por atividade.

¹⁶⁰ Pode consultar em Capítulo 4. secção 2.4 - Avaliação e análise de dados

AVALIAÇÃO DA PROPOSTA (Museu da Farmácia)

DURAÇÃO	DATA	PARENTESCO	IDADES	PROFISSÕES	DATA/ CONSENTIMENTO	TESTE N.º
---------	------	------------	--------	------------	------------------------	--------------

QUALIDADE DO SISTEMA

FUNCIONOU	S	N	obs.	👁
ENTENDIMENTO	S	N		👁

ENVOLVIMENTO COM A MATÉRIA CIENTÍFICA

FEZ A SEQUÊNCIA PROPOSTA	S	N	obs.	👁
PARTILHOU A INFORMAÇÃO	S	N		👁
A DURAÇÃO DA ATIVIDADE É ADEQUADA	S	N		

ENVOLVIMENTO COM O OBJECTO

A atividade apresentada estimula o envolvimento do público com o objecto a que níveis?

OBSERVAÇÃO/ENVOLVIMENTO	S	N	
CRIATIVIDADE	S	N	
DIVERTIMENTO (LÚDICO)	S	N	
ESTIMULOU A COMUNICAÇÃO	S	N	
ENTUSIASMO	S	N	
A TECNOLOGIA É ADEQUADA	S	N	
APRENDIZAGEM	S	N	
É ADEQUADA A DIFERENTES PÚBLICOS	S	N	

ENVOLVIMENTO COM O ESPAÇO MUSEOLÓGICO

A atividade apresentada promove envolvimento do público com o Museu a que níveis?

AUMENTA O TEMPO DE PERMANÊNCIA NA ÁREA DE EXPOSIÇÃO	S	N	
PROMOVE O MUSEU NO EXTERIOR PELA PARTILHA DE CONTEÚDOS	S	N	
FICA NA MEMÓRIA DO PÚBLICO	S	N	
FACTOR DE INOVAÇÃO PARA ATRAÇÃO DE NOVOS PÚBLICOS	S	N	

1. Acha que os jogos e a AR contribuíram para uma visita mais inclusiva? 1-5 (Concordo plenamente)

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

2. Gostou desta experiência? 1-5 (Muito)

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Figura 138 Formulário com questões de avaliação relacionadas com a qualidade do sistema, o envolvimento (matéria científica, objeto e Museu) e a experiência de visita.

A *qualidade do sistema*, prende-se com o funcionamento e entendimento da tecnologia. Neste sentido, foi unânime que o sistema funcionou bem e que é adequado. No futuro, o sistema de som deve ser ouvido com auscultadores para não perturbar os restantes visitantes. Também podem ser usadas cápsulas de som que permitem que o som apenas seja ouvido dentro daquele espaço. As réplicas podem ser sujeitas a roubo, pelo que deve existir um sistema de alerta para estes casos. Os sensores de manipulação podem ser maiores para que o encaixe não tenha que ser tão preciso, pois alguns visitantes podem deixar a funcionar o som indevidamente.

O *envolvimento com a matéria científica* pretendia aferir se a sequência de visita tinha sido cumprida, e se os participantes partilhavam a informação durante a visita, bem como perceber se a duração da atividade tinha sido adequada.

Todos os participantes fizeram a visita completa. Mesmo aqueles que já se encontravam no Museu a realizar um *workshop* e que já tinham feito uma visita ao Museu momentos antes, gostaram de participar na visita proposta pelas atividades diferenciadas.

Nas atividades propostas que estimulavam a *partilha* entre visitantes, como com o vídeo e a *selfie*, todos os participantes ajudaram-se. Os adultos ajudaram as crianças a exprimirem-se e as atividades propostas de exploração do espaço tornaram-se momentos de partilha e de jogo.

Em relação à *duração da visita*, todos os participantes acharam que tinha sido adequada, no entanto a visita foi adaptada, e nem todos ouviram as locuções dos objetos, pois os textos eram demasiado longos para as crianças. Esta liberdade e adaptabilidade de visita é importante, para que a visita não se torne demasiado longa e cansativa.

O *envolvimento com o objeto museológico* exposto nas vitrines está relacionado com vários fatores como: observação, divertimento, criatividade, comunicação, entusiasmo, adequação da tecnologia, aprendizagem e adequação a diferentes públicos.

A *observação/envolvimento* está relacionada com a captação da atenção do visitante pelo objeto exposto. Este foi um dos fatores mais relevantes da experiência, as atividades propostas demonstraram que o visitante teve uma atenção direcionada para os objetos que tinham atividades. As atividades que implicam uma manipulação digital, como a descoberta da metade e a procura das respostas, tinham um especial enfoque nas vitrines e permitiram ao visitante reter na memória o objeto exposto.

O estímulo da *criatividade* foi concretizado nas atividades de tirar *selfies* e nos vídeos com as performances criadas com a proposta de dar uma opinião sobre um assunto.

Os participantes referiram que esta visita tinha estimulado a *comunicação entre participantes* em relação ao objeto exposto. Este foi um momento de divertimento proporcionado a todos os participantes, mesmo os que não tinham o telemóvel na mão referiram que se tinham divertido. Os visitantes revelaram-se entusiasmados, em especial as crianças, mas também os pais expressaram que foi muito interessante fazer uma visita assim com os filhos, porque se sentiram mais envolvidos com os objetos e retiveram a informação na memória, proporcionando momentos lúdicos de aprendizagem.

A tecnologia é adequada ao espaço do museu, e foi considerada como sendo uma mais-valia para todos os visitantes, pois aumenta a informação disponibilizada, como as imagens em 360° que permitiram a visualização do objeto. Os artefactos replicados e os objetos que estavam nos expositores transmitiram informação de áudio adicional que melhoraram o entendimento.

A visita proposta envolveu todos os públicos com os objetos, demonstrando ser adequada a vários públicos com diferentes idades e capacidades. As réplicas são muito versáteis em termos de uso. Por exemplo, as crianças não estavam muito tempo a ouvir a locução, mas gostavam de pegar nas réplicas e iam procurar nas vitrines o original. Os adultos gostaram de pegar nas peças, descreveram esta possibilidade como aumentando o sentido de pertença e afirmaram que o facto de acrescentar uma experiência tátil, lhes fazia não esquecer da experiência.

A área do *envolvimento do público com o Museu* pode ser avaliada em diversos níveis como: este tipo de aplicações aumenta o tempo de permanência na exposição; é um factor de promoção do Museu no exterior pela partilha de conteúdos após a visita; se a experiência fica na memória do visitante; e se consideram que este tipo de experiências é um factor de inovação para atração de novos públicos.

O aumento do *tempo de permanência na exposição*, foi possível validar pelas respostas dadas, mas também pela observação no local. Pois, foi possível observar que os visitantes que estavam a fazer a experiência mantiveram-se mais tempo na exposição.

Em relação a se os visitantes consideram que a experiência *promove o Museu no exterior pela partilha de conteúdos* após a visita, todos concordaram e disseram que o fariam com familiares e amigos. As crianças disseram que iriam partilhar na escola a experiência e iriam comentar com os colegas informação sobre os objetos que tinham gostado mais.

A questão relacionada com a percepção de que a experiência fica na memória foi percecionada por todos os participantes, que afirmaram que isso devia-se ao facto de terem manipulado os objetos e de participarem em atividades lúdicas tornando esta visita num momento divertido. Mas também a possibilidade de levarem uma *selfie* com um objeto do museu, que serve para recordar e partilhar.

Os participantes afirmaram que esta experiência é um factor de inovação para atração de novos públicos, pois consideraram que a introdução destas tecnologias no museu captam o interesse do público, especialmente as crianças e os jovens. Esta ideia foi validada no local, pois de cada vez que era proposto aos visitantes usarem o telemóvel para fazerem a visita, as crianças e os adultos demonstraram curiosidade e interesse.

Foi pedido aos participantes que respondessem se os jogos e a AR contribuíram para uma visita mais inclusiva, utilizando uma escala de Likert, de 1 a 5. Todos concordaram plenamente. Em relação à questão, se tinham gostado da experiência, de 1 a 5, todos atribuíram a cotação máxima.

Foi possível observar que as crianças se divertiram muito e não tiveram dificuldade na manipulação da aplicação. Todas as atividades promoveram a comunicação e a inclusão e foi possível perceber que a introdução destas tecnologias no Museu captaram o interesse do público. As crianças revelaram que aprenderam e que iam partilhar a experiência com outros colegas e adultos. A equipa do Museu mostrou-se muito entusiasmada e interessada nesta solução.

4.4.4 Considerações e contributos para a *framework* Play the Museum

A análise desta experiência permitiu estabelecer considerações orientadoras para o design de experiências inclusivas em museus:

1. Criar atividades que promovam a comunicação, como desafios em que a interagida facilite a resposta.

2. As respostas aos desafios deverão estar no local, privilegiando-se a procura e interação no espaço.
3. As interações com os conteúdos digitais, devem acompanhar a interação com o objeto exposto.
4. Os conteúdos adicionais que a AR pode acrescentar devem ser do interesse de todas as idades, pelo que a manipulação deve ser fácil e que não ocupe muito tempo de visita.
5. A AR pode ser usada em casa como complemento da visita, permitindo ao visitante partilhar conteúdos da experiência vivida.
6. Deve haver algum cuidado com as atividades propostas, para não se destinarem somente a quem vê.
7. As atividades propostas que impliquem a interação com as vitrines, a informação solicitada não deve exceder a altura de visão de uma cadeira de rodas.
8. As atividades de manipulação de objetos, aumentam o interesse e estimulam a memória pela ação.
9. Os objetos originais que são replicados, ganham um novo interesse e captam a atenção de todas as idades.
10. A replicação de objetos em 3D numa só cor é vantajoso, pois aumentam o interesse na procura e identificação de pormenores nos objetos originais.
11. A manipulação de imagens 360° permitem a visualização de pormenores que não são possíveis no local.
12. A captura de *selfies* na exposição aumenta a visibilidade do Museu, pelo interesse que estas imagens têm na partilha. Propõe-se que sejam usados objetos do museu para este tipo de imagens.
13. As atividades propostas não devem prolongar em demasia o tempo de visita, tornando-a cansativa.
14. As atividades devem ser facultativas e a possibilidade de não completar todas não deve influenciar a experiência de visita.
15. As atividades devem ter mecânicas diferentes e não se devem repetir muitas vezes.
16. Os quizzes ajudam a reter a informação e são uma mecânica que funciona para todas as idades, no entanto as respostas devem estar no espaço e não se basearem em conhecimentos prévios.
17. As atividades que implicam o uso da câmara de filmar, deve-se notificar o seu uso e informar o utilizador das questões de privacidade subjacentes.
18. Não há uma necessidade de haver um prémio no final da experiência, no entanto a possibilidade de “guardar” ou “enviar” uma imagem ou vídeo desta é aconselhado.

19. A tecnologia deve ser não invasiva no espaço, ou seja, não deve interferir visualmente com o espaço, pelo que o uso de *beacons* para acesso às atividades é aconselhado em vez de códigos QR.
20. A utilização de sensores permite o acesso à informação digital sem necessidade de aptidões visuais ou de literacia digital.
21. No caso de estarem duas crianças com mais de 7 anos ou jovens no mesmo grupo de visita, devem ser facultados dispositivos móveis para todos.
22. A informação escrita no telemóvel deve ser acompanhada de locução.
23. As ferramentas de acessibilidade dos dispositivos móveis devem funcionar na aplicação proposta. Como aumento de ecrã, alteração de contraste e leitor de ecrã, de forma que não comprometam a leitura e funcionamento. No entanto, o design deve ter em consideração os princípios de acessibilidade para todos.
24. Os utilizadores gostam de usar os seus próprios dispositivos, desde que seja disponibilizada internet grátis e que não lhes seja difícil descarregar e instalar a aplicação.

4.4.5 Síntese

O quarto caso de estudo decorreu no Museu da Farmácia do Porto, e pretende validar um outro conceito de visita, uma visita que se pretende ser inclusiva e multissensorial. Valorizando a comunicação entre visitantes. Consiste num expositor interativo, em que a interface utilizada para acionar o som, são réplicas impressas em 3D com sensores que narram a história e as características visuais da peça. Em alguns dos expositores interativos foram usados objetos que comunicam o conceito a transmitir.

Em cada ponto de interesse há um objeto para manipular e o acesso através de um código QR à aplicação que contém atividades lúdicas relacionadas com o objeto em causa. As atividades propostas estimulam os visitantes a procurar o objeto exposto na vitrine, algumas dão acesso à manipulação do objeto em 360°, o que enriquece a informação do objeto. Também há jogos com perguntas cujas respostas estão na legenda do expositor, o que ajuda a familiarizar os visitantes mais novos com a leitura das legendas nos museus. Um dos modelos expostos, convida os visitantes a cheirar os frascos de uma farmácia portátil e a descobrir o que contêm. Na aplicação há atividades que pedem ao utilizador que utilize a câmara do telemóvel para encontrar a outra metade do objeto exposto, também é pedido para tirarem uma *selfie* com um objeto do museu e deixarem uma mensagem.

Foram realizados testes com utilizadores em grupos de amigos e famílias que revelaram que as crianças se divertiram muito e não tiveram nenhuma dificuldade na manipulação do telemóvel. Todas as atividades promoveram a comunicação e a inclusão e foi possível perceber que a introdução destas tecnologias no museu captou o interesse do público, especialmente as crianças e os jovens. Os pais expressaram que foi muito interessante fazer esta visita com os filhos, porque sentiram-se mais envolvidos com os objetos e retiveram melhor a informação na memória. As crianças revelaram que aprenderam e que iam partilhar a experiência com outros colegas e adultos. A equipa do museu mostrou-se muito entusiasmada e interessada nesta solução.

Com os questionários e observações realizadas nos testes com utilizadores foi possível identificar os pontos fundamentais de avaliação deste tipo de aplicações.

Identificar a qualidade do sistema - Verificar através de testes com utilizadores o funcionamento e entendimento dos utilizadores do sistema, nomeadamente da aplicação e da manipulação dos modelos impressos em 3D que ativam os sensores de som. Recorrendo à observação no local de grupos de visitantes.

O sistema proposto recorreu a códigos QR para ativar cada atividade, este acesso resultou bem como protótipo e os utilizadores não revelaram dificuldades em fazê-lo. Para a ativação do som apenas era necessário levantar a peça. No entanto, a maioria dos utilizadores não ouviu até ao fim as locuções. No futuro estas duas atividades deveriam estar ligadas e os sensores ativarem também a aplicação. O sistema de colunas de som revelou alguns problemas quando eram ativados dois sensores em módulos diferentes, no futuro o som deve ser cingido ao local.

Identificar o envolvimento com a matéria científica - Identificar se os conteúdos são acessíveis e perceptíveis por todos utilizadores. Verificar se as atividades lúdicas transmitem os conceitos fundamentais para o entendimento do objeto e contribuem para a aprendizagem da mensagem que o museu pretende transmitir. Nos modelos 3D impressos deve-se ter em atenção se estes refletem a informação do objeto original relativo ao peso, textura e materiais, podendo ser adicionada uma amostra do material no módulo interativo. Valorizar as atividades que estimulem a comunicação entre os visitantes do mesmo grupo.

O sistema de interação com os modelos 3D proposto, permite a manipulação por todos os visitantes, tornando-se numa atividade muito inclusiva. A manipulação permitiu a utilização de outros sentidos que não o da visão, como a utilização do cheiro e do tato, esta interação acrescenta informação que fica na memória. A informação sonora acrescenta conteúdo

informativo, e permite ao visitante uma autonomia na escolha da matéria que mais lhe interessa. A aplicação permite a utilização de atividades lúdicas que melhoram a aprendizagem. Como a visualização da imagem 360° do objeto que permite a visualização de pormenores que não são visíveis no objeto exposto. Na aplicação são apresentadas perguntas cuja resposta figura no local, como a atividade que chama a atenção para as legendas do objeto, e que se revelou importante no sentido em que “ensina” os visitantes mais novos a procurar este tipo de informação numa exposição.

Identificar o envolvimento do visitante com o objeto - Identificar se a experiência aumentou o interesse e a atenção pelo objeto exposto no grupo de visitantes, e se foi motivo de comunicação entre eles. Perceber se a interação proposta ajudou os visitantes a reter informação na memória, relacionando o objeto impresso em 3D com o objeto na vitrine. Identificar se a manipulação do objeto impresso em 3D e do objeto em imagem 360° é eficaz para a retenção da informação. Perceber se a captação de imagens por parte dos utilizadores trazem envolvimento do utilizador com o objeto museológico e se estes as partilham entre o seu grupo de visita e na sua rede de amigos.

O sistema de interação com modelos 3D propostos, aumentou o interesse e a atenção por parte de todos os elementos da visita, os mais pequenos sentiram-se entusiasmados em poder mexer nos objetos e fê-los reter mais informação sobre os objetos que tinham esta possibilidade em relação aos restantes. O sistema de interação com os modelos 3D proposto, permite a manipulação e também a descoberta do original na vitrine, o que levou à cooperação e comunicação entre os visitantes, tornando-se muito divertido. As atividades de manipulação do objeto em imagem 360° é eficaz para a retenção da informação e permite outro tipo de exploração, como o espreitar para o interior do vaso. A aplicação que permite tirar *selfies* com o objeto de uma vitrine, cria no utilizador uma relação pessoal com o objeto. Também a atividade em que surge apenas metade da imagem do objeto e que pede a captura da imagem do objeto na vitrine, foi um momento de exploração e de atenção muito apreciado e a captura da imagem foi motivo de partilha entre os visitantes.

Identificar o envolvimento do visitante com o espaço - Identificar se a aplicação aumentou o interesse e a atenção de todos os visitantes, e se promoveu a comunicação entre todos. Perceber se a aplicação aumenta o tempo de permanência no museu e se a tecnologia implementada é atrativa para todos. Verificar se o uso dos sentidos como o tato e o cheiro promovem uma experiência de visita alternativa à visita tradicional e identificar se esses fatores promovem o museu no exterior, pelo entusiasmo em partilhar a experiência após a visita. Identificar se a aplicação está preparada para a partilha da experiência de visita. Validar através de testes com utilizadores se gostaram das experiências multissensoriais.

Nesta experiência de visita foi possível identificar através dos testes com utilizadores que a utilização de recursos multissensoriais aumentou o interesse e a atenção de todos os visitantes, e promoveu a comunicação entre eles. As entrevistas realizadas, validaram que a experiência aumentou o tempo de permanência na exposição e que sentiram entusiasmo ao fazê-lo, especialmente porque sentiram o envolvimento do grupo durante a visita. Também consideraram que esta visita iria ser um motivo de conversa com os amigos. E que a existência das propostas tecnológicas iria ser um motivo de atração para outros públicos.

Este caso de estudo permitiu validar princípios utilizados no caso de estudo 2, num outro contexto de museu e acrescentar a esta investigação informação relacionada com a adoção de uma outra tecnologia que permite a manipulação de objetos – módulos interativos com objetos manipuláveis. A aplicação utilizou os conhecimentos adquiridos do estudo do caso 2, nomeadamente a utilização de mecânicas de jogos relacionadas com a interação com o objeto exposto, e utilizou como base de apoio para os testes com utilizadores o formulário adotado nesse caso de estudo, teve apenas pequenas alterações relacionadas com a necessidade de avaliar a experiência no seu todo e não por atividade. Os testes foram realizados em grupos pois um dos focos deste estudo relaciona-se com a comunicação entre visitantes do mesmo grupo.

Os resultados da investigação dos casos de estudo permitiram estabelecer princípios orientadores para designers e museólogos para a implementação de experiências com jogos pervasivos de AR em museus e são apresentados através de uma *framework* organizada de acordo as fases do processo, desde a criação ao design e os princípios a ter com a utilização da AR, com os jogos e o sistema tecnológico, que serão apresentados no capítulo seguinte.

5. FRAMEWORK PLAY THE MUSEUM – PRINCÍPIOS PARA JOGAR O MUSEU

A *framework* desenvolvida nesta investigação pretende dar resposta ao problema dos museus em encontrar soluções tecnológicas adequadas a apoiar a experiência dos visitantes. Para apoiar essas decisões, este estudo pretende contribuir com uma estrutura conceptual, que dá suporte para o design de experiências em museus para dispositivos móveis com atividades que envolvem LBG e AR. A *framework* apresenta linhas orientadoras identificadas por objetivos e organizadas por fases de implementação, a que podem recorrer profissionais das áreas do design e da museologia quando se deparam com um projeto de desenvolvimento de uma solução tecnológica desta natureza.

Seguem-se os princípios para o “Jogar o Museu”, organizados através de uma *framework*, estes princípios fundamentam-se no conhecimento adquirido através do Modelo de Aceitação da Tecnologia (TAM) e do Modelo de Design de Experiências (cap. 3) e dos casos de estudo (cap. 4). Foram organizados segundo os pontos de análise: envolvimento do visitante com o espaço, envolvimento do visitante com o objeto e envolvimento do visitante com a matéria científica. Podem ser visualizados através de uma *framework* que apresenta esses princípios, organizados pelas diferentes fases do processo de implementação: o processo de criação, o processo de design, a utilização da realidade aumentada, a utilização de jogos e o sistema tecnológico (ver figura 139).

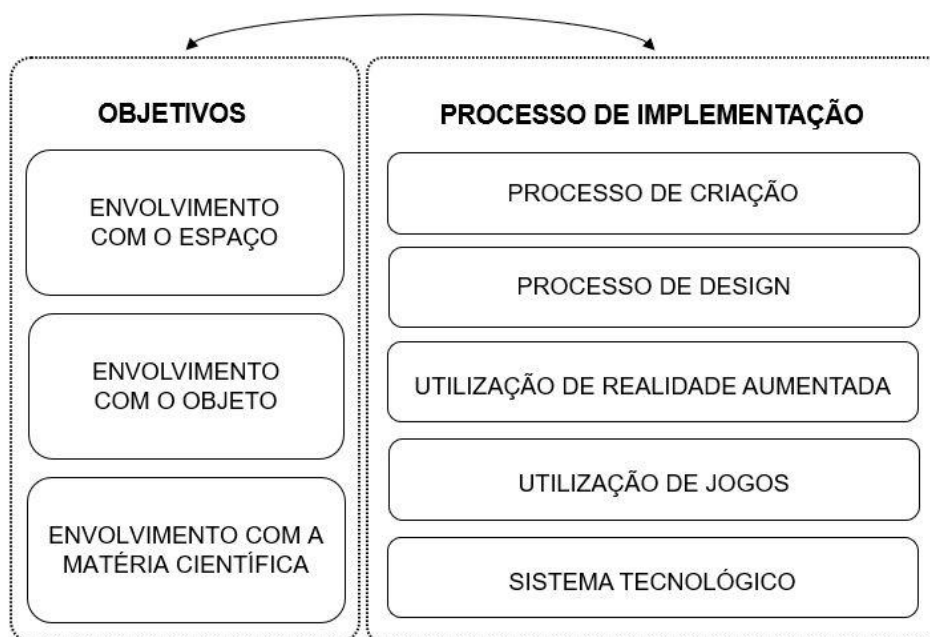


Figura 139 Organização dos princípios

Os princípios foram estruturados a partir das seções *Considerações e contributos para a framework Play the Museum* apresentados nos quatro casos de estudo. Após a análise das contribuições, verificou-se que algumas dessas considerações se repetiam. Pelo que há princípios que advêm de mais do que um estudo.

5.1 Envolvimento dos visitantes com o espaço museológico

O envolvimento com o espaço museológico pode ser analisado em termos emocionais, tendo em conta a relação entre os visitantes e o museu no espaço de visita, as expectativas e bem-estar destes ao longo do percurso. Em termos físicos, no percurso devemos considerar aspetos relacionados com o funcionamento da aplicação, a navegação no espaço (indicação do percurso), e se o tempo de visita é adequado. A relação do visitante com o museu também se faz em termos comunicacionais, na partilha entre visitantes durante a visita e também no pós visita nas redes sociais com conteúdos relacionados com a mensagem do museu.

Para analisar este ponto pudemos validar na experiência os seguintes pontos:

1. **Tempo de permanência do visitante na área da exposição** – É expectável que este tipo de aplicações aumentem o tempo de visita, pois estimulam a exploração dos objetos e do espaço. No entanto é necessário dar ao visitante a indicação do tempo estimado para a atividade e dar a possibilidade de escolher se quer fazer a atividade ou avançar para o ponto seguinte.
2. **Promoção do museu no exterior** – A partilha nas redes sociais é vantajosa para o museu, pois promove uma comunicação informal mais direta, funcionando como marketing institucional. A aplicação deve mediar a partilha das imagens, estas devem ter a indicação de que são provenientes do museu. Também deve ser possível ao museu retirar dados analíticos do seu percurso, para isso poderá ser necessário que as imagens estejam no servidor do museu.
3. **Persistência na memória** – Os momentos que implicam manipulação e imersividade são considerados os mais envolventes quando estes ficam na memória. Como bons momentos, há um envolvimento intrínseco, que se reflete em entusiasmo e motivação.
4. **Inovação para o museu** – O uso de tecnologias digitais inovadoras são fatores que atraem novos visitantes e colocam o museu a par da sociedade.
5. **Após visita** – A continuação da experiência museológica em casa é importante pois cria laços afetivos e promove a comunicação de ciência. Pode-se usar atividades de

AR relacionadas com o objeto para mudar o espaço em que se insere e criar novos contextos para esse objeto.

6. **Interferência com o espaço museológico** - O acesso aos pontos de interesse da aplicação deve ser o menos intrusiva possível com espaço, e deve-se dar preferência a indicações dadas pela aplicação, evitando-se indicações visuais.
7. **Comunicação eficaz com o utilizador** - A aplicação dá todas as informações relacionadas com a privacidade do utilizador, nomeadamente o uso da câmara.
8. **Feedback positivo** - Em todos os momentos da aplicação deve-se comunicar o sucesso do utilizador, de forma a manter a motivação. Mesmo no caso de insucesso de uma atividade, deve-se apresentar informação pertinente de forma que esta promova a aprendizagem.
9. **Estimular a comunicação entre visitantes** - A aplicação pode ser utilizada apenas por um utilizador, no entanto, na maioria das vezes os visitantes fazem as visitas acompanhados, pelo que a aplicação deve estimular a comunicação entre visitantes.

Podemos fazer algumas recomendações relacionadas com o processo de criação, em que consideramos que a equipa do museu deve estar envolvida na criação das experiências de visita por conhecerem os seus visitantes. Esse conhecimento é fundamental para o design de experiências de visita que vão ao encontro das expectativas destes. Devem ser escolhidas atividades que dão resposta a todos os tipos de utilizadores, para isso é necessário identificar quais os conteúdos e mecânicas que os visitantes mais gostam, identificando se estas se destinam a visitantes que gostam de *explorar*, *criar*, *partilhar* ou *competir*. Segue uma explicação do tipo de atividades:

Atividades de *exploração* - entendem-se como atividades que estimulam a curiosidade. São próprias para este tipo de espaços e conteúdos, pois pretende-se que o público tenha este tipo de atitude numa visita.

Atividades de *criação* - entendem-se como atividades relacionadas com a imaginação e a criatividade. Podem ser artísticas, ligadas às artes plásticas, ou performativas, podendo ter formatos tradicionais ou digitais.

Atividades de *partilhar* - entendem-se como atividades com uma função social, destinadas à partilha de informação. São importantes para os museus pela ligação que estabelecem com os visitantes do museu e das redes sociais.

Atividades de *competição* - entendem-se como atividades que apelam à competição entre visitantes. Estas atividades são muito apelativas e aumentam o envolvimento. No entanto não

são muito utilizadas em museus porque se impõe neste local uma certa calma, e a agitação pode causar desconforto em alguns visitantes.

A identificação deste espectro de atividades permite perceber se a experiência de visita está desenhada para ter interesse para todo o tipo de jogadores. Isto pode ser usado no processo de criação e no processo de avaliação do protótipo funcional.

Durante o processo de design é necessário escolher o percurso e o acesso à AR tendo em conta o acesso de visitantes com mobilidade reduzida. Durante a fase de implementação em que são realizados testes do protótipo funcional, devem ser realizados testes com utilizadores com várias faixas etárias e com a equipa que se envolveu no processo. A equipa deve ser informada das conclusões relativas aos testes com utilizadores (que devem ser realizados por profissionais da área do Design).

Sistema tecnológico

Devemos ter em consideração alguns requisitos que os utilizadores identificaram relacionados com o sistema tecnológico a implementar, como:

- **Acesso à aplicação** - Os utilizadores preferem não ter de fazer *download* de uma aplicação por questões de segurança e limitação do espaço de memória do seu dispositivo. Dar preferência a soluções que recorrem ao *browser*.
- **Acesso à tecnologia** - Garanta o acesso livre à rede Wi-Fi do museu ou disponibilize dispositivos móveis com a aplicação aos visitantes.
- **Acesso da aplicação ao telemóvel do visitante** - Garanta que todas as questões de privacidade são cumpridas na instalação e durante a utilização da aplicação na recolha de dados analíticos.

Seguem-se os princípios relacionados com o envolvimento com o espaço museológico, identificados na investigação.

Tabela 18 Princípios relacionados com o envolvimento com o espaço, identificados na investigação.

	Envolvimento com o espaço [A]	Origem do princípio
Processo de criação [1]	A1.1 Garanta a participação da equipa do Museu em todo o processo de implementação da APP com jogos e/ou AR; na idealização do protótipo e nos testes com utilizadores.	secção 4.2 secção 4.3 secção 4.4
Processo de design [2]	A2.1 Permita que o visitante possa escolher o percurso e as atividades que entender na ordem mais conveniente.	secção 4.2 secção 4.4
	A2.2 Promova atividades cujas respostas estão no local, incentivando a interação entre visitantes.	secção 4.2 secção 4.3 secção 4.4
Utilização da realidade aumentada [3]	A3.1. Defina um contexto de jogo que inclua todas as idades, tendo em atenção o acesso da câmara ao objeto por parte de crianças e pessoas com mobilidade reduzida.	secção 4.3 secção 4.4
	A3.2. Disponibilize imagens do objeto para serem manipuladas com o auxílio de ferramentas criativas em ambientes de AR, dando origem a criações digitais e promova a sua partilha.	secção 4.3 Projeto <i>Interplay: Art Play for all</i> (2020)
Utilização de jogos [4]	A4.1. Estabeleça um tempo máximo de atividades, que inclua o percurso pela exposição, este não deve prolongar em demasia o tempo de visita, tornando-a cansativa.	secção 4.1 secção 4.2 secção 4.3 secção 4.4
	A4.2. Mostre sempre um feedback positivo em todas as atividades. Mesmo o insucesso deve conter informação pertinente que promova a aprendizagem.	secção 4.2 secção 4.3 secção 4.4
	A4.3. Recompense o utilizador com boas imagens do objeto em cada atividade, podem ser imagens 2D ou modelos 3D.	secção 4.1 secção 4.2
Sistema tecnológico [5]	A5.1 Garanta o acesso livre à internet no museu, para que os utilizadores possam usar os seus telemóveis.	capítulo 3
	A5.2 Dê preferência a soluções de aplicações que são disponibilizadas através de um browser.	capítulo 3
	A5.3 Disponibilize dispositivos móveis do museu, para quem não quiser dispositivo utilizar o seu.	capítulo 3
	A5.4 Notifique o utilizador se a APP utilizar a câmara do telemóvel ou o acesso à galeria de fotos.	secção 4.4 capítulo 3

5.2 Envolvimento dos visitantes com o objeto

O envolvimento do visitante com o objeto pode ser físico ou emocional, neste contexto o envolvimento físico pode ser verificado quando os participantes observam e interagem com o objeto, mesmo através de uma aplicação. O envolvimento emocional pode ser verificado pelo entusiasmo e satisfação que o visitante mostra no momento da visita e pelo que lhe fica na memória. Além disso, o envolvimento com o objeto também se relaciona com a comunicação e aquisição de conhecimentos.

Para analisar este ponto podemos validar os seguintes pontos:

1. **Observação atenta** - O visitante esteve motivado e atento na interação com o objeto.
2. **Estímulo da criatividade** - As atividades propostas estimulam a imaginação e promovem a comunicação.
3. **Divertimento (ludificação)** - As atividades propostas são lúdicas e divertidas com um encadeamento de atividades diferentes.
4. **Possibilidade de partilha** - As atividades propostas partilham imagens do objeto, no contexto do museu e também noutros contextos, integrados através de AR em selfies.
5. **Entusiasmo** - As atividades são motivantes e as expectativas dos visitantes foram alcançadas.
6. **Capacidades/competências tecnológicas** - As atividades propostas para a interação com o objeto envolvem competências tecnológicas que podem ser necessárias ou adquiridas, nomeadamente na manipulação da AR e na utilização da câmara do telemóvel para tirar fotografias e vídeos.
7. **Aprendizagem** - As atividades fazem reter melhor a informação por estimularem um tipo de aprendizagem que relaciona o objeto com a ação, o “aprender – fazendo”.

Todas as atividades são lúdicas e a aprendizagem é realizada de uma forma despercebida e divertida, fazendo com que a experiência de interação com o objeto fique na memória. Podemos identificar vantagens na utilização da AR e dos jogos aos níveis:

- **Relevância** – O objeto ganha relevância para o visitante em relação aos restantes objetos expostos pela interação mediada pela tecnologia.
- **Estimula a imaginação** – A manipulação da realidade e a criação de diferentes cenários onde o objeto se insere pode ser um estímulo à criação.
- **Conhecimento** – As diferentes formas de visualização e manipulação do objeto digital, como imagens 360º e modelos 3D apresentam informação relevante, que pode ser acedida durante e após a visita.

- **Construção da memória** – As experiências que apelam aos sentidos como o tato e o olfato ficam na memória.
- **Personalização** – Podem ser usados diferentes níveis de dificuldade nas atividades para diferentes públicos.
- **Informação não intrusiva** – As tecnologias de acesso às atividades não interferem com o objeto.
- **Feedback do sistema** – Privilegie o acesso às atividades com notificações por vibração no interior do museu e crescente notificações sonoras no exterior.

Podemos fazer algumas recomendações práticas. Logo que se inicia um processo de design de uma aplicação é importante que a equipa do museu esteja envolvida, nomeadamente na seleção dos objetos. Estes são pontos de interesse que vão ficar na memória do visitante, e são importantes para a construção da experiência de visita. No final de cada atividade deve haver a possibilidade de colecionar a imagem do objeto, para transmitir a sensação de sucesso. Uma das formas de expandir a visita para o exterior é através das selfies com objetos do museu, que permitem a divulgação do objeto de uma forma personalizada nas redes sociais.

Seguem-se os princípios relacionados com o envolvimento com o objeto, identificados na investigação.

Tabela 19 Princípios relacionados com o envolvimento com o objeto, identificados na investigação.

	Envolvimento com o Objeto [B]	Origem do princípio
Processo de criação [1]	B1.1. Faça uma seleção dos objetos de AR, tendo em conta que este vai ganhar relevância para o visitante em relação aos outros objetos.	secção 4.2 secção 4.4
Processo de design [2]	B2.1 Use a AR para apresentar informação relevante sobre o objeto que não poderia ser visualizada no mundo real.	secção 4.2 Projeto <i>Skin and Bones</i> (2017)
Utilização da realidade aumentada [3]	B3.1 Disponibilize a interação com o objeto em AR, permitindo a manipulação contextualizada no mundo real, esta potencia a aprendizagem e a retenção na memória.	secção 4.3 secção 4.4 Projeto <i>London Museum</i> (2016)
	B3.2 Promova atividades de partilha de selfies com objetos do Museu.	secção 4.1 secção 4.3 secção 4.4
Utilização de jogos [4]	B4.1 Disponibilize modelos 3D em digital ou imagens em 360° do objeto exposto, podendo estas ser visualizadas durante a visita ou depois.	secção 4.1 secção 4.2
	B4.2 Disponibilize réplicas dos objetos com impressão 3D. Estas podem não obedecer à escala real e terem apenas uma cor, pois permitem a exploração do original na vitrine. Este tipo de interação através do tato ajuda à retenção da informação na memória.	secção 4.4
	B4.3 Utilize atividades de sobreposição de uma parte da imagem da aplicação com as restantes partes do objeto. Pode determinar níveis de dificuldade para diferentes públicos.	secção 4.2 secção 4.3 secção 4.4
Sistema tecnológico [5]	B5.1 Utilize tecnologias de acesso às atividades que não interfiram visualmente com o local ou objeto, como sistemas de <i>beacons</i> , reconhecimento de imagens por visão computacional e GPS. Utilize notificações por vibração no interior do museu e pode acrescentar notificações sonoras no exterior.	secção 4.2 secção 4.3 secção 4.4

5.3 Envolvimento dos visitantes com a matéria científica

O envolvimento do visitante com a matéria científica, é um ponto de análise que se destina a perceber se a mensagem definida pelo museu, passou para o visitante através das atividades lúdicas propostas - comunicação de ciência.

Para analisar este ponto podemos validar os seguintes pontos:

1. **Sequência proposta** – O visitante percebeu o que era pedido e achou as atividades propostas interessantes.
2. **A informação é interessante para partilhar** - A apresentação dos conteúdos é cativante e é dada a possibilidade de partilha através de texto, imagem ou vídeo.
3. **A informação é adequada ao formato** - São usados diferentes formatos de apresentação da informação que se adequam à mensagem.
4. **O tempo despendido é adequado** - O tempo das atividades é adequado à permanência no museu, e em que condições (de pé ou sentado).
5. **Promove uma mudança de atitude** - A mensagem que é transmitida através das mecânicas de jogo promove atitudes replicáveis no dia-a-dia.

Podemos identificar vantagens na utilização da AR e dos jogos na comunicação de ciência, estes são:

- **Fator surpresa** - O elemento que surge a cada vez que se aciona a AR é um factor que surpreende o visitante. Este elemento deve ser utilizado de forma a não ser revelado previamente ao visitante.
- **Encoraja a observação** - Uma aplicação com AR permite a observação do objeto numa outra realidade, melhorando a contextualização do objeto no espaço.
- **Aprendizagem no local** - Uma aplicação com AR permite uma interação com o objeto em que a ação desencadeia uma aprendizagem prática, permitindo “aprender-fazendo”.
- **Aprendizagem divertida** - Os jogos contribuem para a explicação de conceitos científicos de uma forma mais apelativa para os utilizadores.
- **Construção de uma narrativa** - A informação pode passar de uma forma mais eficaz se a conseguirmos relacionar com o visitante envolvendo-o emocionalmente, através de diferentes tipos de narrativas e também através da escolha do percurso de visita.

Podemos fazer algumas recomendações práticas relacionadas com o envolvimento com os conteúdos, nomeadamente ao nível do design para que a informação seja apresentada de

forma adequada e apelativa, recorrendo ao objeto e/ou local para passar a mensagem. A informação pode passar de uma forma eficaz se a conseguirmos relacionar com o visitante através de diferentes tipos de narrativas, e também através de mecânicas de jogos adequados. Por exemplo, num jogo de perguntas deve-se ter em atenção que o utilizador não deve ser colocado em escrutínio, em que se vê na necessidade em recorrer a conhecimentos prévios. Também o *feedback* das respostas não pode desmotivar o visitante, e quando há insucesso nas respostas, o jogo deve mostrar um reforço da mensagem pretendida.

Quando se inicia um processo de design de uma aplicação é importante que a equipa do museu esteja envolvida, nomeadamente na curadoria da informação. Ao nível da comunicação, o envolvimento com a matéria científica implica uma transmissão eficaz da mensagem, que leve os visitantes a partilhar durante a visita e também a fazerem-no nas redes sociais.

Seguem-se os princípios relacionados com o envolvimento com a matéria científica, identificados na investigação.

Tabela 20 Princípios relacionados com o envolvimento com a matéria científica, identificados na investigação.

	Envolvimento com a matéria científica [C]	Origem do princípio
Processo de criação [1]	C1.1 Garanta que a mecânica do jogo se adequa à mensagem do museu, como por exemplo um jogo que consiste em cortar as flores pode não se adequar a uma mensagem de preservação da natureza.	secção 4.1
Processo de design [2]	C2.1 Apresente os conteúdos científicos com informação cativante, como curiosidades ou utilize narrativas ficcionadas.	secção 4.1 secção 4.3
	C2.2 Apresente a informação científica de forma apelativa, podendo recorrer a iconografia visual, mas garanta que esta linguagem é a mais universal possível.	secção 4.3
	C2.3 Disponibilize informação áudio com descrição das réplicas para invisuais.	secção 4.4
Utilização da realidade aumentada [3]	C3.1. Dê a possibilidade de estender a visita do interior para o exterior do museu, e utilize a AR para contextualizar os objetos. Como exemplo, mostre em AR o objeto no seu local de origem.	secção 4.3

5.4 Princípios *Play the Museum*

A tabela 21 apresenta os princípios enunciados neste capítulo, organizada mediante as fases do processo de design e o tipo de envolvimento que se pretende alcançar, de modo a serem consultados de acordo com a fase do processo de implementação da aplicação.

Tabela 21 Framework Play the Museum

	Envolvimento com o espaço [A]	Envolvimento com o objeto [B]	Envolvimento com a matéria científica [C]
Processo de criação [1]	<p>A1.1 Garanta a participação da equipa do Museu em todo o processo de implementação da APP com jogos e/ou AR; na idealização do protótipo e nos testes com utilizadores.</p>	<p>B1.1. Faça uma seleção dos objetos de AR, tendo em conta que este vai ganhar relevância para o visitante em relação aos outros objetos.</p>	<p>C1.1 Garanta que a mecânica do jogo se adequa à mensagem do museu, como por exemplo um jogo que consiste em cortar as flores pode não se adequar a uma mensagem de preservação da natureza.</p>
Processo de design [2]	<p>A2.1 Permita que o visitante possa escolher o percurso e as atividades que entender na ordem mais conveniente.</p> <p>A2.2 Promova atividades cujas respostas estão no local, incentivando a interação entre visitantes.</p>	<p>B2.1 Use a AR para apresentar informação relevante sobre o objeto que não poderia ser visualizada no mundo real.</p>	<p>C2.1 Apresente os conteúdos científicos com informação cativante, como curiosidades ou utilize narrativas ficcionadas.</p> <p>C2.2 Apresente a informação científica de forma apelativa, podendo recorrer a iconografia visual, mas garanta que esta linguagem é a mais universal possível</p> <p>C2.3 Disponibilize informação áudio com descrição das réplicas para invisuais</p>
Utilização da realidade aumentada [3]	<p>A3.1. Defina um contexto de jogo que inclua todas as idades, tendo em atenção o acesso da câmara ao objeto por parte de crianças e pessoas com mobilidade reduzida.</p> <p>A3.2. Disponibilize imagens do objeto para serem manipuladas com o auxílio de ferramentas criativas em ambientes de AR, dando origem a criações digitais e promova a sua partilha.</p>	<p>B3.1 Disponibilize a interação com o objeto em AR, permitindo a manipulação contextualizada no mundo real, esta potencia a aprendizagem e a retenção na memória.</p> <p>B3.2 Promova atividades de partilha de selfies com objetos do Museu.</p>	<p>C3.1. Dê a possibilidade de estender a visita do interior para o exterior do museu, e utilize a AR para contextualizar os objetos. Como exemplo, mostre em AR o objeto no seu local de origem.</p>

<p>Utilização de jogos [4]</p>	<p>A4.1. Estabeleça um tempo máximo de atividades, que inclua o percurso pela exposição, este não deve prolongar em demasia o tempo de visita, tornando-a cansativa.</p> <p>A4.2. Mostre sempre um feedback positivo em todas as atividades. Mesmo o insucesso deve conter informação pertinente que promova a aprendizagem.</p> <p>A4.3. Recompense o utilizador com boas imagens do objeto em cada atividade, podem ser imagens 2D ou 3D.</p>	<p>B4.1 Disponibilize modelos 3D em digital ou imagens em 360° do objeto exposto, podendo estas ser visualizadas durante a visita ou depois.</p> <p>B4.2 Disponibilize réplicas dos objetos com impressão 3D. Estas podem não obedecer à escala real e terem apenas uma cor, pois permitem a exploração do original na vitrine. Este tipo de interação através do tato ajuda à retenção da informação na memória.</p> <p>B4.3 Utilize atividades de sobreposição de uma parte da imagem da aplicação com as restantes partes do objeto. Pode determinar níveis de dificuldade para diferentes públicos.</p>	
<p>Sistema tecnológico [5]</p>	<p>A5.1 Garanta o acesso livre à internet no museu, para que os utilizadores possam usar os seus telemóveis.</p> <p>A5.2 Dê preferência a soluções de aplicações que são disponibilizadas através de um browser.</p> <p>A5.3 Disponibilize dispositivos móveis do museu, para quem não quiser dispositivo utilizar o seu.</p> <p>A5.4 Notifique o utilizador se a APP utilizar a câmara do telemóvel ou o acesso à galeria de fotos.</p>	<p>B5.1 Utilize tecnologias de acesso às atividades que não interfiram visualmente com o local ou objeto, como sistemas de <i>beacons</i>, reconhecimento de imagens por visão computacional e GPS. Utilize notificações por vibração no interior do museu e pode acrescentar notificações sonoras no exterior.</p>	

5.5 Operacionalização da avaliação

As questões acima mencionadas podem ser validadas através da utilização de uma *checklist* aqui apresentada.

[A] Envolvimento com o espaço

- Foram realizados testes para verificar o grau de satisfação dos utilizadores. [A1.1]
- Foram realizados testes com utilizadores que identificam o funcionamento do sistema e da aplicação apoiados em testes baseados em tarefas [A1.1]
- Foram realizados testes com utilizadores, para observação no local e identificação da usabilidade da aplicação. [A1.1]
- A aplicação oferece ao visitante a possibilidade de estabelecer o seu percurso de visita. [A2.1]
- A aplicação oferece ao visitante a possibilidade de escolher as atividades. [A2.1]
- A aplicação tem atividades que implicam a exploração no local. [A2.2]
- A aplicação promove a comunicação entre visitantes de diferentes idades [A2.2]
- A aplicação aumentou o interesse e a atenção de todo o tipo de visitantes (todas as idades e necessidades específicas). [A3.1]
- Todos os visitantes têm acesso à AR. [A3.1]
- A aplicação comunica com o exterior através da partilha da experiência. [A3.2]
- A informação partilhada através da aplicação está preparada para o rastreamento dos seus movimentos. [A3.2]
- A aplicação aumenta demasiado o tempo de permanência na exposição, tornando a visita cansativa. [A4.1]
- O visitante é informado sobre o tempo de duração de cada atividade. [A4.1]
- A aplicação dá um feedback positivo, que promove a aprendizagem. [A4.2]
- A aplicação recompensa o utilizador com boas imagens do objeto em cada atividade. [A4.3]
- O Museu disponibiliza o acesso livre à Internet para que os visitantes acedam às aplicações através dos seus telemóveis. [A5.1]
- São aplicadas políticas de privacidade na aplicação. [A5.1]
- O utilizador não tem de descarregar a aplicação e pode aceder às atividades através de um browser de internet. [A5.2]
- O museu disponibiliza dispositivos móveis para acesso à aplicação. [A5.3]

- O utilizador é notificado se a aplicação utilizar a câmara do telemóvel ou o acesso à galeria de uma forma que este compreenda a mensagem. [A5.4]

[B] Envolvimento com o objeto

- A experiência aumentou o interesse e a atenção pelo objeto exposto. [B1.1]
- Foram realizados testes para verificar o grau de satisfação dos utilizadores em relação aos conteúdos apresentados. [B1.1]
- A interação proposta pela AR mostrou informação relevante, sobre o objeto que não poderia ser visualizada na exposição. [B2.1]
- A interação com a AR adequa-se às competências tecnológicas dos utilizadores. [B3.1]
- A aplicação tem atividades que estimulam a partilha de *selfies* com o objeto do museu. [B3.2]
- A aplicação tem interações com o objeto em imagem 360°. [B4.1]
- A aplicação permite a visualização da imagem 360° em casa. [B4.1]
- O museu disponibiliza réplicas dos objetos, para serem manipulados pelos visitantes. [B4.2]
- A aplicação tem interações que implicam a captação de imagens do objeto ou parte deste pelos utilizadores. [B4.3]
- A tecnologia utilizada para acesso às atividades não interfere visualmente com os objetos em exposição. [B5.1]
- A aplicação utiliza a notificação das atividades por vibração. [B5.1]
- A aplicação utiliza a notificação por som no exterior. [B5.1]

[C] Envolvimento com a matéria científica

- As mecânicas utilizadas nos jogos estão em sintonia com a mensagem do museu. [C1.1]
- Os conteúdos científicos são apresentados de forma cativante, com recurso a curiosidades ou narrativas ficcionadas. [C2.1]
- O design gráfico da aplicação adequa-se ao contexto do museu e apresenta uma linguagem universal. [C2.2]
- Os conteúdos são acessíveis e perceptíveis para todas as idades, por não implicarem conhecimentos prévios de forma a não frustrar os visitantes. [C2.2]
- É disponibilizada informação áudio com descrição para invisuais nas réplicas, que reflete a informação do objeto original relativo ao peso, textura e materiais. [C2.3]

- ❑ A aplicação utiliza a AR para contextualizar no exterior os objetos que estão no interior do museu. Como por exemplo, mostrar em AR a árvore que tem determinada folha exposta no interior. [C3.1]

Esta *checklist* pode ser utilizada como recurso de avaliação de aplicações para museus com recurso a AR e jogos. Pode também ser uma ferramenta de validação num *workshop*, em formato de cartas. Estas podem ser usadas para *Jogar o Museu* pelos participantes. Nas cartas temos de um dos lados, o princípio e nas costas a respetiva *checklist*, apresentado na figura 140.

<p style="text-align: center;">ENVOLVIMENTO COM O ESPAÇO</p> <p>A1.1 Garanta a participação da equipe do Museu em todo o processo de implementação da app com jogos e/ou AR; na idealização do protótipo e nos testes com utilizadores.</p> <p style="text-align: center;">PLAY THE MUSEUM CARD</p> <p style="text-align: center;">PROCESSO DE CRIAÇÃO</p>	<p style="text-align: center;">ENVOLVIMENTO COM O OBJECTO</p> <p>B1.1.Faça uma seleção dos objetos de AR, tendo em conta que este vai ganhar relevância para o visitante em relação aos outros objetos.</p> <p style="text-align: center;">PLAY THE MUSEUM CARD</p> <p style="text-align: center;">PROCESSO DE CRIAÇÃO</p>	<p style="text-align: center;">ENVOLVIMENTO COM A MATÉRIA CIÊNCIA</p> <p>C1.1 Garanta que a mecânica do jogo se adequa à mensagem do museu, como por exemplo um jogo que consiste em cortar as flores pode não se adequar a uma mensagem de preservação da natureza..</p> <p style="text-align: center;">PLAY THE MUSEUM CARD</p> <p style="text-align: center;">PROCESSO DE CRIAÇÃO</p>	FRENTE
<p style="text-align: center;">ENVOLVIMENTO COM O ESPAÇO</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> A equipe do museu participou no processo de idealização do protótipo. <input type="checkbox"/> Foram realizados testes para verificar o grau de satisfação dos utilizadores. <input type="checkbox"/> Foram realizados testes com utilizadores que identificam o funcionamento do sistema e da aplicação apoiados em testes baseados em tarefas <input type="checkbox"/> Foram realizados testes com utilizadores, para observação no local e identificação da usabilidade da aplicação. <p style="text-align: center;">PLAY THE MUSEUM CARD</p> <p style="text-align: center;">PROCESSO DE CRIAÇÃO</p>	<p style="text-align: center;">ENVOLVIMENTO COM O OBJECTO</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> A experiência aumentou o interesse e a atenção pelo objeto exposto. <input type="checkbox"/> Foram realizados testes para verificar o grau de satisfação dos utilizadores em relação aos conteúdos apresentados. <p style="text-align: center;">PLAY THE MUSEUM CARD</p> <p style="text-align: center;">PROCESSO DE CRIAÇÃO</p>	<p style="text-align: center;">ENVOLVIMENTO COM A MATÉRIA CIÊNCIA</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> As mecânicas utilizadas nos jogos estão em sintonia com a mensagem do museu. <p style="text-align: center;">PLAY THE MUSEUM CARD</p> <p style="text-align: center;">PROCESSO DE CRIAÇÃO</p>	VERSO

Figura 140 Exemplo do design das cartas *Play the Museum*, em cima estão os princípios (frente) em baixo as questões respetivas (verso).

5.6 Síntese

A *framework* proposta serve para orientar designers e museólogos na implementação de soluções tecnológicas que utilizam jogos e AR. É um processo que se divide em diferentes fases, em que participam designers e museólogos.

No processo de criação podem ser usados *workshops*, como os que foram realizados no caso de estudo 2, ou processos criativos, como os que foram realizados nos restantes casos de estudo, em que também estiveram envolvidos elementos dos museus.

O processo deve ter em conta princípios relacionados com o envolvimento dos visitantes. Este envolvimento está relacionado com o espaço museológico, que por sua vez relaciona-se com os objetos em exposição que apresentam a matéria científica: a mensagem que o museu pretende transmitir. Cada um destes pontos é de facto um objetivo a alcançar da aplicação, que determina o sucesso da sua implementação. Nesse sentido foi proposta uma *framework* que pretende auxiliar o designer a desenhar as experiências da visita. É importante salientar que o sistema tecnológico adotado, ou seja, a forma de acesso à aplicação e o bom funcionamento do sistema são variáveis importantes. Mas não são determinantes para que os restantes princípios sejam válidos. Com isto queremos indicar que qualquer que seja o sistema adotado, os princípios de criação e de design mantêm-se, bem como os objetivos a que se propõem.

Importa clarificar os três objetivos que foram identificados nesta investigação:

Envolvimento do visitante com o espaço museológico: Tem como objetivo a relação emocional e física do visitante com o espaço museológico. Está relacionada com o percurso de visita e a usabilidade da aplicação. Mas também com o design de experiência direcionada para os gostos de todos os visitantes. O envolvimento emocional pode ser verificado pelo entusiasmo e satisfação que o visitante mostra no momento da visita e pelo que lhe fica na memória. É importante a comunicação entre visitantes e o prolongamento da visita noutros contextos. Uma das formas de o fazer é através da partilha da experiência nas redes sociais.

Envolvimento do visitante com o objeto exposto: Tem como objetivo a relação emocional e física do visitante com o objeto em exposição. Está relacionada com a interação da aplicação com o objeto e do utilizador com este através da aplicação. Esta relação motiva o visitante a explorar o objeto e capta a sua atenção. A utilização da AR permite o acesso a uma nova camada de informação que ajuda o visitante a

contextualizar o objeto e a interagir com ele. Esta interação pode ser levada para outros contextos, prolongando a experiência de visita.

Envolvimento do visitante com a matéria científica: Tem como objetivo a transmissão da mensagem do museu. Está relacionada com as atividades lúdicas propostas pela aplicação, que têm o objetivo de comunicar a ciência.

Com estes pontos em atenção durante as diferentes fases de criação e design, devem ser usados os princípios que figuram na *framework* (consultar tabela 21). Estes princípios podem ser validados através de uma *checklist* que operacionaliza a *framework* (consultar secção 5.5). Estas ferramentas pretendem apoiar os designers e museólogos nas tomadas de decisão e de validação quando estão envolvidos num processo de implementação de uma aplicação que recorre a jogos e AR.

6. CONCLUSÕES

Neste capítulo é apresentada a discussão dos resultados separados por contributos em três áreas: conhecimento do público, implementação de jogos e AR e resultados esperados. Para finalizar, apresentamos contribuições, limitações do estudo e trabalho futuro.

6.1 Resultados da investigação

Os resultados desta investigação permitiram-nos desenvolver princípios para que designers e museólogos possam desenvolver experiências com jogos pervasivos de AR em museus e são apresentados através de uma *framework* organizada de acordo as fases do processo, desde a criação ao design e aos princípios a ter com a utilização da AR, com os jogos e o sistema tecnológico. Consideramos fundamental para o sucesso de implementação de uma solução tecnológica num museu este tipo de trabalho colaborativo entre investigadores e seus profissionais. Foi possível através desta investigação envolver a comunidade na discussão de uma tecnologia emergente, e considerar a sua utilização no futuro. Esta tecnologia de realidade aumentada confere uma fusão entre espaço real e espaço digital, com grande potencial para os museus.

6.1.1 Envolver os visitantes na experiência de visita

Este resultado relaciona-se com o objetivo 1 desta investigação: *Definir os princípios que devem ser tidos em conta por designers e museólogos ao implementar estas experiências em espaços museológicos.*

Este estudo teve como um dos focos principais de investigação o conhecimento sobre o envolvimento do visitante numa visita a um museu. Para conhecer os visitantes foi necessário trabalhar no museu e conceber aplicações que nos permitissem entender como interagem os visitantes com estas, no contexto do museu (Marques 2018; Cesário 2020). A experiência de visita é individual, e depende das expectativas e preferências de cada visitante, no entanto são também experiências sociais, porque uma grande parte das visitas são realizadas em grupo (famílias ou amigos). Nesse sentido, foram realizadas entrevistas que demonstraram que este tipo de experiências é cativante para todos. Estas experiências estão relacionadas com o local e com a interação dos visitantes com o espaço (físico e conteúdos). Nesta

investigação procurou-se estabelecer os princípios que sustentam os designers no processo de implementação deste tipo de experiências. O seu papel é o de desenhar experiências que motivam os visitantes a fazer uma visita agradável, proporcionando momentos de satisfação, para isso tem que criar mecanismos que despertem a atenção para os objetos, através de conteúdos atrativos.

Os casos de estudos permitiram perceber as expectativas e o entusiasmo dos visitantes por esta tecnologia. Nas aplicações testadas, os visitantes revelaram ter facilidade na sua utilização, mas também bastante desconhecimento sobre as potencialidades da AR, tendo havido apenas um relacionamento imediato desta tecnologia com o jogo *Pokémon GO* (2016). As atividades realizadas em cada ponto de interesse tiveram grande sucesso e permitiram um entusiasmo acrescido face a uma visita tradicional. Os utilizadores, de várias idades, concordaram que esta forma de visita trazia um “elemento extra”, uma possibilidade de adicionar uma camada de informação aos objetos/locais explorados. Esse elemento trazia agregado a ideia de surpresa e de exploração. Os utilizadores demonstraram ter preferências diferentes por tipo de atividades, pelo que a ideia de categorizar as atividades por tipos de utilizadores pode ser uma forma de selecionar diferentes atividades que permitam alcançar todos os tipos de visitantes (exploradores, colaborativos, competitivos e criativos) - consultar secções 4.2 e 5.1. Nos testes com utilizadores não foi relevante a idade do visitante, pois participantes de todas as idades demonstraram interesse pelas atividades, sendo possível afirmar que o que pode condicionar o interesse dos visitantes é o conteúdo apresentado. Nesse sentido, foi importante na investigação identificar os princípios relacionados com o envolvimento do visitante com a matéria científica - consultar secção 5.3.

Neste estudo, foi possível alargar o conhecimento sobre os visitantes com um questionário online, que permitiu perceber a perceção que estes têm sobre a utilização da AR em museus - consultar capítulo 3. A análise de um modelo de aceitação tecnológico (TAM) revelou-se fundamental para identificar a pertinência da implementação desta tecnologia neste contexto. Demonstrou que ainda estamos numa fase inicial pois muitos dos inquiridos ainda não tinham experimentado a tecnologia. No entanto, demonstraram muito interesse na sua implementação. Este questionário permitiu identificar as vantagens e desvantagens sinalizadas pelos visitantes. Consideramos que as desvantagens apontadas nos traçam caminhos para encontrarmos novas soluções tecnológicas que os resolvam. As limitações prendem-se com o suporte e o meio de acesso. As preocupações dos inquiridos, de acesso à Internet e armazenamento no seu dispositivo móvel podem ser resolvidas com o acesso à Internet através uma rede de Wi-Fi livre, e a possibilidade de acesso às aplicações através do *browser*, evitando “downloads” e instalações de *APPs* no dispositivo móvel. As vantagens

estão ao nível da emoção e da perceção de utilidade, ou seja, ao nível do utilizador e do conteúdo.

Uma das grandes preocupações dos museólogos é a de criarem ferramentas que permitam não só chamar a atenção para os objetos expostos, mas também proporcionar uma “leitura” destes. O envolvimento com o conteúdo científico pode aumentar ou retirar o interesse dos visitantes. Nesta investigação, trabalhamos em conjunto com os museólogos na curadoria da informação. Estes têm um papel fundamental na seleção dos objetos e locais, bem como na transmissão da narrativa, que pode ser ampliada se recorrermos à ludificação.

Nesta investigação recorreu-se a *workshops* de design de jogos para desenhar *experiências* de visita que utilizavam a tecnologia de AR existente (com o sistema de *beacons*), e que se revelou numa metodologia eficaz. Esta permitiu o envolvimento dos museólogos e informáticos no processo, bem como alguns dos participantes que inicialmente se mostravam pouco entusiasmados, tendo revelado posteriormente nos testes com utilizadores que tinham ficado muito satisfeitos com o processo e que acreditavam que estas soluções aumentavam o interesse do público. Se existia alguma dúvida inicial que este tipo de tecnologias poderia não se integrar numa visita guiada, ficou esclarecido que os conteúdos utilizados seriam muito úteis como ferramentas de apoio às visitas guiadas. Pelo que foi possível concluir que é muito importante o trabalho de seleção e de implementação deve incluir toda a equipa envolvida nas visitas. Estes são uns interlocutores fundamentais para o sucesso da implementação de uma qualquer nova tecnologia num Museu. O seu conhecimento do público e a perceção dos conteúdos e narrativas que melhor se adaptam a este tipo de soluções, permitiram rapidamente prototipar uma aplicação.

Esta metodologia permitiu responder à questão de investigação - *Como pode o Design promover os espaços museológicos a espaços laboratoriais, focados na experimentação e na coautoria de novos conteúdos?*

Estes *workshops* transformaram o museu em espaço laboratorial, e a metodologia implementada revelou-se eficaz, sendo possível replicar com outro tipo de participantes (em grupos de visitantes). A metodologia tem várias etapas que podem ser consultadas na secção 4.2.3. Tem início no museu, com uma visita à exposição, onde os participantes podem ambientar-se com os locais de implementação das atividades. Nestes locais devem ser realizados jogos de “quebra-gelo”¹⁶¹, que permitem uma aproximação dos participantes e

¹⁶¹ A atividade de *quebra-gelo* é comumente apresentada como um *jogo* para “aquecer” o grupo, tem o objetivo de ajudar os participantes a conhecerem-se e desenvolverem uma certa apatia.

alterar a forma como estes interagem com o espaço, criando um ambiente propício para que as equipas pensem “fora da caixa”. Devem ser apresentadas aplicações que demonstram a potencialidade da tecnologia, para que todos tenham uma perceção das suas características. Num outro espaço, as equipas organizam-se e realizam um *brainstorm*, que lhes permite expor e debater ideias. Estas ideias são confrontadas entre os membros das equipas e segue-se a seleção dos materiais de apoio ao desenho de jogos. Estes materiais ajudam a idealizar e a desenhar *mockups* com conteúdos. Após a idealização rápida, é possível apresentar a ideia do jogo a todos os participantes e debater essas ideias. De seguida, pode recorrer-se a aplicações de prototipagem que podem ser testadas no local pela equipa. No final do *workshop* deve ser apresentado e testado por todos os participantes.

Este tipo de atividades permite ao museu, conhecer melhor os seus visitantes e conhecer novas formas de transmitir os seus conteúdos.

6.1.2 Implementar aplicações de AR e jogos

Este resultado relaciona-se com o objetivo 2 da investigação: *Definir princípios de como os jogos baseados na localização e tecnologias de realidade aumentada podem promover uma experiência lúdica.*

As aplicações com jogos e AR podem promover uma experiência lúdica aos visitantes se contribuírem para transmitir a mensagem do museu de uma forma divertida, e se incluírem o acesso a informação “extra” que apenas pode ser transmitida através da tecnologia. Para desenvolver esse tipo de aplicações é muito importante a seleção dos locais e os conteúdos a implementar. É necessário um entendimento da tecnologia, para que esta não se sobreponha à visita, consistindo numa mais-valia, e que possa ser usada para cativar o utilizador. É o factor “wow”¹⁶² que é necessário manter em cada experiência, e que se pode perder se houver uma repetição de mecânicas de jogo, como por exemplo se tivermos muitas atividades com *selfies*, esta perderá todo o interesse, mas se em vez disso preparamos um cenário interessante e termos apenas uma experiência de *selfie*, esta já terá o impacto que gostaríamos.

¹⁶² O factor “wow”, é uma qualidade ou característica de algo que faz as pessoas se sentirem impressionadas e entusiasmadas, é uma boa surpresa. Pode muitas vezes ser difícil de acontecer mais que uma vez e está muito relacionada com as expectativas do visitante.

O percurso é também um desafio, pois podemos ter um percurso pré-definido com pontos de interesse que se desenvolvem em termos narrativos, ou termos um percurso livre em que os pontos se interligam de modo não linear. Os percursos definidos podem ser frustrantes para os visitantes regulares, no entanto é necessário pensar sempre num fio condutor da experiência, mesmo que esse seja por exemplo o colecionar “cromos” e chegar ao final com um álbum completo.

O número de pontos em que existem experiências também é importante para não retirar o interesse, quer da aplicação, quer da visita. Não só pelo tempo que podem demorar cada uma, mas também a experiência no total. Assim, a aplicação deve notificar o visitante do tempo de duração da visita. Deve-se validar com testes com utilizadores o tempo de cada atividade, e perceber se é adequado.

Para o acesso às experiências deve ser usado um sistema simples, que não interfere com a visita por obrigar o visitante a olhar para o telemóvel, como por exemplo uma notificação por vibração que pode ser ativada por GPS (no exterior) ou sistemas de *beacons* (no interior), permitindo o mínimo de intrusão visual possível com o espaço museológico. Nos espaços exteriores, pode ser usada uma notificação áudio juntamente como *feedback* háptico.

A solução deve manter o interesse no objeto museológico, e integrar os conteúdos de forma a conseguir uma observação mais atenta e ampliando o olhar com sobreposição de conteúdos. A AR acrescenta a possibilidade de contextualizar o objeto no seu tempo e espaço, como por exemplo colocar uma ânfora numa cozinha romana. Pode também ajudar ou perceber qual o animal do esqueleto em exposição ou mesmo dar acesso a informação que não é perceptível a “olho nu”, como a sobreposição de uma imagem de raio-X para perceber aspetos escondidos numa pintura.

Pode-se melhorar o entendimento de um objeto que está numa vitrine se dermos acesso à visualização da sua imagem em 360°. Esta é uma atividade cativante que permite aumentar a informação visual e descobrir pormenores apenas perceptíveis deste modo. Nos exemplos explorados nos casos de estudo foi possível validar que os jovens gostaram de manipular a imagem 360° e, no caso dos potes todos tentaram ver o que estava dentro.

Podem ser utilizadas atividades que impliquem identificar algo no objeto, mas essa identificação deve ser pensada de forma que o que é descoberto seja importante para o entendimento ou que fique na memória. Nos casos de estudo foram usadas imagens com metades dos objetos para que encontrassem a outra metade e tirassem uma fotografia, esta

atividade revelou-se muito interessante para todas as idades e permitiu motivar um olhar mais atento.

A utilização de réplicas permite a manipulação e acesso ao objeto para os invisuais, mas também é muito gratificante para todos os outros visitantes pois ativa a memória através de outros sentidos como o tato e o olfato. Dá uma sensação de proximidade e permite o desafio de encontrar o objeto nas vitrines quando estas estão com muitos objetos, o que traz a esse objeto mais destaque e um maior envolvimento do público.

As réplicas digitalizadas e reproduzidas em impressão tridimensional, revelaram ser um excelente mecanismo de criar empatia com a peça exposta. Caso tenham apenas uma cor, o utilizador é despertado a ir procurar nas vitrines a sua verdadeira aparência, pelo que não é relevante a dimensão, mas sim a forma. Estas réplicas quando são manipuladas podem dar acesso a informação áudio. No caso de estudo do Museu da Farmácia foi usado um mecanismo que, ao levantar a peça, iniciou a locução. Este áudio deve ser difundido através de um sistema *sound dome*¹⁶³ ou através de auscultadores para não perturbar os outros visitantes.

A linguagem utilizada nas aplicações deve ser simples e dirigida ao tipo de público a que se destina. Não é necessário infantilizar quando esta se destina às crianças, mas deve ser de entendimento comum, pelo que quando se usa linguagem mais científica, esta deve ser explicada. Deve existir sempre nas aplicações a possibilidade de narração, para que aumente o acesso a mais utilizadores. Se houver narração, deve também existir texto correspondente, e quando se pretende comunicar com um invisual, os conteúdos devem passar por uma validação de um especialista.

Em termos narrativos pode-se recorrer ao *storytelling* para transmitir uma mensagem que sirva de fio condutor entre os diferentes pontos de atividades. Para cativar o público deve-se perceber qual a melhor maneira de o fazer. De um modo geral, o mais interessante é aquilo que nos ativa a memória, o que nos liga àquele objeto. São as curiosidades, é a parte sentimental que cativa um olhar atento, e apela à criatividade.

¹⁶³ É um sistema de autofalante direcional, com o formato de uma cúpula transparente que emite som apenas no local, como exemplo pode ver a página da empresa: <https://www.browninnovations.com/portuguese-sound-dome-quick-install> Acedido a 5 de junho de 2021.

Na seleção dos pontos de interesse é importante ter em conta os diferentes públicos que podem ter acesso, e perceber se crianças ou pessoas com mobilidade reduzida conseguem visualizar os pontos escolhidos. É necessário ter a perceção que ao escolhermos determinado objeto para uma atividade, esse vai ganhar primazia em relação aos outros em exposição.

No design da interface é necessário ter em conta questões de acessibilidade digital, como permitir o recurso às tecnologias de acessibilidade que os dispositivos dispõem, como leitores de ecrã e alteração de tamanhos de fonte ou definições de contraste. O recurso a uma navegação amigável e a utilização de regras de usabilidade validadas por testes com utilizadores é também essencial.

A comunicação entre visitantes é importante numa visita e poderíamos pensar que a utilização de uma aplicação poderia alienar o visitante. Mas tal não foi verificado nos casos de estudo com grupos, porque o dispositivo móvel é um elemento mediador da comunicação. Os utilizadores usam-nos para “mostrar” imagens e vídeos para obterem uma reação de quem os acompanha, servem para socializar. Isto acontece em diversas atividades como: atividades que promovem a procura no local, atividades em formato de vídeo em que é pedida uma opinião, atividades em que é pedido que tirem fotografias com o objeto, tudo isto é cativante e fica na memória. Em suma, se uma aplicação tiver atividades desenhadas para promover a socialização, esta promove a comunicação e transmissão do conhecimento científico entre pares.

As experiências com AR e jogos relacionam-se com o ato de jogar no local, onde o interesse e o envolvimento são impulsionados pela narrativa e pelo conteúdo, mas também pelo espaço ao redor. Esta narrativa dá sentido à solução tecnológica a adotar. É fundamental fazer esta curadoria temática de uma forma criteriosa, pelo que as equipas que o fazem devem ter conhecimentos na área dos media digitais e devem ser apoiados pela equipa que detém o conhecimento da mensagem (a equipa do museu), para que o conhecimento seja transmitido de uma forma científica, mas divertida. Isto porque a leveza da mensagem poderá alcançar mais facilmente a memória e atrair os jogadores que se envolvem no jogo sem se aperceberem de que estão a aprender.

6.1.3 Resultados esperados com a utilização de AR e jogos

Este resultado relaciona-se com o objetivo 3 da investigação: *Encontrar meios e métodos para motivar os visitantes a participar e torná-los mais envolvidos com os espaços museológicos.*

É importante para os museus acompanharem a sociedade, quer nas suas necessidades culturais e criativas, quer nas novas formas de comunicar e divulgar. A implementação de soluções que acompanhem as pretensões dos visitantes têm grande impacto e são um grande fator de atração. Nos casos de estudo em que foram implementadas aplicações com a tecnologia proposta, houve uma forte perceção de que esta promovia o museu para o exterior, através da partilha de imagens assim como na divulgação das experiências presenciadas.

Quando o público foi questionado sobre quais os impactos que esta tecnologia poderia trazer na atração de novos visitantes, este revelou que considerava muito cativante porque os fazia “agir” e não ter apenas uma relação contemplativa com os objetos. As atividades são importantes porque captam a atenção e aumentam o interesse. Ao observarmos o tempo de visita de visitantes sem atividades exploratórias, comparando com as que têm atividades, é notório que o tempo de permanência na exposição era consideravelmente menor.

Nas visitas que acompanhamos com adultos e crianças, de diferentes idades, foi evidente que o dispositivo móvel é um elemento que medeia a comunicação, e as atividades ajudam a manter o foco na visita. Observou-se que as crianças pequenas (e agitadas) se entusiasmaram e mantiveram a atenção quando lhes era proposta determinada atividade. Os mais curiosos procuravam pormenores nas imagens de 360°, mas também gostavam de “brincar” com a tecnologia, como no caso de estudo 2 na atividade do esqueleto, onde era possível manipular a imagem de um tubarão em 3D, nesta animação os adolescentes faziam *zoom* na sua boca.

No caso de estudo 3, na aplicação do *Flo[RA]* (2021) no Jardim Botânico do Porto, foi acrescentada uma nova componente de AR, que pretendia alcançar o público criativo e colaborativo. Esta consistiu na manipulação de autocolantes em AR sobre um “suporte” real e permitiu a criação de composições com folhas desenhadas do tipo autocolantes e também as folhas da Galeria da Biodiversidade e colecionadas no jogo. Também era possível “lançar” (selecionar o local) onde gostaríamos de fazer crescer uma árvore em 3D e depois compô-la

com folhas. Esta aplicação teve bons resultados e indicou que o público gosta de se inspirar naquele espaço.

Estas experiências tecnológicas atraem os visitantes, nomeadamente os jovens e as famílias que utilizam os dispositivos móveis como meio mediador da sua comunicação. Nas visitas tradicionais aos museus já é usual a utilização dos dispositivos móveis para partilhar imagens e acederem a informação que não está na exposição. Nesse sentido, a disponibilização de uma experiência de visita mediada por um dispositivo móvel oferece a possibilidade de acrescentar atividades lúdicas que podem ser realizadas em conjunto, oferecendo novas formas de “ver” os objetos. Nas experiências dos casos de estudo com grupos, pudemos observar que quando dois visitantes têm a mesma aplicação, procuram logo a competitividade. Esta pode aumentar o interesse, como foi verificado no caso de estudo 3, em que duas pessoas podiam fazer percursos diferentes no jardim e naturalmente competiram para ver quem terminava primeiro. Esta situação é divertida, mas pode ser prejudicial à aprendizagem, porque há um foco no sucesso em vez da contemplação do espaço. Pelo que os museus têm que ter algum cuidado com o tipo de competitividade que possa existir num jogo no interior de um museu, pois têm que ter em atenção que este não seja um factor perturbador para os outros visitantes.

Estes resultados desta investigação permitiram estabelecer princípios para designers e museólogos para a implementação de experiências com jogos pervasivos de AR em museus, que foram organizados na *framework* – Jogar o Museu / *Play the Museum* que pode ser consultados no capítulo 5.

6.2 Contribuições

Esta investigação teve contribuições nas áreas da design e museologia, não só através de participação em conferências internacionais com comunicações e participações em *workshops* e seminários, mas também com a publicação de artigos.

No campo da disseminação da investigação científica, fomos convidados a fazer um módulo de formação online, para um projeto internacional de formação de profissionais de museus, Mu.SA project (<http://www.project-musa.eu>). Esta formação consistiu na preparação de conteúdos teóricos para a temática da história e tendências das tecnologias de inovação e comunicação. Para esta formação, foram preparadas um conjunto de aulas com exercícios

práticos relacionados com o estado da arte desta investigação. Este módulo foi disponibilizado em quatro línguas, português, inglês, grego, italiano e teve uma grande adesão.

Relativamente à diversificação de públicos para os museus, a experiência multissensorial no Museu da Farmácia revelou ser um outro caminho a seguir. O Museu mostrou-se interessado na investigação e pretende avançar com uma solução mais permanente. O factor mais preponderante foi o da inclusão. Sendo inclusivo no acesso a quem tem dificuldades de visão, mas também foi um factor de inclusão para todas as gerações. A solução de manipulação de réplicas impressas em 3D aliadas a atividades exploratórias das vitrines tornou-se modelo a seguir. Na exploração das vitrines foram importantes as atividades de manipulação de imagens em 360°, a inclusão de jogos e a utilização de AR.

Nas áreas artísticas e criativas, poderá ser disponibilizada para o público a proposta do jogo de AR das folhas na Galeria da Biodiversidade e no Jardim Botânico do Porto. Este projeto levantou grande entusiasmo por parte do público e equipa do Museu, no entanto deverá sofrer algumas alterações que surgiram após os testes. O jogo tem três momentos diferentes, um primeiro de identificação/coleção de folhas que implica muita atenção, seguido de um momento físico de procura das respetivas árvores no jardim e um terceiro momento de calma, o momento criativo, em que o visitante é convidado a fazer uma composição com as folhas colecionadas e a partilhar. Verificou-se que pelo facto desta aplicação ser despoletada a seguir a um jogo físico, que poderia ser difícil de equilibrar um momento de possível agitação com um outro de calma e criação. São duas aplicações que consideramos que podem ser disponibilizadas em separado. Ambas têm como objetivo a comunicação de ciência e utilizam os mesmos conteúdos: as árvores e as folhas. Podem ser utilizadas em momentos diferentes e a aplicação de composição em AR pode ser usada fora do museu, num outro ambiente e com mais elementos que permitam uma maior diversidade de composições. Em termos de divulgação do museu pode ser um meio interessante pois a partilha de “objetos” proveniente daquele espaço, traz consigo parte da experiência vivida.

Esta tese disponibiliza, na secção 5.4, uma *framework – Play the Museum* – para designers e museólogos seguirem princípios que se aplicam no processo de desenvolvimento de uma aplicação móvel com jogos e AR. Para isso, pode ser usada uma *checklist* que se encontra na secção 5.5.

Foram realizados *workshops* de criação de jogos durante o caso de estudo 2, estes revelaram-se muito eficazes no apoio às equipas dos museus na idealização e discussão de

soluções tecnológicas que utilizam jogos. Todo o processo pode ser replicado noutras instituições com a ajuda do material de apoio que está no Anexo D com as indicações que podem ser consultadas na secção 4.2.4. Este também pode ser usado com outro tipo de participantes.

No decorrer desta tese tive a oportunidade de participar em conferências nacionais e internacionais, onde apresentei o meu trabalho e participei em *workshops* e *gamejam's* nacionais e internacionais. Redigi artigos científicos para conferências e jornais *online* que estão apresentados numa lista de publicações que pode ser consultada no Anexo F.

6.3 Limitações

A metodologia aplicada nesta investigação foi o DBR, esta tem como características ser pragmática, interativa, flexível, integradora e como fundamentação utiliza documentação proveniente de vários tipos de fontes. Por ser pragmática, esta pesquisa interage com a prática, e tem como intenção solucionar problemas reais, usados como casos de estudo, e testados pelos visitantes do museu em contexto real. Com isto em mente, pode-se levantar um problema contextual uma vez que os resultados de pesquisa estão inseridos num contexto particular de um museu e, mesmo tendo sido utilizados vários tipos de atividades, não é possível evidenciar com esta pesquisa se a alteração de um museu de uma outra área temática, como por exemplo um museu de arte, teria os mesmos resultados. Pelo que teria sido importante testar este tipo de soluções neste tipo de museus.

Esta investigação, utiliza ferramentas de análise com testes com utilizadores, em que o investigador apesar de ter um papel de observador, teve por vezes um papel de facilitador. Nesse sentido, o projeto Flo[RA] deverá numa fase posterior de testes, utilizar mecanismos de validação que não incluam a presença de um facilitador, para isso podem ser usadas ferramentas de "eye tracking" e câmaras no exterior. Este tipo de testes deveria ter resultados muito interessantes pois torna a avaliação mais natural, ou seja, mais próxima de uma visita em contexto real.

A metodologia DBR é iterativa, pelo que implica vários ciclos de refinamento. O caso de estudo do Museu da Farmácia precisa de um novo ciclo de refinamento em que se poderia usar tecnologia que não existia no local, como *beacons* e auscultadores. Prevê-se que esta mudança de tecnologia possa ter influência nos resultados ao nível da interação entre

visitantes. Neste sentido deveriam ser realizados mais testes, que não foram possíveis realizar no tempo de escrita desta tese.

Esta metodologia DBR, implica várias iterações, o que é gerador de muitos dados, entre eles dados qualitativos, oriundos de entrevistas que pela sua natureza dependem da interpretação do investigador, que tem o papel de os analisar segundo a sua perspetiva. Nesse sentido teria sido vantajoso que esta análise fosse realizada por mais que um investigador, o que não ocorreu na fase da análise das entrevistas e nos testes com utilizadores, nomeadamente no caso de estudo do Museu da Farmácia, em que os dois investigadores que estavam no campo não tiveram oportunidade de o fazer no tempo de execução das duas teses. Tal situação teria sido muito vantajosa pois podíamos ter realizado estudos comparativos.

Os dados recolhidos tiveram várias origens, essencialmente decorreram de casos de estudo e a sua análise teve uma combinação de métodos (inquéritos, avaliação de peritos, entrevistas) estas múltiplas fontes têm implicações na validação da sua objetividade e na aplicabilidade da investigação noutros contextos. Nomeadamente na validação da *framework Play the Museum*, que resultou dos dados recolhidos nos casos de estudo, pelo que seria importante testar a sua operabilidade num novo caso de estudo.

O processo de design participativo resulta da interação entre os participantes, que têm uma visão própria do mundo com uma determinada intenção. Nesse sentido a *framework* de criação proposta nos *workshops* destina-se apenas a orientar o processo de design, podendo ou não funcionar noutros contextos. Cientes disso, estava previsto para esta investigação a realização de *workshops* no Museu da Farmácia, que serviam para validar a metodologia utilizada na GB, tal não foi possível devido ao COVID-19.

Esta pandemia também limitou o número de entrevistas que foi possível realizar nos casos de estudo, nomeadamente no último, não só pelo tempo que as instituições estiveram fechadas, mas também pela dificuldade em arranjar voluntários para as entrevistas. Esta situação tornou esta prática muito complicada para os investigadores, principalmente quando estas têm que ser realizadas no local da investigação, como neste estudo.

As limitações referenciadas podem trazer novas questões de investigação para o trabalho futuro.

6.4 Trabalho futuro

A atração pelo telemóvel é transversal às idades e os mais jovens têm dificuldades em se afastarem dele, pois utilizam-nos para explorar o mundo e comunicá-lo como se fossem uma extensão do seu corpo. Pelo que a utilização dos telemóveis nas visitas é inevitável e pode ser aproveitada para passar a mensagem que o museu pretende. Esta atração pode ser utilizada nas atividades dos museus, em *workshops* de criação de jogos, destinados a jovens, tornando os espaços museológicos em espaços laboratoriais, focados na experimentação e na participação na criação de soluções tecnológicas cativantes para esta faixa etária. É expectável que a inclusão deste público na criação de jogos, em workshops possa trazer novos resultados, essencialmente ao nível das mecânicas de jogo e da narrativa.

Nesse sentido, foi proposto um novo projeto para a GB, que está integrado no projeto desenvolvido com os museólogos e informáticos da UP de monitorização dos *beacons* implementados neste museu. Foi proposto a esta instituição uma evolução do sistema atual. Trata-se de um sistema de *backoffice* que permitirá às escolas disponibilizar os conteúdos criados em sala de aula ou em *workshops* que se destinam a ser visualizados no local, durante as visitas de estudo destes estudantes. O sistema permite selecionar o POI pretendido e adicionar conteúdos através de uma hiperligação. Podem ser criadas atividades “individuais” ou organizadas num percurso de visita. O sistema implica uma autenticação por perfil e uma avaliação e organização de atividades por etiquetas. No futuro, é previsível que esta ferramenta venha a trazer resultados muito interessantes. O público mais criativo vai se sentir entusiasmado quando o conteúdo que criou aparecer no seu telemóvel quando fizer a visita. Para o museu, vai ser importante porque vai ter acesso a novas perspetivas de comunicar os conteúdos, criadas pelos visitantes, aumentando o entusiasmo e a partilha. Um outro ponto importante é o de promover a experimentação tecnológica num espaço universitário, onde este objetivo faz parte da sua missão.

Esta ferramenta de autoria pode trazer resultados muito interessantes relativos à participação das escolas nestes espaços e ao nível da escolha dos objetos da coleção e das relações que podem ser estabelecidas com os conteúdos escolares. Mas também pode sugerir atividades performativas e artísticas. Poderão estabelecer-se novas sinergias entre as escolas e o museu, acrescentando sempre novas formas de interagir com a coleção, tornando as visitas escolares em momentos de experimentação. Esta abertura dos museus à comunidade, validando a sua participação na transmissão de conhecimento, pode contribuir com novas abordagens ao nível da comunicação de ciência.

Nos casos de estudo apresentados nesta investigação, foram utilizadas três formas de acesso à AR, através de *beacons*, GPS e reconhecimento de imagem. Esta combinação de tecnologia mostrou ser uma solução viável quando se pretende uma relação entre o que está exposto num museu e o mundo real. Esta solução pode ser replicada em museus de Arqueologia, em que na maioria das vezes temos um centro de interpretação que alberga o património móvel e um espaço ao ar livre de onde as peças provêm. Nesse sentido, é possível melhorar o entendimento do visitante contextualizando a peça no local. Também pode ser usada em museus do Território, pois estes museus têm espólio que representa o espaço envolvente, sendo possível contextualizar as peças nos locais relacionados com o objeto ou documento, por exemplo, utilizar postais antigos que estão no Museu e apresentá-los em AR nos locais de origem das imagens. Estas experiências são apenas exemplos de aplicabilidade, mas com estas tecnologias e a AR é levantada a hipótese de termos acesso aos conteúdos contextualizados no espaço e sermos transportados através do *telemóvel* até outros tempos.

Esta investigação foi realizada em dois museus com abordagens expositivas distintas, pretendendo-se agora utilizar a mesma abordagem metodológica num contexto de um museu de arte. Neste tipo de museu, seria possível abordar a cocriação como recurso a ferramentas digitais de criação em AR, e transportar o Museu para novos espaços. Estas ferramentas podem ser usadas em casa, relembrando a visita ou na rua, deixando uma pegada artística, ainda que só seja experienciada através de AR.

Nesta investigação alguns princípios, que enumeramos nos casos de estudo e que vêm da prática, não entraram na *framework* porque estas questões não foram passíveis de validação nos casos de estudo no tempo desta investigação. No entanto, são questões que merecem um estudo mais aprofundado. Estes pontos estão relacionados com o design, a narrativa, a usabilidade e a acessibilidade.

1- ACESSIBILIDADE DIGITAL EM JOGOS E AR

No design da interface é necessário ter em conta questões de acessibilidade digital, como permitir o recurso às tecnologias de acessibilidade que os dispositivos dispõem, como leitores de ecrã, alteração de tamanhos de fonte e definições de contraste e daltonismo. O recurso a uma navegação amigável e a utilização de princípios de usabilidade devem ser validados por testes com utilizadores.

2- DESIGN E LINGUAGEM DIRIGIDA AO PÚBLICO (DIFERENÇAS ENTRE PÚBLICOS)

Estudar o tipo de linguagem, consoante o público. Validar se uma linguagem mais simples (infantil) traz vantagens para um público mais jovem (nomeadamente a partir dos 7 anos). Identificar uma linguagem mais universal para explicar conteúdos científicos, nomeadamente para ser usada em museus de ciência.

3- TIPO DE NARRATIVAS

Identificar diferentes tipos de narrativas com o intuito de cativar o público e apelar à memória dos visitantes. Tentar perceber os princípios comunicacionais que devem ser encontrados na mensagem que nos liga ao objeto. Normalmente, as curiosidades são um bom atrativo, mas também as questões sentimentais e humorísticas também cativam um olhar atento.

4- INTERAÇÃO COM A AR

Estudar o design de aplicações que implicam uma interação com o real. Estas ferramentas possibilitam novas formas de expressão e comunicação, e permitem deixar um contributo artístico num espaço, ainda que apenas virtualmente. Podem sugerir novas formas de intervenção e participação da população.

5-TECNOLOGIAS INCLUSIVAS

Estudar a relação entre visitantes com necessidades especiais e os seus acompanhantes, estabelecendo princípios para soluções tecnológicas que promovam a inclusão deste público nos museus.

6.5 Considerações finais

Quando iniciamos este estudo, a tecnologia de AR em 2017, era uma tecnologia em ascensão, de acordo com o *Gartner's Hype Cycle*.¹⁶⁴ Passado este tempo, é possível nos questionarmos se as expectativas que precederam a loucura do *Pokemon GO* (2016), em que multidões por todo o mundo andavam à caça de seres virtuais, se esmoreceram, ou se vivemos uma nova fase desta tecnologia. Como nos foi possível identificar, esta temática foi ganhando mais interesse ao longo dos últimos anos, quer na área da educação, quer na área da museologia. Surgiram programas *online* que permitem desenvolver aplicações por utilizadores sem conhecimentos de programação, e os principais motores de jogo

¹⁶⁴ A metodologia do *Gartner Hype Cycle* apresenta uma visão de como uma tecnologia ou aplicação irá evoluir ao longo do tempo.

disponibilizam agora ferramentas que tornam o desenvolvimento de aplicações com AR bastante mais simples. Esta abertura do código e do conhecimento confere assim a esta tecnologia um caminho promissor.

O sector dos museus viu um grande potencial na utilização de aplicações de AR-VR nas artes e cultura como foi demonstrado nesta investigação. É evidente que não se avançou numa generalização, e que houve um abrandamento a curto prazo, mas durante estes últimos 5 anos, foi possível estudar a tecnologia e perceber como a podemos implementar. De facto, a pandemia COVID-19 (que nos atingiu nos últimos dois anos) serviu para acelerar a AR a tal ponto que agora deixou oficialmente o ciclo de ascensão, ganhando mais terreno nos últimos dezoito meses do que talvez tenha feito nos cinco anos anteriores. Pelo que, a conclusão que podemos tirar é que a AR é agora considerada uma tecnologia que está num estado de maturidade. Ou, para utilizar a própria explicação de Gartner, passou de uma *tecnologia a observar* para uma *tecnologia a utilizar*.

De facto, surgiram conferências com a temática exclusiva da AR-VR nos museus. Isto porque, os museus foram palco de investigação da aplicação destas tecnologias, não só por necessidade de se abrirem à sociedade, mas também porque veem as possibilidades de melhorarem a comunicação e divulgação das suas coleções. Foi assim possível às equipas dos museus trabalharem com designers e equipas de programação, e terem a oportunidade de experimentar a AR e explorarem diferentes formas de melhorar e complementar a experiência tradicional de visita. Sem o investimento em *hardware* necessário para a VR, a AR é vista como mais simples e menos dispendiosa, pois faz uso do hardware já existente no telemóvel do visitante. Com o simples *download* de uma aplicação, digitalização de um código QR, ou um outro ponto de acesso (*Beacons*, GPS, visão computacional), a AR pode ser incorporada em qualquer experiência de museu ou visita virtual. E é esta característica que tornou agora a AR particularmente apelativa à medida que as instituições olham para o futuro pós-COVID. Num ambiente em que as experiências de visitantes sem contacto são procuradas através da venda de bilhetes, compras em lojas, visitas guiadas e experiências em exposições, o valor da AR em apoiar tanto as visitas presenciais como em contribuir para o conteúdo online, está já a crescer. Começou já um novo sector económico, em Portugal e no Mundo aumentaram as empresas que disponibilizam este tipo de produtos.

A tecnologia de AR e VR tendem a fundir-se, e em termos de utilização pública, apesar de ainda estar no início, pudemos já avançar para um novo termo que já começa a se difundir, o XR (*extended reality*), ou realidade mista. Se existe diferença entre AR e VR em termos de acesso, a AR deve ser considerada como uma versão "alternativa" da realidade, enquanto a VR é uma experiência concebida para afastar o utilizador da sua realidade contextual para

um lugar completamente diferente. É a versão 'alternativa' da realidade que torna a AR mais flexível quando considerada como parte de um conjunto de ferramentas de apoio aos museus. A AR pode acrescentar novas camadas ao que o utilizador já pode ver, ajudando assim a atingir um dos principais objetivos de qualquer museu: uma experiência estratificada para ver, ouvir e sentir.

Para os museus, a camada extra de AR representa uma dimensão adicional na qual é possível fornecer informação complementar ou suplementar, novas ideias, experiências e elementos interativos. É uma oportunidade de acrescentar ao mundo real elementos que até ao momento apenas existiam confinados a um espaço. Podemos com a AR criar novas formas de visitar os museus, e melhorar o envolvimento com os objetos do museu, ao nível da informação e entretenimento com a inclusão de técnicas de ludificação. Mas a visita também pode ultrapassar o limite físico do museu, e este pode ser vivenciado num outro local, contextualizando os objetos nos seus locais de origem, trazendo uma nova abordagem interpretativa. Também é possível vivenciar as obras de uma forma lúdica e centrada na comunidade, levando as que estão dentro dos museus até ao espaço exterior, disponibilizando ferramentas que permitam a cocriação com essas obras.

Consideramos que estas novas abordagens podem ajudar os museus a encontrar novos públicos, e também irão por certo captar o interesse de todos, reconduzindo o museu à sua essência, a um espaço de inspiração.

BIBLIOGRAFIA

- Acquarone, Eduardo. 2018. "Realidade Virtual: Passado Lisérgico, Futuro Distópico, Presente Alienante | by Eduardo Acquarone." Medium. 2018.
<https://medium.com/@educuarone/realidade-virtual-passado-lis%C3%A9rgico-futuro-dist%C3%B3pico-presente-alienante-3b68fe5647f>
- Alexander, Jane, Lori Wienke, and Phillip Tiongson. 2017. "Removing the Barriers of Gallery One: A New Approach to Integrating Art, Interpretation, and Technology." In *MW17: MW2017*, edited by MW 2017, 1–48. <https://mw17.mwconf.org/paper/removing-the-barriers-of-gallery-one-a-new-approach-to-integrating-art-interpretation-and-technology/>
- Alckmin, Geraldo, Marcelo Mattos Araújo, and José Roberto Sadek Secretário Adjunto. 2016. "Conceitos-Chave Da Educação Em Museus - SISEM SP." <https://www.sisemsp.org.br/blog/wp-content/uploads/2016/04/Bases-para-a-Política-Nacional-de-Museus.pdf>.
- Amélia, Ana, and A Carvalho. 2020. *Aplicações Para Dispositivos Móveis e Estratégias Inovadoras Na Educação*. <https://docplayer.com.br/191236447-Ana-amelia-a-carvalho-org.html>
- Ana Basso, Felipe Becker, Conxa Rodà, Ana Basso, Felipe Becker, and Conxa Rodà. 2017. "Crowdsourcing Content and Improving Visitors Participation: A Case Study of Unique Visitors Platform." In 2017. <https://mw17.mwconf.org/paper/crowdsourcing-content-and-improving-visitors-participation-a-case-study-of-unique-visitors-platform/>
- Anastasiadou, Despina, and Petros Lameraras. 2016. "Identifying and Classifying Learning Entities for Designing Location-Based Serious Games." In *2016 11th International Workshop on Semantic and Social Media Adaptation and Personalization (SMAP)*, 133–38. Piscataway, NJ, USA: IEEE. <https://doi.org/10.1109/SMAP.2016.7753398>.
- Andersen, Peter Bøgh. 2002. "Pervasive Computing and Space." In, 133–52. https://doi.org/10.1007/978-0-387-35611-2_9.
- Andresen, Sophia de Mello Breyner. 1966. *O Rapaz de Bronze*. <https://www.wook.pt/livro/o-rapaz-de-bronze-sophia-de-mello-breyner-andresen/14875028>
- Arango, Jeferson, Luis F Castillo, Francisco Luis, Gutiérrez Vela, Jeferson Arango-López, Cesar A Collazos, and Francisco Luis Gutiérrez Vela. 2017. "A Systematic Review of Geolocated Pervasive Games: A Perspective from Game Development Methodologies, Software Metrics and Linked Open Data." <https://doi.org/10.1145/3364138.3364167>.
- Asmus, Kristin Nicole. 2016. "A System of Applications for the Integration of BLE Beacons in Museums." <http://dspace.mit.edu/handle/1721.1/112820>.
- Bailey, Martin. 2021. "What It's like to Visit Museums Now—and How Covid-19 Has Fundamentally Changed Them Long Term." *The Art Newspaper*, 2021. <https://www.theartnewspaper.com/2021/05/26/what-its-like-to-visit-museums-nowand-how-covid-19-has-fundamentally-changed-them-long-term>

- Banerjee, S, S Agarwal, K Kamel, A Kochut, C Kommareddy, T Nadeem, P Thakkar, et al. 2012. "Rover: Scalable Location-Aware Computing." *Computer (USA)* 35 (10): 46–53. <http://dx.doi.org/10.1109/MC.2002.1039517>.
- Barab, S. A., M. Gresalfi, and A. Ingram-Goble. 2010. "Transformational Play: Using Games to Position Person, Content, and Context." *Educational Researcher* 39 (7): 525–36. <https://doi.org/10.3102/0013189X10386593>.
- Bartle, Richard. n.d. "Writing for MMP Game Development Virtual Worlds: Why People Play."
- Bates, M., M. Saridaki, E. Kolovou, C. Mourlas, D. Brown, A. Burton, S. Battersby, S. Parsonage, and T. Yarnall. 2015. "Designing Location-Based Gaming Applications with Teenagers to Address Early School Leaving." In *Proceedings of the European Conference on Games-Based Learning*, 2015-Janua:50–57.
- Bays, Ben. 2017. "The Power of Collaboration: Bridging the Digital Divide." The University of Texas at Austin. 2017. <https://sites.utexas.edu/appliedarts/the-power-of-collaboration-bridging-the-digital-divide/>
- Benito, María. 2014. "Estudio Exploratorio Sobre La Interpretación Didáctica Del Arte En El Museo a Través de Tecnologías Móviles." TDX (Tesis Doctorals En Xarxa). Universitat de Barcelona. <http://www.tdx.cat/handle/10803/134505>.
- Benoit-Bryan, Jen. 2020. "Culture + Community in a time of crisis." <https://culturetrack.com/research/reports/>
- Bitgood, Steve. 2010. "An Attention-Value Model of Museum Visitors." *Visitor At*, 1–17. https://www.academia.edu/9159214/An_Attention-Value_Model_of_Museum_visitors
- Björk, Staffan, Sus Lundgren, and Jussi Holopainen. n.d. "Game Design Patterns."
- Blake, Edward. 2018. "ArtLens: Museum App for the Cleveland Museum of Art." 2018. <http://www.edwardblake.net/artlens-20-museum-app/>
- Blythe, Mark, and Andrew Monk. 2018. *Funology 2. From Usability to Enjoyment (Second Edition)*. <https://doi.org/978-3-319-68213-6>.
- Busarello, Raul. 2016. "Gamification: Princípios e Estratégias." <https://www.pimentacultural.com/product-page/gamification-princ%C3%ADpios-e-estrat%C3%A9gias>
- Cabero-AlmenaAR, Julio, and Rosabel Roig-Vila. 2019. "The Motivation of Technological Scenarios in Augmented Reality (AR): Results of Different Experiments." <https://doi.org/10.3390/app9142907>.
- Camacho, Clara. 2017. "O Valor Económico Dos Museus: Templos Do Conhecimento, Máquinas de Entretenimento Ou Plataformas Participativas?" *BOLETIM ICOM Portugal N°8*, 2017. <https://icom-portugal.org/multimedia/Boletim%20ICOM%20Portugal%208%20Jan%202017.pdf>
- Cardoso, Pedro, Ricardo Melo, and Miguel Carvalhais. 2019. "Breaking the Hedonistic Loop: Meaning before Fun in Videogames." In *ACM International Conference Proceeding Series*, 1–4. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3359852.3359902>.

- Cardoso, Pedro. 2016. "Playing in 7D: An Action-Oriented Framework for Video Games." <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/82685>.
- Carmigniani, Julie, Borko Furht, Marco Anisetti, Paolo Ceravolo, Ernesto Damiani, and Misa Ivkovic. 2011. "Augmented Reality Technologies, Systems and Applications." *Multimedia Tools and Applications* 51 (1): 341–77. <https://doi.org/10.1007/s11042-010-0660-6>.
- Carvalho, Ana. 2016. *Museus e Diversidade Cultural: Da Representação Aos Públicos*. Edited by SA CALEIDOSCÓPIO – EDIÇÃO E ARTES GRÁFICAS.
- Carter, Kristen;, and Selina Zawacki. 2020. "Animal Crossing Art Generator Reaching a Broader Audience Using IIF Experiments.Getty.Edu/Ac-Art-Generator." Getty. <https://www.mendeley.com/reference-manager/reader/548841f0-97a2-3ccb-80e8-da4d8da920dd/7ca4d438-084d-073f-22a0-d963db00c895>.
- Castells, Manuel. 1999. *A Sociedade Em Rede*. São Paulo: Paz e Terra. https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/392268/mod_resource/content/1/ASociedadeEmRedesVol.I.pdf
- Cawston;, Rob, Daniel Efergan;, and Lindsey Green. 2017. "It's in the Game: Can Playful Digital Experiences Help Organisations Connect with Audiences in New Ways?" In *MW17: Museums and the Web 2017*. <https://mw17.mwconf.org/paper/its-in-the-game-can-playful-digital-experiences-help-organisations-connect-with-audiences-in-new-ways/>
- Cesário, Vanessa. 2019. "This Is Nice but That Is Childish ': Teenagers Evaluate Museum-Based Digital Experiences Developed by Cultural Heritage Professionals," 159–69.
- Cesário, Vanessa Quintal. 2020. "Enhancing museum experiences for teenagers through gamification and storytelling frameworks" <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/127648>
- Cesário, Vanessa, António Coelho, and Valentina Nisi. n.d. "'This Is Nice but That Is Childish': Teenagers Evaluate Museum-Based Digital Experiences Developed by Cultural Heritage Professionals" 19. <https://doi.org/10.1145/3341215.3354643>.
- Cesário, Vanessa, Marko Radeta, Sónia Matos, and Valentina Nisi. 2017. "The Ocean Game." In *Extended Abstracts Publication of the Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play - CHI PLAY '17 Extended Abstracts*, 99–109. New York, New York, USA: ACM Press. <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3130859.3131435>
- Cesário, Vanessa, António Coelho, Valentina Nisi, António: Coelho:, and Valentina Nisi. 2018. "Design Patterns to Enhance Teens' Museum Experiences." In *BCS Learning and Development Ltd. Vol. Proceeding*. <https://www.scienceopen.com/document?vid=8e78ba11-12c2-4d40-a759-d38b3bf82013>
- Charr, Manuel. 2019. "How Museums Are Using Minecraft to Gamify Learning Experiences." *Museum Next*. <https://www.museumnext.com/article/minecrafting-the-museum/>.
- Chou, Yu-kai. n.d. "Octalysis: Complete Gamification Framework - Yu-Kai Chou." Accessed May 9, 2021. <https://yukaichou.com/gamification-examples/octalysis-complete-gamification-framework/>
- Coates, Charlotte. 2021. "How Are Museums Using 3D Printing?" *Museum Next*. <https://www.museumnext.com/article/how-museums-are-using-3d-printing/>

- Coates, Charlotte. n.d. "How Museums Are Using Augmented Reality." In *MuseumNext*. Accessed May 17, 2021. <https://www.museumnext.com/article/how-museums-are-using-augmented-reality/>
- Costello, Robert, and Diana Marques. 2015. "Skin & Bones App for the Bone Hall." In . <https://mw2015.museumsandtheweb.com/bow/skin-bones-app-for-the-bone-hall/>
- Crabtree, A, T Rodden, and S Benford. 2005. "Moving with the Times: IT Research and the Boundaries of CSCW." *Comput. Support. Coop. Work, J. Collab. Comput. (Netherlands)* 14 (3): 217–51. <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10606-005-3642-x>.
- D., Chris, Anna E., and Epraxia D. 2012. "Enhancing the Tourism Experience through Mobile Augmented Reality: Challenges and Prospects." *International Journal of Engineering Business Management* 4 (1): 1. <https://doi.org/10.5772/51644>.
- Davis, Ben Howell. 1994. "Digital Museums." MIT. 1994. <http://www.mit.edu/~bhdavis/DigitalMus.html>.
- Gloria, Alessandro De. 2014. "Games and Learning Alliance." <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-319-22960-7.pdf>.
- Deakin, Tim. 2021. "Art of London Cultural Strategy Launches with Outdoor AR Showcase." *MuseumNext*. 2021. <https://www.museumnext.com/article/art-of-london-cultural-strategy-launches-with-outdoor-ar-showcase/>.
- Deakin, Tim. 2021. "The Problems with VR Are Nothing New. We've Been Here before." In *MuseumNext*. <https://www.museumnext.com/article/the-problems-with-vr-are-nothing-new-weve-been-here-before/>.
- Deakin, Tim. 2021. "4 Things You Need to Know before Embarking on Your next XR Project." In *MuseumNext*. <https://www.museumnext.com/article/4-things-you-need-to-know-before-embarking-on-your-next-xr-project/>.
- Ding, M. 2019. "Augmented Reality in Museums by Ding M." *Virtuorama*. 2019. <https://virtuorama.wordpress.com/2019/01/06/augmented-reality-in-museums-by-ding-m/>.
- Drotner, Kirsten and Kim Christian Schrøder . 2010. "The whole world in their hands: the promise and peril of visitor - provided mobile devices". In *The digital museum: a think guide* (pp. 35–44). Washington DC: American Association of Museums.
- Eyal, Nir. 2017. "The Morality of Manipulation – The Mission." *Medium*. 2017. <https://medium.com/the-mission/the-morality-of-manipulation-c3115fb2bb3d>.
- Faber, Tom. 2021. "Games and Museums — an Unlikely Partnership | Financial Times." *Financial Times*, 2021. <https://www.ft.com/content/7fd47be4-331e-4b00-8d66-f7431b39a034>.
- Falk, John, and Lynn Dierking. 2000. "Learning from Museums: Visitor Experiences and the Making of Meaning". Accessed May 7, 2020. https://books.google.pt/books?printsec=frontcover&vid=LCCN00021113&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false.

- Falk, John. 2008. "Enhancing visitor interaction and learning with mobile technologies". In L. Tallon & K. Walker (Eds.), *Digital technologies and the museum experience: Handheld guides and other media* (pp.19–33). Lanham, MD: AltaMira Press.
- Feng Zhou, Henry Been-Lirn Duh, and Mark Billinghurst. 2008. "Trends in Augmented Reality Tracking, Interaction and Display: A Review of Ten Years of ISMAR." In *2008 7th IEEE/ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality*, 193–202. IEEE. <https://doi.org/10.1109/ISMAR.2008.4637362>.
- FerraAR, John. 2012. *Playful Design*. http://www.amazon.com/Playful-Design-John-Ferrara-ebook/dp/B0084E0HHA/ref=sr_1_1?s=books&ie=UTF8&qid=1392706740&sr=1-1&keywords=Playful+Design+-+Creating+Game+Experiences+in+Everyday+Interfaces.
- Figurelli, Gabriela Ramos. 2011. "Articulações Entre Educação e Museologia e Suas Contribuições Para o Desenvolvimento Do Ser Humano Articulations between Education and Museology and Their Contributions to Human Being Development" 4: 111–30. <http://revistamuseologiaepatrimonio.mast.br/index.php/ppgpmus>.
- Fonteyn, Marsha E., Benjamin Kuipers, and Susan J. Grobe. 1993. "A Description of Think Aloud Method and Protocol Analysis." *Qualitative Health Research* 3 (4): 430–41. <https://doi.org/10.1177/104973239300300403>.
- Georgiou, Myria. 2017. "Identity." In *Keywords For Media Studies*, edited by New York University Press. New York.
- Giasiranis, Stefanos, and Loizos Sofos. 2017. "International Forum of Educational Technology & Society Flow Experience and Educational Effectiveness of Teaching Informatics Using AR Author (s): Stefanos Giasiranis and Loizos Sofos Published by : International Forum of Educational Technology & Societ" 20 (4): 78–88.
- Godefroy, B., P. Sayerse, and C. Chaffardon. 2008. "Indoor E-Tourism Guidance Services: Application Perspectives and Technologies." In *ENC-GNSS 2008 - European Navigation Conference*.
- Gonzalez, Desi. 2017. "A Path With Choice: What We Learned From Designing An Inclusive Audio Guide." In *MW17: Museums and the Web 2017*. https://www.mendeley.com/research-papers/path-choice-we-learned-designing-inclusive-audio-guide/?utm_source=desktop&utm_medium=1.17.12&utm_campaign=open_catalog&userDocumentId=%7Ba6bbbccc-314a-3d74-a24e-65b0441123c3%7D.
- Haahr, M. n.d. "Creating Location-Based Augmented-Reality Games for Cultural Heritage." In *Serious Games. Third Joint International Conference, JCSG 2017. Proceedings: LNCS 10622*, 313–18. Cham, Switzerland. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-70111-0_29.
- Haesen, M, J De Boeck, K Coninx, and C Raymaekers. n.d. "An Interactive Coal Mine Museum Visit: Prototyping the User Experience." In *2009 2nd Conference on Human System Interactions (HSI 2009)*, 546–53. Piscataway, NJ, USA. <http://dx.doi.org/10.1109/HSI.2009.5091037>.
- Hall, Jenna; Dziekan, Vince; Butler, Matthew. 2021. "Slow Designing Inclusive Museum Experiences." In *MW21 | Online*. <https://mw21.museweb.net/proposal/slow-designing-inclusive-museum-experiences/>.

- Harrington, M C R. 2020. "Virtual Dioramas Transform Natural History Museum Exhibit Halls & Gardens to Life with Immersive AR," 276–79.
<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85091986221&doi=10.1145%2F3397617.3402036&partnerID=40&md5=99b27fde8a41e48fbd6d9bc34cabd113>.
- Harrington, Maria C. R. 2009. "An Ethnographic Comparison of Real and Virtual Reality Field Trips to Trillium Trail: The Salamander Find as a Salient Event." *Children, Youth and Environments* 19 (1): 74–101. <http://www.jstor.org/stable/10.7721/chilyoutenvi.19.1.0074>.
- Harrington, Maria C.R. 2011. "Empirical Evidence of Priming, Transfer, Reinforcement, and Learning in the Real and Virtual Trillium Trails." *IEEE Transactions on Learning Technologies* 4 (2): 175–86. <https://doi.org/10.1109/TLT.2010.20>.
- Harrington, Maria C.R. 2012. "The Virtual Trillium Trail and the Empirical Effects of Freedom and Fidelity on Discovery-Based Learning." *Virtual Reality* 16 (2): 105–20.
<https://doi.org/10.1007/s10055-011-0189-7>.
- Harrington, Maria C.R. 2020. "Observation of Presence in an Ecologically Valid Ethnographic Study Using an Immersive Augmented Reality Virtual Diorama Application." *Proceedings - 2020 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces, VRW 2020*, March, 813–14. <https://doi.org/10.1109/VRW50115.2020.00257>.
- Herrington, Janice A, Susan McKenney, Thomas C Reeves, and Ron Oliver. 2007. "Design-Based Research and Doctoral Students: Guidelines for Preparing a Dissertation Proposal." <https://ro.uow.edu.au/edupapers>.
- Hinostroza, Juan Enrique. 2013. "Mobile Technologies for Lifewide Learning in Schools in Israel."
- Huizinga, Johan. 1949. "Homo Ludens: A study of the play-element in culture". London, Boston and Henley: Routledge & Kegan Paul Ltd. Original edition, 1944.
- Homem, Paula. 2020. "The Future of Museum Professionals in the Digital Era: The Success Story of Mu.SA," 2020.
https://sigarra.up.pt/fpceup/pt/pub_geral.pub_view?pi_pub_base_id=448345.
- Hornbæk, Kasper, and Morten Hertzum. 2017. "Technology Acceptance and User Experience: A Review of the Experiential Component in HCI." *ACM Transactions on Computer-Human Interaction* 24 (5). <https://doi.org/10.1145/3127358.7>
- Hudelson, Natalia, Casey Scott-Songin, and Han Li. 2017. "Our Work Is Never Done: Evaluation And Iteration For A New Audio Guide." In *MW17: Museums and the Web 2017*.
<https://mw17.mwconf.org/paper/our-work-is-never-done-evaluation-and-iteration-for-a-new-audio-guide/>.
- Hunicke, Robin, Marc Leblanc, and Robert Zubek. 2004. "MDA: A Formal Approach to Game Design and Game Research." *AAAI-04 Workshop on Challenges in Game AI* 44 (8): 085201.
- Inscho, Jeffrey. 2017. "Field Study: Benchmarking Visitor Behaviors and Mobile Device Usage in the Museum." 2017. <https://studio.carnegiemuseums.org/chatbot-field-study-91fcbb1d4875>.

- Ivanova, KrassimiAR, Milena Dobрева, Peter Stanchev, and George Totkov. 2012. *Digitization of Cultural Heritage – Standards, Institutions, Initiatives. Access to Digital Cultural Heritage: Innovative Applications of Automated Metadata Generation*. <http://sci-gems.math.bas.bg:8080/jspui/handle/10525/1927>.
- Izadi, S, M Fraser, S Benford, M Flintham, C Greenhalgh, T Rodden, and H Schnadelbach. n.d. "Citywide: Supporting Interactive Digital Experiences across Physical Space." *Pers. Ubiquitous Comput. (UK)* 6 (4): 290–98. <http://dx.doi.org/10.1007/s007790200030>.
- Jankaweekool, Premkamon, and Thanakorn Uiphanit. 2017. "User acceptance of augmented reality technology : mobile application for coin treasury museum."
- Jegers, Kalle. 2007. "Pervasive Game Flow: Understanding Player Enjoyment in Pervasive Gaming." *Computers in Entertainment (CIE)* 5 (1). <https://doi.org/10.1145/1236224.1236238>.
- Jegers, Kalle. 2009. "Pervasive GameFlow Identifying and Exploring the Mechanisms of Player Enjoyment in Pervasive Games." *ACM Reference Format: Jegers, K* 5 (1). <https://doi.org/10.1145/1219124.1219133>.
- Jones, C.E., A. Liapis, I. Lykourantzou, and D. Guido. 2017. "Board Game Prototyping to Codesign a Better Location-Based Digital Game." In *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings, Part F1276*:1055–64. <https://doi.org/10.1145/3027063.3053348>.
- Jung, Timothy, and M. Claudia tom Dieck. n.d. "Value of Augmented Reality to Enhance the Visitor Experience: A Case Study of Manchester Jewish Museum." Accessed January 30, 2019. https://www.academia.edu/21427103/Value_of_Augmented_Reality_to_enhance_the_Visit_or_Experience_A_Case_study_of_Manchester_Jewish_Museum.
- Kim, Amy Jo. n.d. "Beyond Player Types: Kim's Social Action Matrix - Amy Jo Kim." Accessed April 17, 2019. <https://amyjokim.com/blog/2014/02/28/beyond-player-types-kims-social-action-matrix/>.
- Kim, Hayun, Sungeun An, Sangeun Keum, and Wontack Woo. 2015. "H-Treasure Hunt: A Location and Object-Based Serious Game for Cultural Heritage Learning at a Historic Site." In *Learning and Collaboration Technologies: Second International Conference, LCT 2015, Held as Part of HCI International 2015. Proceedings: LNCS 9192*, 9192:561–72. Cham, Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-319-20609-7_53.
- Kishino, Fumio, Yoshifumi KitamuAR, Hirokazu Kato, and Noriko Nagata, eds. 2005. *Entertainment Computing - ICEC 2005*. Vol. 3711. Lecture Notes in Computer Science. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/11558651>.
- Knezevic, Kevin. 2020. "How Animal Crossing Was Born From One Of Nintendo's Biggest Flops." *GameSpot*, April. <https://www.gamespot.com/articles/how-animal-crossing-was-born-from-one-of-nintendos/1100-6475342/>.

- Koukopoulos, Dimitrios, and Georgios Styliaras. 2013. "Design of Trustworthy Telemóvel-Based Multimedia Services in Cultural Environments." *Electron Commer Res* 13: 129–50. <https://doi.org/10.1007/s10660-013-9112-5>.
- Kreft, Anika. 2016. "A Telemóvel App for Teenagers: Ubiquitous Learning at the German Museum of Technology." In *PROCEEDINGS OF THE 10TH EUROPEAN CONFERENCE ON GAMES BASED LEARNING*, edited by Connolly, T and Boyle, L, 939–43. Proceedings of the European Conference on Games-Based Learning.
- Kruk, Maryana. 2016. "User Interface de Aplicações Móveis Para Museus: Atenção Partilhada." Universidade de Lisboa, Faculdade de Belas Artes. <http://repositorio.ul.pt/handle/10451/24074>.
- Kumar, Janaki Mythily, Mario Herger, and Rikke Friis Dam. 2020. "Bartle's Player Types for Gamification | Interaction Design Foundation (IxDF)." 2020. <https://www.interaction-design.org/literature/article/bartle-s-player-types-for-gamification>.
- Kyriakou, Panayiotis, and Sorin Hermon. 2018. "Can I Touch This? Using Natural Interaction in a Museum Augmented Reality System." *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage* 12 (March): e00088. <https://doi.org/10.1016/j.daach.2018.e00088>.
- Lacey-Bordeaux, Emma. 2018. "Robots Invade the Smithsonian Museums." *CNNMoney (New York)*, 2018. <http://money.cnn.com/2018/05/01/technology/pepper-smithsonian-museums/index.html>.
- Lai, PC. 2017. "The literature review of technology adoption models and theories for the novelty technology." *Journal of Information Systems and Technology Management* 14 (1). <https://doi.org/10.4301/S1807-17752017000100002>.
- Lameras, Petros, Sylvester Arnab, Ian Dunwell, Craig Stewart, Samantha Clarke, and Panagiotis Petridis. 2017. "Essential Features of Serious Games Design in Higher Education: Linking Learning Attributes to Game Mechanics." *British Journal of Educational Technology* 48 (4): 972–94. <https://doi.org/10.1111/bjet.12467>.
- Lazzaro, Nicole. 2004. "Why we play games: Four keys to more emotion without story". XEODesign. Retrieved from http://xeodesign.com/xeodesign_whyweplaygames.pdf
- Lévy, Pierre. 1999. "*Cibercultura*". Edited by Editora 34. <https://books.google.pt/books?id=7L29Np0d2YcC&pg=PA157&lpg=PA157&dq=o+ciberesp+a%25C3%25A7o+suporta+tecnologias+intelectuais+que+amplificam,+exteriorizam+e+modificam+numerosas+fun%25C3%25A7%25C3%25B5es+cognitivas+humanas:+mem%25C3%25B3ria,+imagina%25C3%25A>
- Lima, Karina. 2001. "Determinismo Tecnológico." In *INTERCOM – Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares Da Comunicação XXIV*. https://www.infoamerica.org/documentos_pdf/determinismo.pdf.
- Lipsitz, George. 2017. "Memory." In *Keywords For Media Studies*, edited by New York University Press. New York.
- Looser, Julian, Mark Billinghurst, and Andy Cockburn. 2004. "Through the Looking Glass." In *Proceedings of the 2nd International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques in Australasia and Southe East Asia - GRAPHITE '04*, 204. New York, New York, USA: ACM Press. <https://doi.org/10.1145/988834.988870>.

- Lorenz, Bruno Augusto, Marco Lazzarotto, Guilherme Corrêa Meyer, and Fabiane Wolff. 2018. "Um Olhar Sobre Diferentes Perspectivas Do Design Especulativo Na Produção Especializada." In *Blucher Design Proceedings*, 742–54. São Paulo: Editora Blucher. <https://doi.org/10.5151/cid2017-64>.
- Lourenço, Marta C. 2019. "The New Museum Definition Is out! – International Council of Museums Committee for University Museums and Collections." ICOM. 2019. <http://umac.icom.museum/the-new-museum-definition-is-out/>.
- Lumpoon, P.N. N, and P. Thiengburanatham. 2017. "Effects of Integrating a Mobile Game-Based Learning Framework in a Cultural Tourism Setting." In *2016 10th International Conference on Software, Knowledge, Information Management & Applications (SKIMA). Proceedings*, 281–85. Piscataway, NJ, USA. <https://doi.org/10.1109/SKIMA.2016.7916233>.
- Luz, Filipe Costa, and Conceição Costa. 2020. "Vol. 5 No. 1 (2020): Videogames and Culture: Design, Art and Education." In *International Journal of Film and Media Arts*. https://revistas.ulusofona.pt/index.php/ijfma/issue/view/753?utm_source=Newsletter+ECA+TI&utm_campaign=fb00aec3bb-EMAIL_CAMPAIGN_2020_06_29_02_51_COPY_01&utm_medium=email&utm_term=0_539edeac0a-fb00aec3bb-192817039.
- Mandeville, A., and C. Crossley. 2016. "Using IBeacons for Location-Based Tracking in Alternate Reality Games: A Pilot Study." In *Virtual, Augmented and Mixed Reality. 8th International Conference, VAMR 2016, Held as Part of HCI International 2016. Proceedings: LNCS 9740*, 9740:339–47. Cham, Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-319-39907-2_32.
- Manoli, Vicky, Christos Sintoris, Nikoleta Yiannoutsou, and Nikolaos Avouris. 2015. "Tagging game: learning about contemporary art through game play." in *edulearn15: 7th international conference on education and new learning technologies*, edited by GomezChova, L and LopezMartinez, A and CandelTorres, I, 7684–90. EDULEARN Proceedings.
- Marques, Diana. 2018. *Realidade Aumentada Em Exposições de Museu: Experiências Dos Utilizadores*. Caleidoscópio.
- Marques, Diana. 2015. "Swordfish Augmented Reality Experience." Museums and the Web 2015. 2015. <https://mw2015.museumsandtheweb.com/best-of-the-web-nomination/swordfish-app/>.
- Marques, Diana. n.d. "Skin & Bones, a Mobile App That Rejuvenates a 133 Years Old Exhibition (Booth 7) | MW2015." MW2015. Accessed July 30, 2018. <https://mw2015.museumsandtheweb.com/proposal/skin-bones-a-mobile-app-that-rejuvenates-a-133-years-old-exhibition/>.
- Marques, Diana, and Robert Costello. 2017. "A Location Based Understanding of Mobile App User Behavior." In *MW 2017*. <https://mw17.mwconf.org/paper/a-location-based-understanding-of-mobile-app-user-behavior/>.

- Marques, Diana, and Robert Costello. 2015. "Skin & Bones: An Artistic Repair of a Science Exhibition by a Mobile App." *Midas*, no. 5 (October). <https://doi.org/10.4000/midas.933>.
- Martino, Luis Mauro Sá. 2014. "Teoria Das Mídias Digitais." <https://books.google.com/books?id=AZt0BQAAQBAJ&pgis=1>.
- Meier, Cecile, Jose Saorín, Jorge de la Torre-Cantero, and Manuel Díaz-Alemán. 2018. "Alternative Divulcation of the Local Sculptural Heritage: Construction of Paper Toys and Use of the Minecraft Video Game." *Sustainability* 10 (11): 4262. <https://doi.org/10.3390/su10114262>.
- Milgram, Paul, and Fumio Kishino. 1994. "Milgram's Reality-Virtuality Continuum." 1994. https://www.researchgate.net/figure/Milgrams-Reality-Virtuality-Continuum_fig1_29487174.
- Mineiro, Clara. 2017. "Guia de Boas Práticas de Acessibilidade Comunicação Inclusiva Em Monumentos, Palácios e Museus." http://www.patrimoniocultural.gov.pt/static/data/publicos/acessibilidade/guia_comunicacao_acessivel_inclusiva.pdf.
- Montola, Markus;, Jaakko; Stenros, and Annika; Waern. 2009. *Pervasive Games: Theory and Design*. https://books.google.pt/books?hl=en&lr=&id=f9X9DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&ots=QZqRge84Wn&sig=VPXVmMHGI_6Q0Dr3JpK_5QAEe9M&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false.
- Moraiti, Argyro, Nektarios Moumoutzis, Marios Christoulakis, Andreas Pitsiladis, George Stylianakis, Yiannis Sifakis, Ioannis Maragoudakis, and Stavros Christodoulakis. 2016. "Playful Creation of Digital Stories with EShadow." In *2016 11th International Workshop on Semantic and Social Media Adaptation and Personalization (SMAP)*, 139–44. IEEE. <https://doi.org/10.1109/SMAP.2016.7753399>.
- Morschheuser, Benedikt, Juho Hamari, Karl Werder, and Julian Abe. 2017. "How to Gamify? A Method For Designing Gamification," 1298–1307. <https://doi.org/10.24251/HICSS.2017.155>.
- Mortara, Michela, Chiara Eva Catalano, Francesco Bellotti, Giusy Fiucci, Minica Houry-Panchetti, and Panagiotis Petridis. 2014. "Learning Cultural Heritage by Serious Games." *Journal of Cultural Heritage* 15 (3): 318–25. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2013.04.004>.
- Nacke, Lennart, Helen Petrie, Marco Winckler, and Panayiotis Zaphiris. n.d. "Human-Computer Interaction – INTERACT 2019." Accessed July 1, 2020. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-29390-1>.
- Nielsen, Jakob, Rolf Molich, and Jn@neuvml Bitnet Denmark. 1990. "CHI 90 Procee&q HEURISTIC EVALUATION OF USER INTERFACES."
- Nielsen, Michael A. 2012. *Reinventing Discovery: The New Era of Networked Science*. Princeton University Press.
- Nisi, Valentina, Vanessa Cesario, and Nuno Nunes. 2019. *Augmented Reality Museum 's Gaming for Digital Natives : Haunted Encounters in the Carvalho ' s Palace*. Vol. 1. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-34644-7>.

- Nisi, Valentina, Vanessa Cesario, and Nuno Nunes. 2019. "Augmented Reality Museum's Gaming for Digital Natives: Haunted Encounters in the Carvalhal's Palace." https://doi.org/10.1007/978-3-030-34644-7_3.
- Nilsson, Tommy, Carl Hogsden, Saeed Aghaee, David J D.J. Scruton, Alan F A.F. Alan F Blackwell, Saeed Aghaee, Alan F A.F. Alan F Blackwell, et al. 2016. "Applying Seamless Design in Location-Based Mobile Museum Applications ACM Reference Format." *ACM Trans. Multimedia Comput. Commun. Appl.* *ACM Trans. Multimedia Comput. Commun. Appl* 12 (23). <https://doi.org/10.1145/2962720>.
- Nobre, Ana, Elenna; Mallmann, Isabelle; Martin-Fernandes, and Mara Mazzardo. 2017. "Princípios Teórico-Metodológicos Do Design-Based Research (DBR)." In *Revista San Gregorio*.
- Obe, Jason Kingsley. 2015. "Future of Virtual Reality Lies in the Hands of Developers." *The Guardian*. <https://www.theguardian.com/media-network/2015/sep/09/virtual-reality-developers-games-hollywood>.
- Pau, Stephanie. 2017. "Audio That Moves You: Experiments with Location-Aware Storytelling in the SFMOMA App." *MW17: Museums and the Web 2017*. 2017. <https://mw17.mwconf.org/paper/audio-that-moves-you-experiments-with-location-aware-storytelling-in-the-sfmoma-app/>.
- Pekarik, Andrew J., James B. Schreiber, Nadine Hanemann, Kelly Richmond, and Barbara Mogel. 2014. "IPOP: A Theory of Experience Preference." *Curator: The Museum Journal* 57 (1): 5–27. <https://doi.org/10.1111/cura.12048>.
- Pereira, A R, Ricardo Veiga, Marco Freitas, D P Sardo, Pedro J S Cardoso, and M F Rodrigues. 2018. "MIRAR : Mobile Image Recognition Based Augmented Reality Framework." In . Vol. 1. https://doi.org/10.1007/978-3-319-70272-8_27.
- Postolache, Stefan. 2019. "Play JBT – Mobile Application for the Tropical Botanical Garden of Lisbon." Universidade de Lisboa. https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/41900/1/ulfc125764_tm_Stefan_Postolache.pdf.
- Puranik, Apoorva. n.d. "How Augmented Reality Is Helping People Keep in Touch with History, Technology News." *ETtech*. Accessed May 29, 2019. <https://tech.economictimes.indiatimes.com/news/startups/how-augmented-reality-is-helping-people-keep-in-touch-with-history/69512338>.
- Rae, Juno, and Lizzie Edwards. 2016. "Virtual Reality at the British Museum: What Is the Value of Virtual Reality Environments for Learning by Children and Young People, Schools, and Families?" *MW2016: Museums and the Web 2016*. <https://mw2016.museumsandtheweb.com/paper/virtual-reality-at-the-british-museum-what-is-the-value-of-virtual-reality-environments-for-learning-by-children-and-young-people-schools-and-families/>.
- Rao, Seema. 2020. "Museum 2.0: Games Games Games." 2020. <http://museumtwo.blogspot.com/2020/12/games-games-games.html>.
- Raptis, George E., Christos Fidas, Christina Katsini, and Nikolaos Avouris. 2019. "A Cognition-Centered Personalization Framework for Cultural-Heritage Content." *User Modeling and User-Adapted Interaction* 29 (1): 9–65. <https://doi.org/10.1007/s11257-019-09226-7>.

- Rendez-vous, Stellar Alpine, and Elizabeth Brown. 2006. "Contextual and Location-Based Mobile Learning in Action A Report from the STELLAR Alpine Rendez-Vous Workshop Series Edited by Elizabeth Brown Education in the Wild :” *Kaleidoscope Convergence Workshop, Les Cahiers Du Laboratoire Leibniz (2006)*.
- Ribeiro, Nuno. 2012. *Multimédia e Tecnologias Interativas*. FCA - Editora Informática. <https://www.fca.pt/pt/catalogo/informatica/design-multimedia/multimedia-e-tecnologias-interativas/>.
- Richardson, Jim. 2021. "How Are Museums Putting the AR into Arts and Culture - Culture Geek." In *Culture Geek Conference*. <https://culturegeek.com/article/how-are-modern-museums-putting-the-ar-into-arts-and-culture/>.
- Robinson, Simon, Gary Marsden, Matt Jones, Simon Robinson, Gary Marsden, and Matt Jones. 2015. "There's Not an App for That, 158–74. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-416691-2.00009-X>.
- Rodà, Conxa. 2019. "La Tecnología No Ha de Ser Para Rivalizar Con La Contemplación de La Obra de Arte." GVAM. 2019. <https://www.gvam.es/conxa-roda-la-tecnologia-no-ha-de-ser-para-rivalizar-con-la-contemplacion-directa-de-la-obra-de-arte/>.
- Rodà, Conxa, and Ana Basso. 2017. "Our Presentation at Museums and the Web 2017 | Unique Blog." 2017. <http://blog.uniquevisitors.me/unique-news/presentation-museums-web-2017/>.
- Rodley, Ed. 2011. "Looking Around vs. Looking Down: Incorporating Mobility into Your Experience Design. Mobile Apps for Museums." In *The AAM Guide to Planning and Strategy*. American Association of Museums, 34–42. <https://mobileappsformuseums.wordpress.com/2011/08/05/looking-around-vs-looking-down-incorporating-mobility-into-your-experience-design/>.
- Rodley, Ed. 2021. "Introducing Ed Rodley and the Experience Alchemists - Texas Association of Museums." 2021. <https://www.texasmuseums.org/news/tam-faf2-post-1-introducing-ed-rodley-and-the-experience-chemists>.
- Rodrigues, João M F, Célia M Q Ramos, João A R PereiAR, João D P Sardo, and Pedro J S Cardoso. n.d. "Mobile Five Senses Augmented Reality System: Technology Acceptance Study." <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2953003>.
- Rodrigues, Marcelo. 2017. "Pinacoteca de SP e IBM Criam Exposição Interativa Com Ajuda Do Watson." *TecMundo*, 2017. <https://www.tecmundo.com.br/ibm/115548-pinacoteca-sp-ibm-criam-exposicao-interativa-ajuda-watson.htm>.
- Roussou, Maria, Laia Pujol, Katifori Akrivi, i Chrysanthi Angelik, Perry SaAR, Maria Vayanou, Akrivi Katifori, Angeliki Chrysanthi, Sara Perry, and Maria Vayanou. 2015. "The Museum as Digital Storyteller: Collaborative Participatory Creation of Interactive Digital Experiences." *MW2015: Museums and the Web*, no. April: 210. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3917.2889>.
- Rubino, I., C. Barberis, J. Xhembulla, and G. Malnati. 2015. "Integrating a Location-Based Mobile Game in the Museum Visit: Evaluating Visitors' Behaviour and Learning." *Journal on Computing and Cultural Heritage* 8 (3). <https://doi.org/10.1145/2724723>.
- Rubino, Irene, Claudia Barberis, Jetmir Xhembulla, and Giovanni Malnati. 2015. "Integrating a Location-Based Mobile Game in the Museum Visit: Evaluating Visitors' Behaviour and

- Learning.” *ACM JOURNAL ON COMPUTING AND CULTURAL HERITAGE* 8 (3).
<https://doi.org/10.1145/2724723>.
- Sanders, Elizabeth B-N, and Pieter Jan Stappers. 2008. *Codesign Co-Creation and the New Landscapes of Design Co-Creation and the New Landscapes of Design*.
<https://doi.org/10.1080/15710880701875068>.
- Schwabe, G, and C Goth. n.d. “Navigating and Interacting Indoors with a Mobile Learning Game.” In *Proceedings. IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education*, 8 pp.-. Los Alamitos, CA, USA.
- Secretaria Municipal de CultuAR, Turismo e Patrimônio de Serro & Historiarte Projetos Culturais. 2015. “Memórias Das Tradições Do Serro - Museu Virtual.” 2015.
<http://www.museudastradicoes.com.br/web/>.
- Sedman, Alex. 2020. “The Game Awards Winners: Complete 2020 List - Variety.” Variety Media. 2020. <https://variety.com/2020/digital/news/the-game-awards-winners-list-2020-1234850547/>.
- Semedo, Alice. 2011. “Museus e Museologia: Desafios Para a Construção de Territórios Colaborativos.” *Revista Da Faculdade de Letras : Sociologia* 21 (1): 97–119.
- Semedo, Alice, Elisa Noronha Nascimento, and Rui Centeno. 2014. “Atas do seminário internacional o futuro dos museus universitários em perspectiva.” In , edited by Universidade do Porto | Faculdade de Letras | and Departamento de Ciências e Técnicas do Património. <http://ler.letras.up.pt/uploads/ficheiros/12476.pdf>.
- SenAR, Sandra. 2013. “We Like MACBA : O Museu D’Art Contemporani de Barcelona e o Paradigma Das Ferramentas Web 2.0 Utilizadas Em Benefício Do Compromisso Cívico.” Faculdade de Letras da Universidade do Porto. <http://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/66350>.
- Shin, J, J Kim, and W Woo. n.d. “Narrative Design for Rediscovering Daereungwon: A Location-Based Augmented Reality Game.” In *2017 IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE)*, 384–87. Piscataway, NJ, USA.
<http://dx.doi.org/10.1109/ICCE.2017.7889364>.
- Shin, Jae-Eun, Jungwha Kim, and Woontack Woo. n.d. “Narrative Design for Rediscovering Daereungwon: A Location Based Augmented Reality Game.” Accessed May 17, 2018.
https://aui16.files.wordpress.com/2016/05/aui2016_paper_15.pdf.
- Simon, Nina. 2010. *The Participatory Museum*. <http://www.participatorymuseum.org/read/>.
- Sintoris, C, N Yiannoutsou, A Ortega-Arranz, R Lopez-Romero, M MasouAR, N Avouris, and Y Dimitriadis. n.d. “TaggingCreaditor: A Tool to Create and Share Content for Location-Based Games for Learning.” In *2014 International Conference on Interactive Mobile Communication Technologies and Learning (IMCL)*, 280–84. Piscataway, NJ, USA.
<http://dx.doi.org/10.1109/IMCTL.2014.7011148>.
- Soares, David Jorge Lourenço. 2021. “Flo[RA]: Uma Aplicação Móvel Para Comunicar Ciência Através Do Lúdico e Da Realidade Aumentada.” <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/135644>.

- Spacca, Silvia, Elena Dellapiana, and Andrea Sanna. 2018. "Promoting Industrial Cultural Heritage by Augmented Reality: Application and Assessment." *Open Cybernetics and Systemics Journal* 12 (1): 61–71. <https://doi.org/10.2174/1874110X01812010061>.
- Ström, Matthew. n.d. "What Makes a Good Design Principle?" Medium. Accessed November 20, 2017. <https://medium.com/@ilikescience/what-makes-a-good-design-principle-f5647629405e>.
- Styx, Lauren. 2020. "How Can Games in Museums Enhance Visitor Experience?" In *MuseumNext*. <https://www.museumnext.com/article/how-can-games-in-museums-enhance-visitor-experience/>.
- Sutherland, Ivan. 1965. "The Ultimate Display." 1965. <https://www.wired.com/2009/09/augmented-reality-the-ultimate-display-by-ivan-sutherland-1965/>.
- Sylaiou, S., F. Liarokapis, K. Kotsakis, and P. Patias. 2019. "Virtual Museums, a Survey and Some Issues for Consideration." 2019. <https://virtuorama.wordpress.com/2019/01/04/virtual-museums-a-survey-and-some-issues->
- Teixeira, Diogo Alexandre Silva. 2021. "Serious Game with Augmented Reality - Programming on Indoor/Outdoor Systems: A Case Study on Galeria Da Biodiversidade Da Universidade Do Porto." <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/135540>.
- Teixeira, Maria, and Maria van Zeller Sousa. 2013. "Mr. Steam and 'The Train Is Our Friend': An Interactive System to Welcome School Children to the Museum | MW2013: Museums and the Web 2013." In . <https://mw2013.museumsandtheweb.com/paper/mr-steam-and-the-train-is-our-friend-an-interactive-system-for-welcome-school-children-at-the-museum/>.
- Templeton, Ben. 2018. "Art and VR." *Medium*. <https://medium.com/@thoughtben/art-and-vr-2724c912fc47>.
- Tognazzini, B. 2014. "First Principles of Interaction Design." *Interaction Design Solutions for the Real World, AskTog*, 1–5. <https://asktog.com/atc/principles-of-interaction-design/>.
- Tondello, Gustavo F., Rina R. Wehbe, Lisa Diamond, Marc Busch, Andrzej Marczewski, and Lennart E. Nacke. 2016. "The Gamification User Types Hexad Scale." *CHI PLAY 2016 - Proceedings of the 2016 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play*, October, 229–43. <https://doi.org/10.1145/2967934.2968082>.
- Tsai, Chih-Hsiao, and Jung-Chuan Yen. 2014. "The Augmented Reality Application of Multimedia Technology in Aquatic Organisms Instruction." *Journal of Software Engineering and Applications* 07 (09): 745–55. <https://doi.org/10.4236/jsea.2014.79069>.
- Turi, J. 2013. "Time Machines: NASA Goes Virtual at CES | Engadget." 2013. https://www.engadget.com/2013-12-15-time-machines.html?guccounter=1&guce_referrer=aHR0cHM6Ly93d3cuZ29vZ2xlLmNvbS8&guce_referrer_sig=AQAAAIBCh4LaotcNz_U2Rrc574iA71ZKsw65GDSncl39eFVv-_wziVmVbvqkWGp6yRB8xMWm9hSYWgqNipf_XoBUqoo100tGpks1rQpJi22ipJFmIGd6QX9x.
- Turner, Matthew, Erin Kitchell, John McPeak, and Jérémy Bourgoïn. 2017. "Digital Wiki Map of Pastoral Geographies in Eastern Senegal." *Pastoralism* 7 (1): 31. <https://doi.org/10.1186/s13570-017-0104-2>.

- University of Georgia. 2006. "Explanation - What Is Design-Based Research (DBR)?" Instructional Technology Ph.D. Students. 2006. <http://dbr.coe.uga.edu/explain01.htm>.
- Vaz, Roberto. 2021. "Blind or Partially Sighted Visitors in Museums: Enhancing the Visitors' Experience through Assistive Technologies." <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/134906>.
- Vlachopoulos, Dimitrios, and Agoritsa Makri. 2017. "The Effect of Games and Simulations on Higher Education: A Systematic Literature Review." *International Journal of Educational Technology in Higher Education* 14 (1): 22. <https://doi.org/10.1186/s41239-017-0062-1>.
- Wang, Feng, J Michael, and Michael J. Hannafin. 2005. "Design-Based Research and Technology-Enhanced Learning Environments." *Educational Technology Research and Development* 2005 53:4 53 (4): 5–23. <https://doi.org/10.1007/BF02504682>.
- Walz, S.P., and R. Ballagas. 2007. "Pervasive Persuasive: A Rhetorical Design Approach to a Location-Based Spell-Casting Game for Tourists." In *3rd Digital Games Research Association International Conference: "Situated Play", DiGRA 2007*, 489–97.
- Weber, Jessika. 2016. "Designing Engaging Experiences With Location-Based Augmented Reality Games for Urban Tourism Environments." http://eprints.bournemouth.ac.uk/27176/1/WEBER%2C%20Jessika_Ph.D._2016.pdf
- Whitworth, Drew. 2016. "Use of Augmented Reality in Museums : The Relationship between Children ' s Engagement and Immersive Visitor Experience Supervisor ."
- Winzer, Peter, and T.A. Tamara Steffen. 2016. "Interest in and Willingness to Pay for Mobile Applications in Museums." In *Games and Learning Alliance. 5th International Conference, GALA 2016. Proceedings: LNCS 10056*, 10056 LNCS:292–301. Cham, Switzerland: Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-50182-6_26.
- Witmer, Bob G, and Michael J Singer. 1998. "Measuring Presence in Virtual Environments: A Presence Questionnaire." *Presence* 7 (3): 225–40. <https://doi.org/10.1162/105474698565686>.
- Wu, Fei, Hongjian Wang, Zhenhui Li, Wang-Chien Lee, and Zhuojie Huang. 2015. "SemMobi: A Semantic Annotation System for Mobility Data." In *WWW'15 COMPANION: PROCEEDINGS OF THE 24TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON WORLD WIDE WEB*, 255–58. <https://doi.org/10.1145/2740908.2742837>.
- Xhembulla, J, I Rubino, C Barberis, and G Malnati. n.d. "Intrigue at the Museum: Facilitating Engagement and Learning through a Location-Based Mobile Game." In *Proceedings of the 10th International Conference on Mobile Learning 2014*, 41–48. New York, NY, USA.
- Yinka Shonibare. 2017. "Yinka Shonibare VR Experience - YouTube." Royal Academy. 2017. <https://www.youtube.com/watch?v=xKh3MifPEe0>.
- Zagalo, Nelson, António Coelho, Sousa Dias, Claudia Giannetti, Jorge Dos Reis, Lídia Oliveira, Nuno Otero, et al. n.d. "Multimédia, Novos Média e Média Digitais." Accessed May 21, 2021. <https://doi.org/10.34624/36q7-c807>.
- Zichermann, G., and C. Cunningham. 2011. *Gamification By Design*. Vasa. www.it-ebooks.info.

ANEXOS

Anexo A

Questionário Grau de Aceitação do uso de AR

Grau de aceitação do uso de realidade aumentada em museus

As aplicações de realidade aumentada têm tido grande aceitação pelo público, nomeadamente nos jovens. A aplicação responsável por este sucesso é a app de jogo com realidade aumentada, Pokemon Go em 2016. A realidade aumentada é uma experiência interativa com um dispositivo móvel que acrescenta ao mundo real nova informação, podendo ser esta informação visual, auditiva, háptica, sensorial e olfática. Actualmente, alguns museus internacionais têm aplicado este conceito em exposições. Pretendemos com este questionário analisar o grau de aceitação do uso da realidade aumentada em Museus.

Este questionário insere-se num plano doutoral em Média Digitais da Universidade do Porto. Qualquer questão ou dúvida sobre o estudo agradecemos o contacto para mvanzeller@fe.up.pt.

A necessidade de registo de e-mail apenas serve para validar as respostas por utilizador, não será usado para mais nenhum fim.

* Required

1. Email *

Untitled Section

2. Tipo de Público *

Check all that apply.

- Profissional de Museu
- Visitante
- Estudante
- Professor \ Investigador
- Outro

3. Idade *

Check all that apply.

- Menos de 20
- 20-30
- 30-40
- 40-50
- 50-60
- Mais de 60

4. País *

5. Já usou aplicações de realidade aumentada? *

Check all that apply.

- Sim
- Não

Questionário

Por favor responda de acordo com a seguinte escala:

- 1 - Discordo totalmente
- 2 - Discordo
- 3 - Não concordo nem discordo
- 4 - Concordo
- 5 - Concordo totalmente

6. 1.Considero que o uso de RA(realidade aumentada) pode melhorar o acesso à informação sobre os objetos em exposição. *

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

7. 2. A inclusão de storytelling (contar histórias sobre o objeto exposto) numa aplicação pode tornar a experiência de visita mais cativante. *

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

8. 3. Considero fundamental a inclusão de múltiplos idiomas nas aplicações de realidade aumentada?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

9. 4. Considero fundamental a inclusão de língua gestual nas instruções das aplicações de realidade aumentada?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

10. 5. A informação disponibilizada em realidade aumentada deve ser disponibilizada apenas no local onde se encontra o objeto em exposição.

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

11. 6. Considero que o uso de uma aplicação de realidade aumentada pode condicionar a experiência do visitante, alienando-o do espaço envolvente?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

12. 7. Considero que a adaptabilidade dos conteúdos informativos a diferentes públicos é importante?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

13. 8. Considero desconfortável o uso de aplicações móveis numa visita a um museu?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

14. 9. Considero que as aplicações de realidade aumentada podem incorrer em custos extra para o acesso à Internet?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

15. 10. Considero que as aplicações de realidade aumentada têm um custo económico elevado para o museu?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

2

16. 11. Considero que um percurso pré-definido por uma aplicação pode tirar o entusiasmo de explorador do visitante?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

17. 12. Considero importante que as aplicações de realidade aumentada dêem a informação ao utilizador sobre que tipo de dados estão a ser recolhidos com a sua utilização.

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

18. 13. Considero elevado o risco do meu dispositivo móvel ser roubado por estar a ser usado num espaço público exterior?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

19. 14.A inclusão de jogos torna mais divertida a experiência de visita?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

20. 15.No caso da aplicação de realidade aumentada ser um jogo, considero fundamental a atribuição de algum tipo de recompensa no final?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

21. 16.Utilizo mais facilmente um dispositivo móvel com uma aplicação de realidade aumentada disponibilizado no Museu do que com o meu próprio dispositivo?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

22. 17.Considero que as aplicações de realidade aumentada reduzem o tempo de duração da bateria?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

23. 18. Considero importante que os museus acompanhem a inovação tecnológica e utilizem a realidade aumentada como forma de experienciar o Museu.

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

24. 19. Considero que as aplicações de realidade aumentada podem melhorar a acessibilidade às pessoas com necessidades específicas (como: locomoção e visão).

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

25. 20. Considero que os problemas de utilização justificam a falta de investimento dos Museus nas tecnologias de realidade aumentada.

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

26. 21. Considero que utilizaria uma aplicação disponível através do navegador da Internet, na qual apenas fosse necessário "apontar" o meu smartphone para um marcador e ter acesso à informação sobre o objeto, sem ter de descarregar nenhum programa.

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

3

27. 22. As aplicações de realidade aumentada destinam-se apenas aos jovens.

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

28. 23. Os jogos nos museus destinam-se apenas aos jovens.

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

29. 24. O uso de uma aplicação de realidade aumentada pode influenciar negativamente a sociabilidade entre visitantes num museu.

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

30. 25. Estou disposto a pagar por uma aplicação de realidade aumentada que melhore a minha experiência de visita.

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

31. 26. Considera fácil a utilização de uma aplicação de realidade aumentada?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

32. 27. Considero que as aplicações de realidade aumentada ocupam muito espaço na memória do smartphone.

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

33. 28. Considero que ter de fazer o download de uma aplicação de realidade aumentada, pode levar-me a não a utilizar?

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

34. 29. Considero que as recomendações de outros visitantes através de uma aplicação, podem ajudar-me a definir um percurso de visita.

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

35. 30. Considero que no caso da aplicação de realidade aumentada ser um jogo, o factor competitivo é importante.

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

36. 31. Considero interessante uma aplicação que coloca o visitante no papel de detective, propondo-lhe a procura de objectos com o objectivo de construir uma linha cronológica.

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

37. 32. Considero que se pudesse colecionar os objetos de que mais gostei durante a visita, recolhendo boas imagens, partilhava essas imagens nas redes sociais.

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

38. 33. Utilizaria uma aplicação que tivesse um jogo que premiasse as respostas corretas a perguntas, sendo o prémio colecionar um álbum de imagens dos objectos em exposição.

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

39. 34. Considero interessante a manipulação da imagem de um objeto museológico para dar origem a um novo objeto.

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

40. 35. Considero interessante que haja atividades em ambiente de workshop no Museu, que recorram a aplicações de realidade aumentada com o intuito criativo de exploração da coleção.

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

41. 36. Considero que um jogo como, "descobre as diferenças" entre um quadro real e o que está a ser visualizado numa aplicação de realidade aumentada, pode ajudar o visitante a ficar a mais atento a pormenores desse quadro.

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

42. 37. Considero importante a existência de uma aplicação de realidade aumentada que, ao apontar a câmara do telemóvel para um esqueleto, visualize o animal em 3D no ecrã.

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

43. 38. Utilizaria uma aplicação de realidade aumentada cujo guia fosse um modelo virtual de uma personalidade histórica.

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

44. 39. Considero entusiasmante colocar um objeto museológico no seu ambiente histórico, através de realidade aumentada, como por exemplo, uma ânfora romana numa cozinha da época.

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

45. 40 - Considero importante visualizaros documentos antigos (de arquivo) ou a imagem em raio-x de uma tela de um quadro, para revelar o que se encontra escondido por baixo da sua superfície.

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

46. 41. Considero cativante uma aplicação em realidade aumentada que mostra a linha cronológica e o mapa da origem de um objeto, correlacionando-o com outros objetos em exposição.

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

47. 42. Considero que a manipulação da imagem de uma obra de arte desrespeita o autor.

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

48. Deixe aqui o seu comentário

This content is neither created nor endorsed by Google.

Google Forms

Anexo B

Comentários dos participantes: Grau de Aceitação do uso de AR

“Como em tudo, a mais-valia está no meio-termo. Se a realidade aumentada for usada para incentivar o conhecimento, penso ser fenomenal. Se for usada como entretenimento não só vejo como nada apelativo como também irá prejudicar a visita daqueles que ainda procuram um museu para contemplar.”

“Eu penso que o uso da realidade aumentada pode ser boa, no entanto penso que seja importante não perder o contacto com o guia numa exposição. Acho que também será importante que haja 2 tipos de experiências, as ditas tradicionais sem aparelhos tecnológicos e a de realidade aumentada, pois se estiver muita gente com um tablet ou telemóvel numa sala de exposições estes poderão "tapar" a obra ou criar distrações ou ruído para quem não está a usar a aplicação. Outro aspeto que eu penso que seja importante é que caso seja um jogo com recompensa, o público poderá por o olhar na obra em segundo plano com a intenção de ganhar. Espero que tenha sido útil. De resto, desejo continuação de bom trabalho.”

"O decorrer do tempo levará a que consideremos normal tudo aquilo que agora possa parecer disparatado. Sem exageros, é bom ir ao encontro do interesse de cada visitante, desde que o dos restantes também seja respeitado. Um Museu tem uma função pedagógica que não deverá permitir que a recreativa se lhe sobreponha. A AR em forma de jogo poderá estimular a curiosidade do visitante e o prémio é imediatamente obtido, preenchendo-lhe o ego ou revelando até onde seu conhecimento e sua perspicácia lhe permitiram chegar. Votos de bom trabalho!"

“O uso de novas tecnologias no museu deve desenvolver novas capacidades no visitante. Deve estimular o ato de ver, explorar os objetos. Os objetos ganham com a realidade aumentada, na medida em que eles podem ser inseridos nos seus contextos e em novos contextos e todo um conjunto de novas narrativas podem surgir. Julgo que nesta área ainda temos um caminho a explorar, pois não podemos reduzir tudo a um jogo, este deve ser um suporte didático e basear-se em investigação histórica validada e adaptada.”

“Acho melhor uma app nativa do que uma webapp por causa da facilidade em gerir as permissões. Em termos de gamification da APP, não considero que seja muito importante, talvez pequenos quizzes ou o "encontra as diferenças" de quando a quando durante a visita fossem suficientes”

“Há muito o que se explorar. MR é uma área nova com muito potencial.”

“Boa iniciativa para atração de mais público aos ótimos museus portugueses que estão ainda pouco adaptados aos novos públicos digitais.”

“Deveria se apostar mais nisto para cativar a ida aos museus e ser uma visita mais interativa.”

Para considerar instalar mais uma APP só para visitar um museu, teria que ser ultraleve e compatível com telemóveis e SOs antigos”

“Dado que a aplicação é um meio visual (geralmente, excluindo certas aplicações e modos para invisuais), fiquei confuso sobre o uso de linguagem gestual ao invés de simplesmente texto (talvez para crianças surdas que ainda não saibam ler)”

“Todas as problemáticas aqui levantadas são muito importantes. Apenas acrescentaria importância da atualização da "realidade aumentada", tantas vezes esquecida e a eficaz divulgação da mesma junto da comunidade e/ou público. Fico ansiosa pelo resultado do inquérito e de todo o trabalho de investigação. Bom trabalho!”

“O conhecimento é o passaporte para a liberdade e tudo que possa criar curiosidade é bem-vindo.”

“Considero importante que estas questões não se circunscrevem somente à realidade dos museus, como também à visita/experiência cultural em âmbitos distintos e mais alargados (visita a um sítio arqueológico, por exemplo, a um edifício, etc.).”

"Na situação atual em que vivemos faz todo o sentido uma aplicação de realidade aumentada! Quer na visita a um museu, quer na consulta de uma visita online! "

“Algumas respostas foram dadas num âmbito geral porque a meu ver a sua aplicabilidade deverá surgir de acordo com o público-alvo. O descarregar a APP para telemóvel tem múltiplas vantagens, mas ainda temos público com telefones analógicos que impedem a utilização e diminui a possibilidade de abrangência total.”

Anexo C

Análise de dados do questionário

Tabela 22 Tópicos de análise do TAM e cálculos somatórios das perguntas correspondentes

TÓPICOS DE ANÁLISE TAM	QUESTÕES E SOMATÓRIOS
VARIÁVEIS EXTERNAS	SUM [VARIÁVEIS EXTERNAS]
QUALIDADE & SISTEMA	SUM [A+B]
[A] QUALIDADE DA INFORMAÇÃO	1+2
[B] QUALIDADE DO SISTEMA	3+4+5+(-6) +7
CUSTOS DE UTILIZAÇÃO	(-8) +(-9) +(-10) +(-11)
RISCO	12+(-13)
INOVAÇÃO PESSOAL	14+15
CONDIÇÕES FAVORÁVEIS	16+(-17)
PERCEÇÃO DE UTILIDADE	18+19
PERCEÇÃO DA FACILIDADE DE UTILIZAÇÃO	20+21
ATITUDE EM RELAÇÃO À UTILIZAÇÃO	SUM [FAVO.+ DESF..]
FAVORÁVEL	(-22) +(-23)
DESFAVORÁVEL	(24)
INTENÇÃO COMPORTAMENTAL	25+26+(-27) +(-28)
USO REAL DO SISTEMA	29+30





































































Tabela 23 Modelo de análise para o TAM com integração dos dados tratados

TÓPICOS TAM	Liker	%
VARIÁVEIS EXTERNAS	3,5	71%
QUALIDADE & SISTEMA	4,2	84%
QUALIDADE DA INFORMAÇÃO	4,5	91%
QUALIDADE DO SISTEMA	3,9	78%
CUSTOS DE UTILIZAÇÃO	3,0	61%
RISCO	4,4	87%
INOVAÇÃO PESSOAL	3,5	69%
CONDIÇÕES FAVORÁVEIS	2,6	52%
PERCEÇÃO DE UTILIDADE (U)	4,4	87%
PERCEÇÃO DA FACILIDADE DE UTILIZAÇÃO (PEU)	3,6	73%
ATITUDE (A)	3,5	70%
FAVORÁVEL	4,4	87%
DESFAVORÁVEL	2,6	52%
INTENÇÃO COMPORTAMENTAL (BI)	2,9	58%
USO REAL DO SISTEMA	3,2	65%

Anexo D

Workshop Play the Museum - Caso de estudo 2

TEMPLATES UTILIZADOS NO WORKSHOP

<p>1. Quiz   </p> <p>As perguntas devem ter diferentes ficheiros multimédia (sons, vídeos e imagens 2d e 3D). Deve surgir a resposta correta assinalada.</p>	<p>13. Intruso   </p> <p>Encontrar elemento intruso que está sobreposto à imagem.</p>	<p>6. Agrupar   </p> <p>Os objectos devem ser apanhados e colecionados, para criar conjuntos, até terminar o tempo.</p>	<p>21. Adicionar itens à sua coleção   </p>
<p>2. Quiz com ordenação   </p> <p>As perguntas/imagens podem ser ordenadas, de forma a criar uma sequência.</p>	<p>17. Sugestões de visita   </p>	<p>7. Percursos   </p> <p>Ligar os pontos da mesma cor para criar um fluxo e preencher o quadro. Não é possível interceptar cores.</p>	<p>22. Comentar/Avaliar itens da coleção   </p>
<p>8. Forca   </p> <p>Jogo de adivinhar palavras com limite de tentativas.</p>	<p>19. Partilha de imagens /vídeos   </p>	<p>14. Passeio   </p> <p>Um jogador num passeio vai apanhando itens para a sua coleção.</p>	<p>11. Detective   </p> <p>Percorso linear com grupos que têm que resolver "mistérios". Com pistas em diferentes POIS</p>
<p>5. Diferenças   </p> <p>No local encontrar as diferenças da imagem/ objecto manipulado do que está a ser observado. Cada ponto de diferença tem uma observação.</p>	<p>20. Manipular imagens   </p>	<p>3. Timeline   </p> <p>À medida que se coleciona itens (mecânica tipo Super-Mário), vai sendo criada uma cronologia.</p>	<p>12. Tesouro   </p> <p>Percorso não-linear. Encontre locais e jogue mini-jogos em cada POI, até encontrar o tesouro escondido final.</p>
<p>9. Sombras   </p> <p>Encontrar a sombra correcta do modelo apresentado</p>	<p>15. Jogo individual </p> <p>Para definir um jogo novo.</p>	<p>4. Story-map   </p> <p>Neste jogo é possível fazer um diário. Colocar o local no mapa e descrever o que acontece no tempo</p>	<p> objeto</p> <p> coleção</p> <p> local</p> <p> percurso</p> <p> individual</p> <p> coletivo</p>
<p>10. Labirinto   </p> <p>Fazer um elemento chegar a um determinado ponto através de um labirinto.</p>	<p>16. Jogo a dois </p> <p>Para definir o jogo ou alterar e mecânica para dois jogadores de um outro jogo</p>	<p>18. Roteiro personalizado   </p>	

1. QUIZ

local

grupo

objectivo

explorador | competitivo
colaborativo | criativo

exemplo

imagem da vitrine

Modalidades de Realidade Aumentada:

- imagem
- imagem 3D
- video
- som
- mapa
- realidade aumentada

Pergunta / Actividade

1.....

2.....

3.....

4.....

MODALIDADES COM REALIDADE AUMENTADA

1. Surgem Imagens sobrepostas
2. Surge personagem.....
3. Surge informação
4. Surge o ambiente em 3D
5. Surge uma timeline
6. Surge um mapa
7. Surge um som
8. Surge uma vibração
9. Óculos de AR
10. Outra AR.....

2 menino de bronze.....

1.....

2.....

3.....



1.QUIZ

☰

🖼️ 🎲 📺 YouTube 🎧 🌐 📄

🔊

1.....
2.....
3.....

1.QUIZ

☰







🖼️ 🎲 📺 YouTube 🎧 🌐 📄

🔊


1.....
2.....
3.....




2. QUIZ ORDENAÇÃO

☰

☰










1.....
2.....
3.....




2. QUIZ ORDENAÇÃO

☰

☰

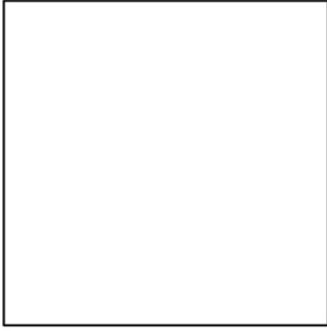








1.....
2.....
3.....

3.TIMELINE

☰



☰










.....







ANO.....

3.TIMELINE

☰

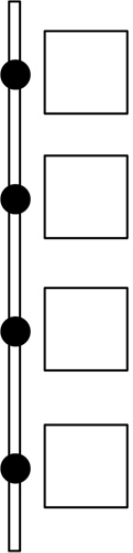



☰

.....

Apanhe os itens para a cronologia



.....

4.STORYMAP

4.STORYMAP

Escolhe o local para iniciares a história

Navigation icons: Home, 3D, YouTube, Audio, Globe, Document

Location pin icon

Back button (left arrow)

Narra a tua história


Navigation icons: Home, 3D, YouTube, Audio, Globe, Document

Location pin icon

Microphone icon


Text icon (notepad and pencil)


  Diferença
I.....


Bem observado! 

De facto,

1/4



Encontra as diferenças com o que vês. 



6. AGRUPAR

6. AGRUPAR

objectos

- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....
- 5.....
- 6.....

Apanha os objectos e arrasta até à pasta correcta

1/6

PS: Sempre que estiver mal agrupado, é dado um aviso

Stiker

Bem organizado.

7. PERCURSOS

.....

Stiker

Boa

.....

.....

7. PERCURSOS

.....

Stiker

Boa

.....

.....

Nº de tentativas

.....

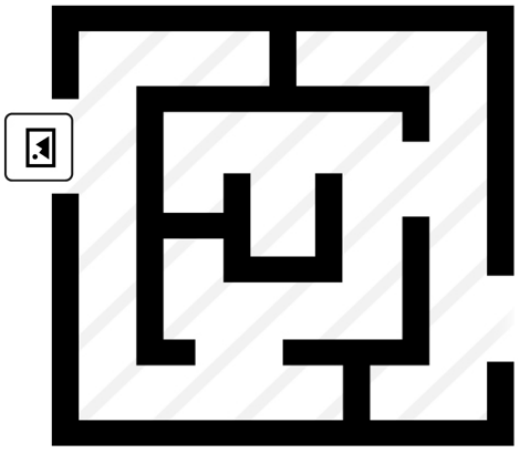
9. SOMBRAS

9. SOMBRAS

10. LABIRINTO

10. LABIRINTO

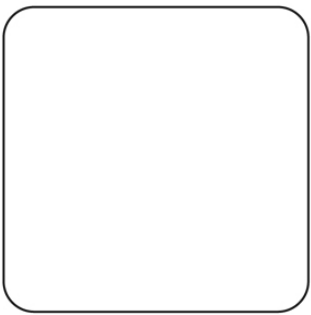
10. LABIRINTO



Percorre o labirinto até à saída

Stiker

10. LABIRINTO




.....


.....


Stiker


11. DETETIVE


11. DETETIVE





 imagem


 imagem 3D

 vídeo

 som

 mapa

 realidade aumentada

 Pergunta \Actividade


Respostas (2-4)







1.....

2.....

3.....


4.....





     

.....

.....

 Próximo ponto

 Boa! Tens aqui a dica para o próximo ponto





.....


.....


12. TESOURO


12. TESOURO





 imagem


 imagem 3D

 vídeo

 som

 mapa

 realidade aumentada

 Pergunta \Actividade


Respostas (2-4)







1.....

2.....

3.....


4.....





     

.....

.....

 Boa!
Tens aqui a dica para o próximo ponto



 Próximo ponto

.....

.....

13. INTRUSO

13. INTRUSO

.....

.....

Intruso

.....

.....

Encontre o intruso na imagem

.....

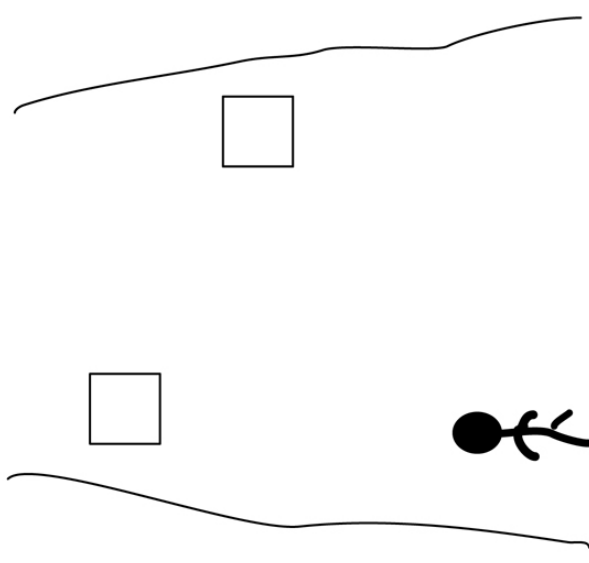
.....

Boa

Stiker

14.PASSEIO

14.PASSEIO

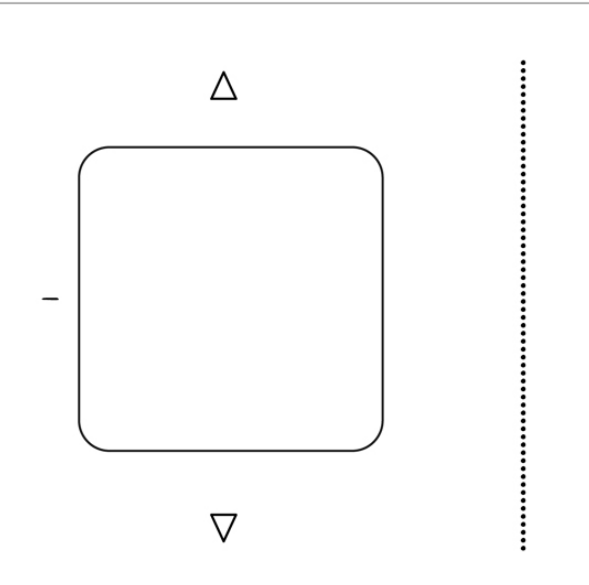



objectos

- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....
- 5.....
- 6.....

Dá um passeio e coleciona o que conseguires.

1/6

Boa

Stiker

16. JOGO A DOIS

[Empty rectangular box]

[Empty rectangular box]

[Empty rectangular box]

DESCRIÇÃO

[Large empty rectangular area for description]

DESCRIÇÃO

[Large empty rectangular area for description]






Mini-jogo

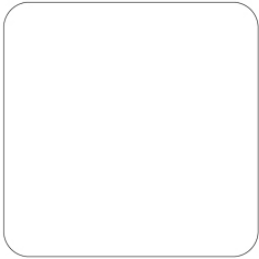


.....


17. SUGESTÕES VISITA

☰






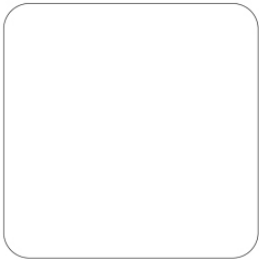
..... /
..... /
.....
.....
.....




17. SUGESTÕES VISITA

☰

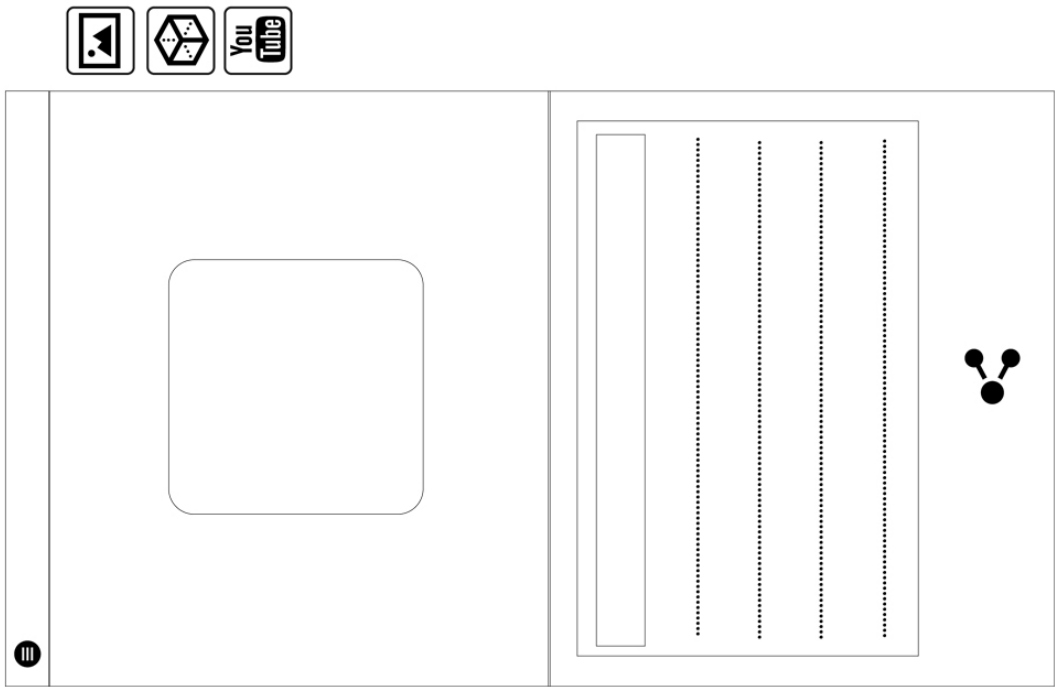


..... /
..... /
.....
.....
.....

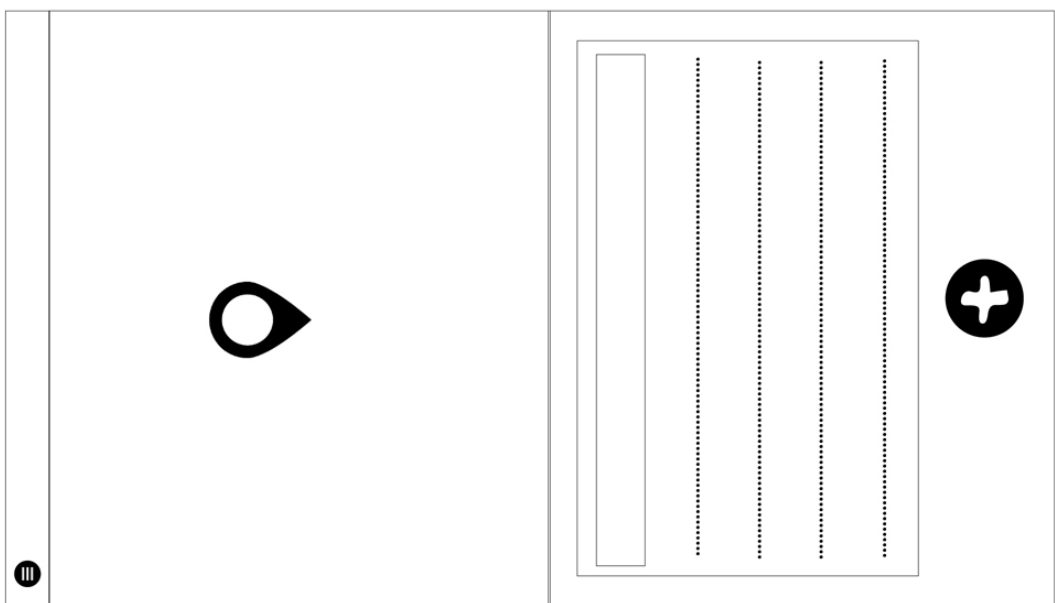




18. ROTEIRO PERSONALIZADO



18. ROTEIRO PERSONALIZADO



19. PARTILHAR IMAGENS/VIDEOS

The interface consists of a main content area with a large rounded square placeholder for an image or video. Above this area is a horizontal bar containing three icons: a camera, a gallery, and the YouTube logo. In the bottom-left corner of the main area is a hamburger menu icon. To the right is a vertical panel containing a solid rectangular input field at the top, followed by four horizontal dotted lines for text entry, and a share icon at the bottom.

19. PARTILHAR IMAGENS/VIDEOS

The interface consists of a main content area with a large rounded square placeholder for an image or video. Above this area is a horizontal bar containing three icons: a camera, a gallery, and the YouTube logo. In the bottom-left corner of the main area is a hamburger menu icon. To the right is a vertical panel containing a solid rectangular input field at the top, followed by four horizontal dotted lines for text entry, and a share icon at the bottom.

20. MANIPULAR IMAGENS

ferramentas

.....

.....

.....

.....

20. MANIPULAR IMAGENS

objectos

1.....

2.....

3.....

4.....

Selecione a imagem para a alterar.
Usa as ferramentas.

21. ADICIONAR COLEÇÃO





21. ADICIONAR COLEÇÃO

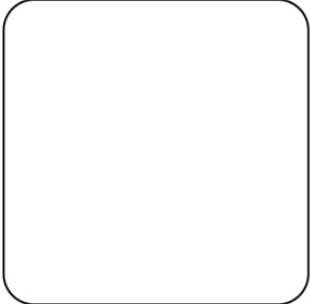
The screenshot shows a mobile application interface for adding a collection. At the top left, there is a hamburger menu icon. Below it is a large, empty rounded rectangular box for a profile picture. To the right of this box are two horizontal dotted lines for text input. At the top right, there is a row of six icons: a play button, a cube, the YouTube logo, a speaker, a globe, and a document with a checkmark. Below these icons is a 'Stiker' button with a sticker icon. At the bottom right, there is a volume icon and two more horizontal dotted lines.

This is an identical duplicate of the screenshot above, showing the same mobile application interface for adding a collection.

22. COMENTAR E AVALIAR

☰



☆ ☆ ☆ ☆ ☆

..... /

.....





.....

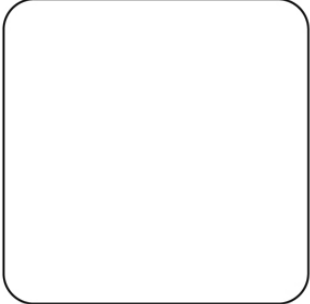
.....

.....

22. COMENTAR E AVALIAR

☰



☆ ☆ ☆ ☆ ☆

..... /

.....

.....

.....

.....

Three empty rectangular boxes stacked vertically on the left side of the page.

Top navigation bar containing icons for: Home, 3D, YouTube, Audio, Globe, and a document with a magnifying glass. A dotted line extends from the right side of the icons.

Main content area with a speaker icon in the top right corner and a hamburger menu icon in the bottom left corner.

Three empty rectangular boxes stacked vertically on the left side of the page.

Top navigation bar containing icons for: Home, 3D, YouTube, Audio, Globe, and a document with a magnifying glass. A dotted line extends from the right side of the icons.

Main content area with a speaker icon in the top right corner and a hamburger menu icon in the bottom left corner.

Anexo E

Entrevistas – Caso de Estudo 2

PERGUNTA 1

Considera que estas experiências têm interesse para si e para o público, porquê?

1º GRUPO - *STAKEHOLDERS*

Forma de engajar.

Mais ligação.

Forma divertida de aprender.

Como guia utilizaria as diferentes experiências para públicos diferentes.

Usaria de várias formas para passar a mensagem.

Acho as atividades mais importantes aquelas que acrescentam informação ao local.

Não usava com grandes grupos.

Em tempos Covid, com 8 crianças usaria a aplicação.

Daria para usar com diferentes públicos.

O público está interessado no museu e não na aplicação, pelo que não vai ao google play e descarrega a aplicação para ir ao Museu.

É apelativa para o público que já existe.

Gostei da forma como passa a mensagem.

Usaria todas as experiências nas visitas. Aplicava aos currículos escolares.

Parabéns.

Acho útil porque adiciona à exposição informação ao que está exposto. Os públicos mais jovens e adolescentes gostam de coisas interativas.

Acho que é vantajoso consultar a equipa que está aqui todos os dias e perceber o que fazem com os diagramas. Particpei nos dois *workshops* e gostei de participar e acho que faz todo o sentido.

Acho que poderia ser mais interessante para visitas sem guia. É importante dar um input na aplicação faz todo o sentido a co-autoria.

Gostei muito da experiência.

2º GRUPO - INVESTIGADORES

A exposição ganhou uma nova dimensão. Abre a mais informação e a participação é imersiva. Há pessoas que vão buscar muito das atividades.

Gosto de ser no nosso próprio telemóvel. Gosto que ajude a pessoa a guiar-se na exposição por esta experiência sem ser imposta. Pode ser interessante para uma família, os pais podem ver com calma e os miúdos podem estar mais entretidos. Podem fazer mais que uma visita com e sem experiências.

É quase uma caça ao tesouro, seria bom fazer a experiência com a família. Fazer o diário implica um empenho redobrado, o meu filho gostaria de fazer esta atividade com calma e empenho, para ficar um diário bonito. Cria interatividade entre os participantes.

Os vídeos devem ser pequenos, no máximo 2 minutos.

As escolhas foram influenciadas pelo tour que fizemos. Há atividades com mecânicas iguais, que retiram o factor novidade que é muito necessário que podem retirar o interesse.

É preferível apostar num tipo de público, para escolas e crianças pode ser uma ajuda. Nem todas as experiências foram trabalhadas para adolescentes. Tv dos 8-12 poderia ser muito interessante para os cativar. Para os motivar a saber mais.

Vale a pena fazer este tipo de atividades, trazer pessoas de vários sectores público e privado para ajudar o Museu a adotar ferramentas tecnológicas para promover mais engagement, para divulgação. Sem cair na tentação de atirar tecnologia para resolver um problema, não é a tecnologia que a resolve. O mais importante são as pessoas, é a massa crítica. Tecnologia qualquer um desenvolve, qualquer dia é ela própria que se desenvolve...

De um ponto de vista tecnológico, outros museus deveriam adotar este tipo de experiência, em que cada uma deverá adequar a cada experiência ao sítio. Gosto de ter uma opção de escolha e deve ser uma descoberta.

Seria importante, no sentido em que potencia a exposição, especialmente em alguns locais em que o público não iria prestar tanta atenção. Seria muito utilizado por um público mais jovem dos 6-20, porque interagem muito com o telemóvel, desta forma conseguiriam reter melhor os conceitos.

3º GRUPO - ADOLESCENTES

É interessante, porque é diferente. A relação entre as experiências e a tecnologia faz com que atraia mais as pessoas. Acho que era giro fazer com as minhas amigas. Já tinha vindo ao museu botânico, mas nunca tinha visitado a galeria.

Já cá tinha vindo várias vezes. Esta experiência surpreendeu-me. Gostei muito e gostava de fazer com uma amiga, ia ser fixe. Mas também gostei de fazer sozinha. Acho que usar o telemóvel é bom porque as novas gerações usam muito o telemóvel e ficam a saber mais do que se passa à volta.

Já cá tinha vindo. Esta experiência foi diferente, gostei mais. Vinha com amigos que gostassem de ciência e biologia.

Acho que é uma maneira mais fácil de fazer a visita. Era mais divertido fazer com uma amiga. Preferia usar a aplicação do que fazer uma visita guiada. Fazia em família, com os meus pais e o meus irmãos de 7 e 15 anos também iriam gostar.

Já tinha estado na galeria. Mesmo para uma criança mais pequena fazer joguinhos no telemóvel torna a visita mais interessante. Quando vinha para aqui o meu pai disse que se for interessante, vimos cá quando estiver implementado. E eu disse-lhe que é interessante porque é inovador e gosto deste tipo de coisas. Uma aplicação num Museu é fixe. Gostava de o fazer com a minha família e os meus amigos. Há partes que era giro competir. Se viesse com o meu irmão e se cada um tivesse um telemóvel, poderíamos competir e ver quem encontrava o ovo primeiro ou o peixe-balão.

Já cá tinha estado na Galeria. Gostei porque fiquei a saber bastantes coisas que não sabia. Mas acho que é interessante e há pessoas que também iriam gostar. Acho que se destina a crianças e jovens, mas também é divertido para adultos. Há vantagens para a galeria, eu ficava a saber mais coisas que não sabia e é divertido conhecer coisas novas.

Preferia que a aplicação estivesse na internet, do que se tivesse que descarregar, porque se calhar depois da visita desinstalava para não ocupar espaço.

Já cá tinha estado. É giro, diferente das outras visitas. Eu gostei mais. É muito melhor fazer com amigos do que sozinho. Assim pudemos fazer algumas coisas em conjunto. Fazia-o com a minha família e acho também interessante fazer com a escola.

Eu acho que nas visitas de estudo seria interessante porque dava mais informação e dava para partilhar com os outros para virem. Recomendaria esta aplicação. Não me lembro se já cá tinha estado, mas se tivesse feito esta experiência tinha-me lembrado. Eu acho que as pessoas da minha idade iam gostar. Acho que as crianças iam gostar. Gostaram muito de fazer juntas e acham que se viessem com a turma, até podiam fazer equipas.

O Darwin poderia mexer-se apontássemos a câmara e dizer alguma coisa.

Melhor do que a minha típica visita a um Museu. Vejo-me a olhar mais para as coisas e aprendi. Acho que preferia este tipo de experiências a uma visita guiada porque poderia fazê-la ao meu ritmo. Fazia a experiência com um amigo e com o meu irmão, os meus pais teriam mais dificuldade com o telemóvel. Acho que poderia haver algo que apelasse mais à criatividade da pessoa.

PERGUNTA 2

O que achou do sistema de navegação, refiro-me a ter apenas acesso às atividades por vibração.

1º GRUPO - *STAKEHOLDERS*

Há precisão.

Espectativa.

Há vantagens porque apenas é necessária uma aproximação.

Foi perfeito, tirando o erro no Globo.

Gostei, não tem de se estar sempre a olhar para o telemóvel.

Por um lado, se eu souber posso canalizar para o que gostaria de ver, no entanto obrigar-me a fazer todas conseguimos cativar para todas as atividades.

Poderia ter um carimbo por cada atividade feita.

Achei simples e pareceu-me estar a funcionar bem.

É o sistema que é ativo na interpelação. São os conteúdos que chamam o utilizador.

Acho mais interessante este sistema, pode haver quem possa gostar de saber se fizeram tudo.

Fazer uma espécie de passaporte no final, mas não precisa de saber onde estão.

O factor surpresa e expectativa é importante.

Achei bem haver espaços em que há atividade e outros não.

Achem bem a seleção dos locais, onde houver atividade física, não há experiência na aplicação.

Prefiro que vibre, pois, posso observar, prefiro do que navegar num mapa.

Acho que ajuda para passar a mensagem.

Bom, podia ser ampliado se tivesse som. Se o telemóvel estiver no bolso o som ajuda.

Se for uma coisa muito evoluída posso não querer descarregar. Gosto mais que haver a possibilidade de usar um telemóvel do museu. Aumenta o tempo de permanência na sala; a interação; o conhecimento, a estimula a criatividade e a competição.

A vibração não perturba os visitantes, não gostaria de ouvir os sons dos outros.

Acho bem que as pessoas não estejam sempre focadas no telemóvel.

2º GRUPO - INVESTIGADORES

As vezes estar atenta ao telemóvel pode fazer perder a atenção para as outras partes do Museu. Acho interessante pois pode fazer parar e ver. Acho que é bom ser surpreendido, pois pode fazer as pessoas parar em locais que à partida poderiam ter excluído.

Gosto porque dá liberdade às pessoas de verem a exposição ao seu ritmo e na sua ordem. A vibração é subtil, e gostei de ter liberdade para explorar ou não.

Acho que é uma surpresa, é inesperado o que pode também ser um contra porque nos pode escapar alguma. Mas isso pode ser colmatado com a indicação do número de experiências existentes, depois poderíamos ver o que nos faltou.

Está muito sujeito a bugs, eu prefiro ter o controle. O meu problema com os *beacons* é que se a tecnologia falha, o museu não tem na sua equipa pessoal técnico para corrigir o problema. Acho que é um perigo nesta altura instalar *beacons*, porque se houver necessidade de intervenção técnica o museu não tem essa capacidade nem meios financeiros para o corrigir. Devemos devolver o controle pelo utilizador.

Só uma vibração é bom, não é preciso ter um toque. Esta subtileza obriga a andar e explorar o espaço. Funcionou bastante bem. Não falhou em nada que tenha notado.

Parece-me bem, só ter as atividades em cada local, porque assim o foco do utilizador é para fazer aquela atividade e não estar preocupado em fazer as outras atividades.

3º GRUPO - ADOLESCENTES

A vibração é um bom método de saber onde estás e qual é a atividade que vais fazer. Prefiro não saber quais atividades vou fazer, acho mais apelativo.

Gostei que vibrasse e gostei de ser assim, porque se tivesse uma lista, já ia mais preparada porque já sabia o que ia acontecer, e não ia ficar tão surpreendida, e não ia achar tanta graça.

Está bem feito, e é mais giro do que dizerem o percurso. É mais giro assim do que ter uma lista porque é menos complicado.

É inovador, nunca estive num museu que o fizesse. Que fosse descobrindo à medida que fosse entrando nas salas sabia o que tinha que fazer, é quase uma caça ao tesouro. À medida que ia avançando, mesmo numa sala que poderia ser menos interessante, a atividade tornava a visita mais interessante. Acho que mesmo para crianças mais pequenas iam gostar de o fazer. As atividades eram interessantes.

Achei interessante a parte de vibrar. Se eu tivesse o poder de escolher as atividades que eu ia fazer acho pior. Porque se soubesse só escolhia o que gostava, assim fiquei a saber outras coisas e ficar com mais cultura.

É giro que o telemóvel saiba onde estamos. Tem mais piada não saber antes onde estão as atividades. Dessa forma posso fazer todas.

Eu acho melhor vibrar e ficamos logo a saber o que vamos fazer. Ficamos curiosos em saber o que vai acontecer a seguir. Para os mais idosos que percebem menos de tecnologia é bom que vibre, porque assim ficam a saber que há uma atividade.

Gostei porque estimula a exploração do museu todo. Se tivesse uma lista, fazia com que andasse à procura das atividades.

PERGUNTA 3

O que pensa sobre a partilha de conteúdos digitais efetuados a partir de uma aplicação da GB?

1º GRUPO - STAKEHOLDERS

É positivo.

Permite uma experiência em comunidade.

É importante para a divulgação para o exterior, é importante a recomendação nas redes sociais

É mais personalizada e direcionada.

É importante para a divulgação para o exterior, é importante a recomendação nas redes sociais.

Acho que deve haver preocupação em haver a sensação de comunidade.

Deveria ser posto a informação legal do uso das imagens. Poderia ser dado a possibilidade de ficar no seu próprio dispositivo ou enviar para o seu email.

Se o objetivo é aumentar a imagem e comunicação, acho importante.

Podemos fazer competitividade com multiutilizadores entre visitantes.

A tecnologia faz-nos falta, e podemos associar a parte lúdica à científica.

Não partilhava como adulto.

A partilha pode estimular a procura.

2º GRUPO - INVESTIGADORES

Não gosto de partilhar pessoas. Acho interessante um ranking e o sentido de comunidade do Museu. Acho que podem partilhar nas suas contas de redes sociais, mas não deve estar disponível numa nuvem que todos possam ter acesso.

Não partilhava pela minha personalidade, mas acho que as pessoas iriam gostar. Gostei da borboleta, mas guardava para mim.

Acho que a partilha através de uma aplicação da Galeria não funciona. As partilhas servem para que os outros saibam da nossa existência e para que outros também o façam. Aqui não tens experiências emocionais suficientes que respondam a essa questão.

Por vezes é preferível preparar um bom enquadramento para as partilhas, um sítio onde todos façam o ponto de partilha. Passando os outros a fazer a comunicação do Museu.

O ter um mural para cada atividade, é lúdico e colaborativo, ajuda a ligar com outras pessoas que fizeram a experiência. Podia ligar ao domínio ou website, a uma *cloud*.

Parece-me bem que estes tipos de espaço pedem que haja este tipo de atividades. E já que gostam dessa parte, acho bem que exista essa possibilidade nas experiências.

3º GRUPO - ADOLESCENTES

Acho mais interessante adaptar este tipo de experiências à tecnologia. Acho giro partilhar este tipo de conteúdos.

Eu acho fixe, não gosto de tirar fotos, mas há outras oportunidades como escrever. É muito criativo.

Acho que este tipo de conteúdo é partilhável.

Eu acho que é uma boa maneira de divulgar o projeto. Eu partilhava com os meus amigos, mas gostava de guardar para mim.

Eu partilhava por exemplo o Milho, eu não fazia ideia que era tão importante. Dependendo da informação, mas acho que o divertido partilhava mais. Acho que alguns conteúdos sérios também são divertidos de partilhar.

Eu gostei e achei que estava diferente, nunca tinha visto numa exposição. Eu partilhava os vídeos é divertido.

Eu gosto de partilhar, se viesse com amigos partilhava com a minha família.

As pessoas gostam de partilhar e seria um meio de expor o Museu ao público.

ACTIVIDADES

1. OVOS

1º GRUPO - STAKEHOLDERS

Tive dificuldade de encontrar o ovo, mas passa a mensagem.

O que é pedido, mais ou menos ao acaso... pode dar um bocadinho de confusão. Deveria ser mais encaminhado o ovo para não frustrar. No final não há ligação com o ovo da vitrine.

Poderia ser usado no 2º ciclo.

Obriga a explorar o módulo, a rir-se com " o tamanho do diospiro ", tem vídeos didáticos e interessantes, as aves é um mundo que fascina as pessoas, esta é a vitrine mais fotografada.

Leva o visitante a identificar o ovo. Está claro e bem explicado.

Gostei, mas fiquei frustrado porque não encontrei o ovo, apesar de saber como é um ovo de crocodilo. Ficaria a procurar, mas gostava que no final da experiência me dissesse onde estava o ovo.

2º GRUPO - INVESTIGADORES

Tive dúvidas na escolha da fruta, perdi a vontade.

Acho que me esforcei em encontrar o ovo, e gostei de explorar.

Descobrir a dimensão do ovo de crocodilo, foi uma surpresa. É bom começar com uma surpresa.

Aprendi um bocadinho sobre os crocodilos, não me impactou. Senti que a APP me estava apenas a centrar num ovo. Gostaria que fosse mais global com todos os ovos.

Está muito contido num artefacto, é bonito, mas não gosto tanto para explorar.

Vai-se procurar o ovo e descobrir o tamanho.

Não daria muito atenção ao expositor se não tivesse a aplicação.

3º GRUPO - ADOLESCENTES

Achei interessante no vídeo de ver a proteção da mãe crocodilo aos ovos.

Foi fixe ter sabido que um ovo de crocodilo tem um ovo do tamanho de um diospiro e que é rugoso, achava que era muito maior. Foi fixe ver tantas espécies de ovos. Fiquei a olhar de outra maneira aquele expositor do que das outras vezes que cá vim.

Gostei do vídeo e de ir procurar o ovo.

Gostei do vídeo e do tempo pareceu-me bem, pensei que o crocodilo os ia comer... mas não. Gostei de ir procurar com a dica que se tinha o tamanho de um diospiro.

Foi interessante perceber como os crocodilos levavam os filhos para a água. E gostei de ver os diferentes tamanhos dos ovos.

Gostei de ver o vídeo e era difícil encontrar no meio de tantos vos, mas nós conseguimos.

Não sabia nada da informação que estava a ser apresentada, fiquei a saber mais e gostei de ir procurar.

2. MEDICAMENTOS

1º GRUPO - STAKEHOLDERS

Comprimidos para um público de secundário.

Deveria ser feito para vários medicamentos porque tem informação adicional ao módulo.

Acho que é interessante, pois mostra um exemplo de como se chega de um ser vivo - canábis - ao medicamento.

Não achei interessante a escolha do cannabis.

Não achei interessante a escolha da cannabis, poderia ter sido escolhida uma planta do jardim. Não me parece bem que as pessoas saiam do Museu com uma imagem da cannabis.

A analogia é engraçada, para os mais velhos será aliciante. Em termos de aplicação é a que se visualiza menos o módulo, mas está tudo na aplicação, mas tem uma base científica interessante.

Gostaria que me fizesse olhar mais para os medicamentos.

Dá mais informação ao que está exposto. E dá uma informação diferente do que normalmente é explorado aqui, como a química.

2º GRUPO - INVESTIGADORES

Não senti interesse porque não senti interação com o objeto, podia fazer o jogo em casa.

É tipo a ovelha negra das atividades.

Acho que a informação não seria interessante para o meu filho de 10 anos.

Tinha dinâmicas de jogo, mas apenas estar apenas maquete do não ajudou. Para testar pode ser apenas em papel. Não consegui avaliar sem jogar. Acho que tem potencial.

A minha experiência não foi tão boa, porque perdi pouco tempo a olhar para o módulo.

O jogo do “super-mário” é capaz de ficar engraçado, para o público mais jovem é capaz e ser engraçado.

Não senti que a aplicação melhorasse a experiência.

3º GRUPO - ADOLESCENTES

É interessante o desenvolvimento da planta.

Achei fixe, não imaginava que havia medicamentos para tanta coisa, como ajudar a comer mais. Achei criativo o jogo do Mário a apanhar os medicamentos. Foi fixe.

Foi pena não consegui fazer as atividades.

Achei engraçado e bem feito. Gostei do “super Mário”.

Não é um assunto que goste muito. A atividade é das mais engraçadas. Pois vê-se deste que a planta que se apanha num jardim até a um medicamento.

Apreendi mais sobre a canábica e pelo jogo do supermário.

Não sabia que uns medicamentos podiam ser feitos de uma planta e que havia assim tantos medicamentos.

Já sabia do que estava a ser apresentado. Gostei muito.

3. FOLHAS

1º GRUPO - STAKEHOLDERS

Público mais sênior que gosta de plantas faz ligação com o jardim.

Tem ligação com o exterior.

Obriga a prestar atenção ao módulo.

Quando se faz o match acho que não adiciona informação.

Dar as coordenadas para visitar no jardim.

Faz a ligação entre o espaço do jardim que foi trazido para dentro, a aplicação completa o ciclo do jardim para dentro da galeria.

As folhas é importante para convidar os visitantes a visitar o jardim.

Obriga a uma procura ativa.

Há uma aprendizagem no final.

A visita não termina com a visita da árvore que deu origem à folha.

Acho que ficava bastante tempo a procurar.

Gosto de depois poder descobrir onde está a árvore.

2º GRUPO - INVESTIGADORES

Conta a história de todo o espaço interior e exterior, com o desafio de depois ver a realidade.

Pode ser levada para o exterior no jardim, mas também pode ser usada em casa, o que faz levar o Museu para casa.

Acho que promovem a interatividade em família, e desafia a sair para fora e procurar as folhas.

Fazia a visita com a minha família e penso que marcaria a visita.

Na atividade do exterior poderia haver uma outra atividade que completasse a visita. Talvez esta pudesse ser a última.

Obriga-me a explorar, apesar da dinâmica já ser usada. Achei sensacional a indicação da localização no exterior porque convida a sair. Ainda bem que está a ser pensado porque este espaço precisa disso. Não tinha entendido até hoje que essas folhas eram do jardim que é a peça chave da experiência toda.

Até pode impulsionar-me a fazer o meu próprio percurso no jardim pelas folhas que gostei mais

Obriga a procurar.

Achei bastante interativa porque gosto de andar à procurar, e fiquei a saber o nome das folhas o que de outra forma não o faria. Também achei interessante depois poder ir ao jardim encontrá-las.

3º GRUPO - ADOLESCENTES

É engraçado, mas entre as outras foi a menos interessante.

Nunca pensei que aquelas folhas fossem do jardim e que havia tantas árvores com tantos tipos de folhas. Acho criativo ver uma folha e depois ir à procura no jardim.

Encontrar é difícil o que é bom, mas a ideia de vir cá fora era bom. Se adicionarmos o tempo poderia ser competitivo, para ver quem encontrava mais rápido. Não havia necessidade de prémio.

Era giro e competitivo andar à procura das folhas com o meu irmão.

Gostei da ideia da aplicação de no final me dizer onde poderia encontrar essas folhas.

É diferente a ideia de poder vir cá fora saber de onde vem essa folha. Também gostei de ter de descobrir a metade da folha.

Gostei de ter de encontrar a outra metade.

É muito interessante e é incrível a quantidade de folhas que existem no jardim. É incrível a parte de poder ir depois ao jardim. E para as crianças é ainda mais divertido.

Se não tivesse aplicação não teria dado atenção à sala. Fez-me agarrar a atenção e ter algo para interagir.

4. MILHO

1º GRUPO - STAKEHOLDERS

O vídeo pode levantar o debate.

Gosto do quiz de procurar informação no módulo.

Devido ao vídeo, acrescenta uma camada de significado.

Os pormenores de cada tipo de milho estão aqui presentes, a APP acrescenta significado.

O vídeo é muito rico em informação, e tem muitos temas abordados.

Poderia ser usado no 11 ano.

Acho que tinha algo adicional como a parte do pintar. Gosto de fazer desenhos no telemóvel.

Não ficaria preso a ver vídeos.

É parecida com outras, seria mais a parte do jogo.

2º GRUPO - INVESTIGADORES

É interessante o conteúdo a questão da perda da biodiversidade.

Podemos ter dois tipos de vídeo, para as crianças que não está 6 minutos a ver.

A ferramenta não me atraiu, por ser sempre a mesma lógica. Não valorizei porque me obriga a olhar no ecrã, saltei o vídeo, mas no museu não quero ver vídeos, quero presença com o objeto. A experiência não pode ser à volta de um vídeo, mas sim do espaço que me rodeia.

Parece interessante e nível do conteúdo e menos a nível de interação. O vídeo está interessante para o conteúdo, no entanto seria bom que fosse mais curto para a maior parte do público.

3º GRUPO - ADOLESCENTES

É interessante e importante ver que o que pode afetar a produção do milho e os cuidados a ter com as diferentes espécies.

Acho o filme bem escolhido. Acho bem ver o filme. Preferi ver o filme a ter alguém a explicar, podia continuar e ver em casa.

Achei engraçado andar à procura da outra metade.

Gostei do vídeo de 5 minutos, e da parte do vídeo sobre o milho ser todo igual e quando isso acontece se houver um vírus. Acho que o tempo do vídeo poderia ser reduzido.

Gostei de saber a história, e como foi sendo importante. Também os pontos negativos e de saber sobre a sua utilização em medicamentos e outras coisas que não são para comer.

O vídeo estava muito giro e pensei que só havia um tipo de milho.

O vídeo é demasiado longo, mas é interessante e as animações são muito boas, acho que se fosse mais reduzido ficava melhor. Também gostei de pintar o milho.

Explicou a origem do milho e acrescentou informação. Agarrou-me à exposição.

5. BORBOLETAS

1º GRUPO - STAKEHOLDERS

A mensagem passa através do jogo, põe-nos no lugar do predador.

Entre irmãos podem ver quem alcança mais resultados.

O jogo traduz muito bem o que está exposto e complementa, aprender fazendo.

Acho muito artístico com a *selfie*.

Leva as pessoas a associarem o facto da poluição ter influência na eliminação de algumas espécies e na proliferação de outras.

Poderia ser usado no 11º ano e 12ºano.

É divertido a parte do jogo.

Acho que nas borboletas o ranking não deve ser definido pelo pessoal do museu. Não deveria ter ranking. Apenas se fossem colegas e avaliar colegas.

2º GRUPO - INVESTIGADORES

Transmite uma informação importante, a poluição e a sua consequência para os animais. A seguir fazer a atividade lúdica faz perder a força da mensagem. Perde credibilidade, poderia ser outro tipo de atividade.

Poderia ser uma *selfie* mas cuja mensagem fosse outAR, tipo uma mensagem "não faça poluição".

O jogo é o mais divertido.

Gostei do jogo, é menos interativo com o objeto, mas seria bom para uma visita em família.

Gostei do contexto histórico. Um paralelismo com a história mais humana. Fiquei a olhar mais para o ecrã do que para a instalação, não me fez olhar para a instalação, não percebi a analogia entre a aplicação e a vitrine, mas aprendi algo interessante. Percebi onde andam as Borboletas....

Ignorei o painel.

Não tinha haver com o objeto em si, mas fazia pensar mais, pois fez-me pensar se as borboletas que estavam no expositor iriam sobreviver ou não.

3º GRUPO - ADOLESCENTES

Gostei de saber que o facto de haver poluição no ar e serem mais claras ou mais escuras poderem ser mais visíveis umas do que outras.

Foi fixe. Fiquei admirada com os resultados finais, achava que ia ser 50/50, não me vou esquecer disso.

Percebi a mensagem.

Gostei da *selfie* com a borboleta

Tinha umas borboletas no vidro, com a aplicação fiquei a saber porque havia borboletas pretas e brancas. Isto porque a aplicação me explicou que a causa é a poluição.

Na *selfie* acho que tinha uma borboleta, mas acho que se pudéssemos arrastar a borboleta seria mais giro. Se calhar podíamos usar um filtro, que passava a borboleta branca a preta.

Achei interessante como pode a poluição afetar os animais como as borboletas. Achei bem as *selfies* da borboleta.

Nunca pensei que se podem camuflar tão bem se forem escuras ou claras.

Podia ter mais informação. Gostei da animação.

O expositor não explicava muito bem, e o jogo completou a experiência.

6. COELHOS

1º GRUPO - STAKEHOLDERS

Lebres e coelhos é para os mais pequenos.

Passa a mensagem, ficasse a perceber a diferença.

A parte do final da partilha poderia ser uma mensagem com o Darwin.

Acho engraçado, chama a atenção a parte do joguinho de distinguir a lebre do coelho.

Gosto de chamar a atenção do Darwin estar a olhar para as televisões, pois confronta-se com uma realidade atual.

Acho que resulta como está.

Acrescenta conteúdo à sala.

Achei simples e o objetivo foi transmitido, pode proporcionar à pessoa usar a sua cara no corpo do coelho.

Acho mais lúdico para crianças mais pequenas. Podia ter-se falado de especiação, mas é um conceito um pouco complexo que nem todos os visitantes iriam compreender.

Adequa-se ao 1 e 2º ciclo.

2º GRUPO - INVESTIGADORES

A parte de interação é interessante porque o expositor é bonito, muito realista, mas não dá informação. Não crias nada.

Acho bom que haja atividades com menos níveis de interação e partilha, intercaladas com outras.

Gostei da interação do match, foi curta e pouco impactante, esqueci logo.

Tive menos engagement porque houve uma sequência de atividades idêntica, também a instalação não me cria grande empatia.

Parecem-me todos parecidos, e obriga a perceber as diferenças.

Gostei de ir procurar os coelhos, e de os saber identificar.

3º GRUPO - ADOLESCENTES

Percebi a diferença entre as lebres e os coelhos.

Das outras vezes que cá vim, nunca me tinha apercebido que havia tantos coelhos e tantas lebres e de tantos tipos como desta vez. Foi fixe ver cores e comparar formas ...

Gostei da atividade.

Gostei da explicação das diferenças e de ir procurar.

Achei interessante aparecer a metade e depois ter de ir à procura e encontrar a outra metade, também gostei do jogo de encontrar as várias partes do coelho e da lebre.

Achei giro termos de distinguir o coelho e a lebre e as suas características.

Gostei, mas foi difícil encontrar a metade correta, é difícil distinguir. Mas agora sei as diferenças entre um coelho e uma lebre já consigo distinguir.

Gostei de completar o coelho, porque são imensos e é engraçado. Também é competitivo ver quem encontra primeiro.

Não tinha muito informação.

7. EXPLORADOR

1º GRUPO - STAKEHOLDERS

Explorador dá para todos os públicos.

Ajuda a ver de outra forma o espaço, obriga a olhar para as prateleiras todas a explorar .

Obriga a usar a imaginação para contar uma história nossa, mesmo com conteúdos que não são explicados.

Completa a sala, faz descobrir a sala.

Se não chamarmos atenção, poderia passar ao lado do visitante.

Acrescenta muito à sala.

Põe a pessoa a sonhar e a explorar na primeira pessoa.

Gostei bastante, porque é uma sala difícil de perceber, é escura. Com esta aplicação podem procurar e ser mais criativos.

Acho que se for feito depois de uma visita orientada podem acrescentar conteúdo científico e misturar com a criatividade. Ir de encontro com o que nós queremos que é o encontro entre arte e ciência.

Adequa-se ao 1 e 2º ciclo.

Como adulto apenas gostava de fazer a procura. Não faria a parte do diário.

Cada pessoa pode escolher o seu objeto, gosto de escrever.

2º GRUPO - INVESTIGADORES

No processo educativo acrescentar numa atividade uma expectativa de um mistério inicial é fundamental. O explorar com uma lanterna é interessante para uma criança ou para um adulto.

Criares a tua história é interessante, mas seria também interessante ouvir a história do objeto a seguir para comparar, se ouvires antes vais limitar a criatividade.

Acho engraçada a ideia da lanterna. Gostava que quando o telemóvel estivesse próximo se acendesse uma luz no expositor.

Era interessante que pudesse partilhar e ver a dos outros.

O que é interessante naquela sala é o que está nas vitrines, o acervo parece morto por estar sem luz. Gostei da atividade. A experiência ainda não está resolvida. Pedem para identificar, mas não tive mais informação sobre o objeto. Pode ser melhorado. A construção do diário, parece uma boa ambição. Porque o fazem? O que ganham? Porque estão ali a fazê-lo? Depende do público-alvo. A receita é boa, os condimentos estão lá, mas precisa de ser trabalhada.

Gosto da exploração.

Aquela sala está estranha e o globo ocupa o espaço todo. Faz com que o público veja a restante exposição daquela sala.

3º GRUPO - ADOLESCENTES

Cativou-me procurar os objetos no escuro.

Foi fixe andar com a lanterna a ver os objetos.

Foi a que gostei mais porque era a que tinha mais exploração e escolhi escrever.

Achei engraçado andar a procura no escuro. Fazia a história e era mais giro com uma amiga.

Gostei de ir à procura, foi algo que nunca fiz num museu. Tipo caça ao tesouro.

Foi giro descobrir no meio do escuro os objetos que estavam lá, foi interessante tirar a fotografia e fazer de explorador. Partilhava as histórias com os meus amigos.

Gostei que tivéssemos que procurar umas peças e contar uma história.

Eu gostei muito porque é muito criativo, e se viesse com amigos e familiares seria um momento divertido. É sempre bom criar histórias.

Faz com que as pessoas olhem para o resto da sala.

8. BALEIA

1º GRUPO - STAKEHOLDERS

A Baleia é para todos os públicos.

É o efeito do fantástico, ver o objeto ser vestido e ajuda entender como funciona.

É difícil a sua execução, porém, se o for feito será espetacular.

É importante, porque acrescenta informação e é o objeto central, é uma espécie de ícone

Na parte final no VR, poderia ser interessante criar uma baleia azul, ou ser uma imagem de uma baleia completa. Vinham à galeria e poderiam içar a imagem para levar para casa, oferta digital.

Achei interessante a reconstrução.

Os temas abordados não fazem sentido no local, pois o coração está em cima.

Tem a possibilidade de AR e as pessoas divertem-se a dar vida ao esqueleto.

As curiosidades podiam ter sido as anatómicas que podiam ter sido exploradas através da RA

Muito intuitiva e simples e clara.

Gostei pela interação e sobreposição de AR com o objeto porque consegui perceber mais sobre a anatomia da baleia.

Gostei de ver o objeto em 3 dimensões e poder explorar.

2º GRUPO - INVESTIGADORES

É o objeto chave, e a possibilidade de ter o 3D é interessante.

É giro ver a Baleia por fora e dentro. Pode-se ver o coração lá dentro.

O modelo tem muito impacto e poder agir e ver os órgãos e a dimensão do animal gera um conhecimento maior do animal. Ao ser visualizada gera uma aprendizagem mais fácil para os pais e crianças. Acho que não se iriam esquecer do tamanho do coração. O visualizar ajuda a não esquecer.

A baleia é impactante e é central. Só olhar é uma experiência em si. Gostei de ter dados factos que são comparáveis, como a volumetria com exemplos concretos. Colocar com escalas reais antropomórficas, ajuda a perceber a dimensão. Do ponto de vista tecnológico, pode ficar muito interessante com a AR.

Temos uma grande área para explorar, o ecrã deve aumentar alguma coisa e andar por baixo do esqueleto e pensar as dimensões.

Observar o modelo sobreposto é muito interessante.

3º GRUPO - ADOLESCENTES

Acho muito interessante visualizar no real as estruturas.

Gostei muito da baleia porque fiquei a saber que a baleia tem um coração do tamanho do carro. Achei fixe o 3d. Nunca tinha feito uma experiência destas.

Tive a ideia de poder editar a forma 3d, e alterar as cores e tamanhos. Se adicionaram mais perguntas acho que seria mais interessante.

Gostei do 3d, gostei de ver em transparência.

Gostei das atividades de ver por cima o coração, gostei do 3D. Acho que poderia pesquisar e saber como seria a visão...

Foi muito interessante a parte do tamanho do coração e de como era a baleia. Gostei do 3D porque dava para perceber à volta como é um tubarão. Acho partilhava o 3d com os meus amigos.

Eu não imaginava que uma baleia fosse assim tão grande e também gostei do 3D.

Gostei muito da parte do 3d e fiquei a saber mais sobre o animal.

A parte sobrepor dá uma visão mais real da Baleia e ver os órgãos.

Anexo F

Artigos publicados

ICGI 2019 – International Conference on Graphics and Interaction

A. Coelho, P. Cardoso, M. Camilo and A. Sousa, "Designing of a mobile APP for the development of pervasive games," *2019 International Conference on Graphics and Interaction (ICGI)*, 2019, pp. 153-159, doi: 10.1109/ICGI47575.2019.8955034.

Apresentação do artigo “Gamifying the museological experience” na conferência online do XChange Reality! Exploring the Future of Current Challenges with Augmented and Virtual, St. Pölten, Austria

Coelho, A., Cardoso, P., Van Zeller, M., Santos, L., Raimundo, J., & Vaz, R. (2020). Gamifying the museological experience. In *Proceedings of the XChange Reality! April 27-30, 2020. CEUR Workshop Proceedings (Vol. 2618, pp. 5–8)*. St. Pölten, Austria. Retrieved from: <http://ceur-ws.org/Vol-2618/paper2.pdf>

Apresentação do artigo “Play the Museum: Um Projeto Sobre Jogos Em Ambientes de Aprendizagem Informal Na Galeria Da Biodiversidade” na conferência online 5º Encontro sobre Jogos e Mobile Learning

van Zeller, M., Santos, L., Coelho, A., & Cardoso, P. (2020). Atas do 5º Encontro sobre Jogos e Mobile Learning. Play the Museum: Um Projeto Sobre Jogos Em Ambientes de Aprendizagem Informal Na Galeria Da Biodiversidade. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10316/89364>

Artigo no Journal Frontiers in Computer Science

Coelho, A., Rodrigues, R., Nóbrega, R., Jacob, J., Morgado, L., Cardoso, P., van Zeller, M., Santos, L., Sousa, A. (2020). Serious Pervasive Games. *Frontiers in Computer Science*, 2(August). <https://doi.org/10.3389/fcomp.2020.00030>

Anexo G

Aplicações – Metaverse Studio

Caso de Estudo 2 . Galeria da Biodiversidade



Borboletas

Esta experiência faz parte do projecto de investigação PLAY THE MUSEUM a decorrer na Galeria da Biodiversidade da Universidade do Porto

Scan the code with your phone to open this experience



Folhas

Esta experiência faz parte do projecto de investigação PLAY THE MUSEUM a decorrer na Galeria da Biodiversidade da Universidade do Porto

Scan the code with your phone to open this experience



Quem está aqui?

Esta experiência faz parte do projecto de investigação PLAY THE MUSEUM a decorrer na Galeria da Biodiversidade da Universidade do Porto

Scan the code with your phone to open this experience





Milho

Esta experiência faz parte do projecto de investigação PLAY THE MUSEUM a decorrer na Galeria da Biodiversidade da Universidade do Porto

Scan the code with your phone to open this experience



Medicamentos

Esta experiência faz parte do projecto de investigação PLAY THE MUSEUM a decorrer na Galeria da Biodiversidade da Universidade do Porto

Scan the code with your phone to open this experience



Caça ao ovo

Esta experiência faz parte do projecto de investigação PLAY THE MUSEUM a decorrer na Galeria da Biodiversidade da Universidade do Porto

Scan the code with your phone to open this experience





Diário de um explorador

Esta experiência faz parte do projeto de investigação PLAY THE MUSEUM a decorrer na Galeria da Biodiversidade da Universidade do Porto

Scan the code with your phone to open this experience



Coelho ou lebre


Esta experiência faz parte do projecto de investigação PLAY THE MUSEUM a decorrer na Galeria da Biodiversidade da Universidade do Porto

Scan the code with your phone to open this experience




Caso de Estudo 4

Visita Multissensorial. Museu da Farmácia



#0 MF
Visita multissensorial

Scan the code with your phone to open this experience



Expositor #1 • Explora o tema da manipulação



#1 MF
Expositor #1 • Explora o tema da manipulação

Scan the code with your phone to open this experience



Expositor #2 • Explora o tema da conservação



#2 MF
Expositor #2 • Explora o tema da conservação

Scan the code with your phone to open this experience



Expositor #3



#3 MF
No description

Scan the code with your phone to
open this experience



Expositor #4



#4 MF
No description

Scan the code with your phone to
open this experience



Expositor #5



#5 MF
No description

Scan the code with your phone to
open this experience



Expositor #6



#6 MF
No description

Scan the code with your phone to
open this experience



Expositor #7



#7 MF
No description

Scan the code with your phone to
open this experience



Expositor #8




#8 MF
No description

Scan the code with your phone to
open this experience




Expositor #9



#9 MF
No description

Scan the code with your phone to
open this experience



Deixe a sua opinião sobre a experiência

<https://walls.metaverseapp.io/wall/758b12b7-8e68-4ecb-97ef-171644274446>

Appendix H

Extended Abstract

Introduction

Initially, museums focused on collections. However, in current museology, a paradigm shift in museology occurred when the museum's focus of attention has shifted from the object to the human being (Figurelli 2011; Hein 2007), from the artefact to the visitor, more precisely, in terms of the social responsibility that translates into the transmission of a message through its professionals.

According to Marques (2018), the visitor's experience relates to the individual (visitor's expectations and preferences), their social relationships (interactions with other individuals during the visit) and the interaction with the physical space (space and contents of the exhibitions). (Marques 2018,7) Therefore, the visitor's experience is related to their motivations. Ed Rodley (2021) refers to the psychologist Csikszentmihalyi, who identifies that learning motivation should be voluntary and intrinsic. For this specialist in museum experience design, the role of designers is to design spaces and applications that motivate people, but this motivation cannot be forced. Designers must remember that visitors are not focused on a specific item. So, it is necessary to create mechanisms that raises the visitor's attention, trying to present attractive contents that make the visit pleasant, creating moments of satisfaction. In this sense, museums try to find strategies that capture the attention to their objects (Hein 2007), promoting learning (Kelly 2007) or the "construction of meanings" (Falk and Dierking 2000).

Access to information through technology within museums began in the 1960s when visitors could carry radio receivers to receive information about the artifacts. These early days of audio-guides soon evolved into digital multimedia applications, which featured on visitors' mobile phones, using tracking tools to assist them along their routes (Dowden 2010). Today, however, the level of interaction of visitors with artefacts is still managed almost exclusively through hearing and sight. Even when using mobile devices, this interaction is often limited to complementing the information in the display. Nina Simon points to the need for visitors' active participation in those interactions, moving from passive consumers to content creators, thus encouraging a participatory culture in museums. (Simon 2010)

The visitors' experience, mediated with mobile devices, can be compared to the users' experience. Falk (2008) considers this mediation positive but points out the need for visitors to be able to make their visiting options. He states that, in a context mediated by technology, a digital tool should match the visitors' needs and interests, adding meaning to the surrounding space. Chan and Cope (2015) established principles for the use of digital media in exhibitions, such as encouraging visitors to "play"¹⁶⁵ and promote interactive social experiences without being attached to the devices (Marques 2018). One way to encourage this interaction is augmented reality technology, which Parry (2013) considers the blending epitome of the physical and the digital, and concludes as a likely way forward for museums, blurring the traditional distinction between a digital and non-digital approach.

In traditional exhibition practice, the interaction of visitors with the objects is essentially an interpretative act through physical elements (graphic panels and multimedia). However, this material does not interact directly with the objects and the public, because it is necessary to read and only then look at the object. Marques mentions that the entry of AR in museums started in the 2000s, albeit in a very experimental way, aiming at reinventing the interaction between the visitor and the object. According to Azuma, AR can complement reality, not replace it, making virtual and real objects coexist in the same space (1997).

Games with AR, such as Pokémon GO (2016), have been used by museums to attract visitors with Pokémon hunts in museums such as the Museum of Modern Art in New York and the British Museum in London, which are Pokémon hunting grounds. In this game, it is possible to walk through the streets and find virtual beings and collect them with the help of a map. This location-based game allows exploration of free space, identifying points of interest notified by vibration. This type of game allows the addition of more information in a playful way to a museum visit. Vanessa Cesário's research project at the Natural History Museum of Funchal (Madeira) used games with AR in the visits aimed at teenagers. It is a game based on a story related to the former owners of the museum building, the Carvalhal Palace, and works as a treasure hunt. This game entitled Memories of the Carvalhal Palace - Haunted Encounters (2019) takes teenagers to discover the science in the museum by investigating the place presented as haunted. To complete the exploration of the space, visitors need to find and collect scientific information about some specific artefacts while interacting with their

¹⁶⁵ Relates to the concept "Play", explained in Johan Huizinga's 1944 book *Homo Ludens* as: "Summing up the formal characteristic of play, we might call it a free activity standing quite consciously outside 'ordinary' life as being 'not serious' but at the same time absorbing the player intensely and utterly. It is an activity connected with no material interest, and no profit can be gained by it. It proceeds within its own proper boundaries of time and space according to fixed rules and in an orderly manner." (Huizinga 1949) Accessed June 5, 2021.

three-dimensional models in AR. Visitors' interactions with the museum's exhibits get rewards that are pieces of a map, which when completed, will guide them to the hidden scientific library, where they can finally unravel the mysteries, they have been trying to solve. (Cesario 2019; 2020) These and other game design mechanics are gamification strategies that fit the goals of museums in that they promote joyful and exciting experiences that engage visitors with the collection. These experiences can tell stories or just use digital games as playful activities. This research proposes an approach that uses games and AR, enhancing the visiting experience in museum spaces *in situ*. This idea is the main problem that guided us in this research.

Research problem, questions and objectives

This PhD thesis in Digital Media aims to contribute to the design of mobile applications for museums using augmented reality (AR) technologies and games. It should have an impact in the areas of interaction design, knowledge of audiences that use of mobile applications in museum visits, co-creation methods and evaluation using user testing.

The main objective is to raise museologists' awareness of the use of games and augmented reality (AR) in museum spaces, improving the visiting experience to promote a ludic experience at the level of edutainment¹⁶⁶. With those considerations in mind, the following question guided the research.

How can location-based games, integrating augmented reality, promote ludic experiences in museum spaces?

We have formulated the following objectives, and for each of those we have defined the following research questions.

Objective 1. Define the principles that should be considered by designers and museologists when implementing those experiences in museum spaces.

Question 1.1 - What principles should be included in mobile applications that promote the visitor's engagement with the museum object?

¹⁶⁶ edutainment (educational + entertainment) - Educational entertainment is designed to educate as well as to inform or have fun.

Question 1.2 - What principles should be included in mobile applications that promote scientific knowledge?

Question 1.3 - How can museums provide technologies to promote ludic experiences?¹⁶⁷

Question 1.4 - How can design methodologies (design thinking, speculative design, co-design) be used to develop methods to support the design, development and evaluation of this type of application?

Question 1.5 - How can Design promote museum spaces into laboratory spaces, focused on experimentation and co-creation of new contents?

Objective 2. Define principles of how location-based games and augmented reality technologies can promote a ludic experience.¹⁶⁸

Question 2.1 - What advantages and disadvantages (in terms of experience) can we identify in a visit with a route guided by a mobile application?

Question 2.2 - What features can be included in mobile applications that promote edutainment?

Objective 3. Finding methods and means to motivate visitors to participate and becoming more involved with the museum spaces.

Question 3.1- How can Design contribute to edifying, promoting and constructing the sharing of individual and/or collective experience amongst visitors?

Question 3.2- What features can be included in mobile applications that promote a participatory experience?

Question 3.3 - What principles should be included in mobile applications that promote the Museum during and after the visit in sharing the experience of the visit?

¹⁶⁷ Providing entertainment-related resources in support of cultural education.

¹⁶⁸ The ludic-educational experience is understood to be set in a museological context.

The challenge is to find methods and means to promote visiting experiences that motivate visitors in terms of engagement with the objects on display. This is done by capturing their attention and creating synergies between visitors. As part of engaging visitors with scientific content, narratives should be used to increase the meaning of the content, and museum teams should be involved in the design process. At the level of visitors' engagement with the museum, it is intended to create moments that remain in memory and enhance sharing. In terms of experience, they should be fun, enriching and promote the "visitor's journey"¹⁶⁹. Additionally, they should increase accessibility, promoting good digital access practices.

Methodological framework

The methodology used in this research is Design-Based Research (DBR). The researcher has practiced in museum app design and drew on her professional knowledge to create different educational interventions to establish a framework, rather than focusing on the 'artefact'. Another reason is that this methodology looks for practical cases to define guidelines for application design, with case studies involving various stakeholders in different contexts.

The methodology adopted is based on the principles of DBR, based on and influenced by Brown (1992) and Collins (1992). This type of research methodology is mainly applied in the area of education. Wang and Hannafin (2005) state: "Design-based research is a systematic and flexible methodology aimed at improving educational practices through iterative analysis, design, development, and implementation, based on collaboration among researchers and practitioners in real-world settings, and leading to contextually-sensitive design principles and theories." (Wang and Hannafin 2005, 6).

According to the DBR principles, the state-of-the-art phase is connected to the analysis and reflection of case studies, based on an understanding of reality and practical activities. Keeping this in mind, the main focus of the research is: location-based technologies allow performing activities *in situ* and promote experiences with AR and serious games.

¹⁶⁹ It is understood as the preparation of the visit (the expectations of the visitor), during the visit (communication between visitors) and after the visit (sharing the visit experience).

Thematic nature

The thematic nature of the research seeks real scenarios to ensure their functionality and usability with participants *in situ*, with the participation of designers, technology experts, museum teams (stakeholders) and visitors. This choice was essential to ensure the effectiveness of the study implementation in the different phases: problem analysis, ideation, prototyping, evaluation and reflection (Wang and Michel 2005, 6). The *in loco* observation and the gathering of qualitative information from different case studies in real context is favoured in this study, allowing the establishment of guidelines for the design of this type of application and promoting the dissemination and access of this technology in a museological context.

Relationship between researcher and participants

This study designed and tested ludic experiences in a real context to explore the role of AR and serious games. Those were built collaboratively with multidisciplinary teams, considering the areas of design, museology, technology, and education.

In this research, it was essential to use different scenarios to have a close relationship with the creators. (Reeves and Oliver 2005; Wang and Hannafin, 2005). Workshops took place with the participation of the stakeholders and the principles of participatory design were implemented with the introduction of tools to support the creation, making the participants co-authors. This process implied a relationship of proximity and collaboration with the participants, acceptance, and respect for the proposed work. The researcher was assigned the position of facilitator, as explained by Collins (2004), supporting the solution proposed by the participants. The solutions were prototyped in order to be evaluated with user tests, with focus on the player/visitor experience and the adopted technological solution. This focus on the visitor allowed research that applies user-centered research tools.

The research had two domains of action:

- A) Visitors' knowledge - Related to quantitative statistical data, which sought the public's understanding towards the proposed technology.
- B) Practical knowledge - Related with the execution and practice, based on case studies, using different technologies (figure 1).

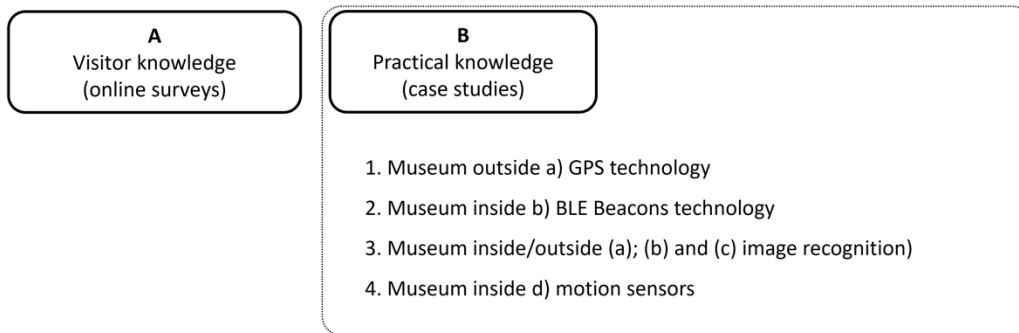


Figure 141 Research scheme with the research instruments: A - visitor knowledge and B - practical knowledge, with case studies.

In point A and point B, we have two domains of research action: the first one related to the interaction between users and applications (A), and the second one related to the interaction between designers/museum team/visitors (B) (figure 2).

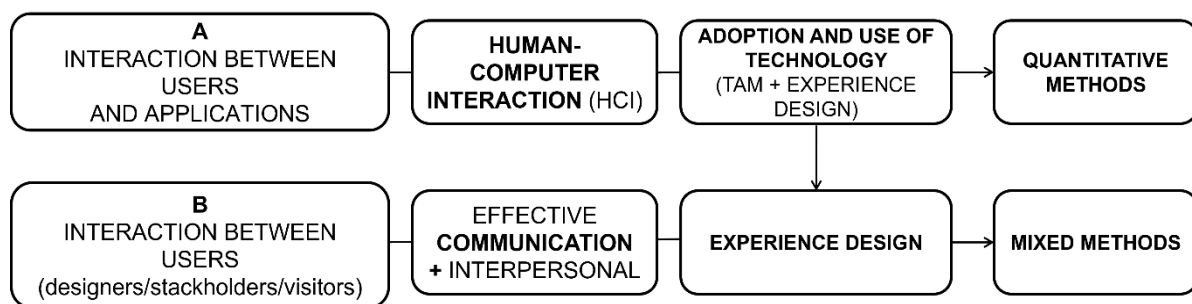


Figure 2 Research domains and methods

In point A, we have computer systems experiences with a measurable evaluation in order to involve quantitative evaluation models. These domains are related to the Human-Computer Interaction (HCI) research field, as well as to the dynamics regarding the acceptance, adoption and use of technology, using Technology Acceptance Models (TAM) and Experience Design Models.

In point B, we have the domain of the interaction between the researcher and the participants in the creative actions, which is related to the communication of the subject. The researcher played the role of facilitator and used her action (autonomous or co-authored) to design experiences that helped her define guidelines for application design. These studies used mixed data gathering methods such as questionnaires, user testing and interviews. Four case studies were carried out with different approaches to technology implementation and using various evaluation tools. The first case study took place at the Botanical Garden of the University of Porto and used GPS technology to access the application's points of interest. It

had a linear structure using a fictionalized story based on a short story and botany mini-games. This application used an online authoring tool implemented by researchers and observation tests with users were applied, combined with satisfaction questionnaires.

The second case study occurred in the Biodiversity Gallery of the University of Porto and used BLE Beacons technology. This research made it possible to use research tools with participatory design. The application has a non-linear structure that fits the permanent exhibition, allowing the user a route choice. Tests with users were carried out using a functional prototype, which allowed a quantitative and qualitative evaluation of the experience.

The third case study was a new design cycle of one of the previous case study experiments. The application developed used the technologies of previous cases' technologies and added a new technology - image recognition. This application starts inside the museum and is completed outside. It also has tools of reality manipulation, using drawing tools that add an information layer to the mobile phone camera video. This activity allows the creation of compositions using images of the museum. For the evaluation of the experience, observation tests were carried out with users and analyzed quantitative and qualitative information.

For the evaluation of the application, operation and usability tests with researchers were carried out.

The fourth case study took place at the Pharmacy Museum of Oporto and used technology - motion sensors. The application is linear and follows the chronological route of the exhibition. This application has multisensory activities that use the manipulation of replicas and trigger audio information and activities that use smell. Those experiments were evaluated by groups of visitors using observation tests and interviews.

These two research areas are important as they complete a cycle of research, from public knowledge, necessary for the design of experiences and their applicability to the design of applications that allows experimentation with real cases carried out where the research takes place.

The implemented methodology has as scientific contribution the transmission of knowledge about the "product" and its implementation. The knowledge produced is presented in the form of the definition of important Design Principles for designers, technologists and museologists, on how to develop and implement projects with games and AR presented in a *framework*.

Research findings

This research results allowed us to develop principles for designers and museologists to develop experiences with pervasive AR games in museums. These principles are presented through a framework organized according to the phases of the process, from creation to design and the principles to adopt with the use of AR, games and the technological system. We consider this type of collaborative work between researchers and museum professionals to be fundamental for successfully implementing a technological solution in a museum. Through this research it was possible to involve the community in the discussion of emerging technology and consider its use in the future. This augmented reality technology confers a fusion between real and digital space, with great potential for museums.

1. Engaging visitors in the visiting experience

This result relates to objective 1 of this research: *Define the principles that should be considered by designers and museologists when implementing these experiences in museum spaces.*

The main research focus of this study was the knowledge about the visitor's engagement in a museum visit. To know the visitors, it was necessary to work in the museum and design applications that would allow us to understand how visitors interact with them in the museum context (Marques 2018; Cesário 2020). The visit experience is individual and depends on the expectations and preferences of each visitor. However, they are also social experiences because many visits are in groups (families or friends). In this sense, interviews showed that this experience is engaging for everyone. These experiences are related to the place and the interaction of visitors with the space (physical and contents). To implement this experience, this research sought to establish the principles that sustain designers. Their role is to design experiences that motivate visitors to have a pleasant visit, providing moments of satisfaction. They must create mechanisms that draw attention to the objects through engaging content.

The case studies allowed understanding the visitors' expectations and enthusiasm for this technology. The tested applications revealed that visitors found them user-friendly, although they were relatively unfamiliar with AR's potential. The activities at each point of interest were very successful and allowed for increased enthusiasm compared to a traditional visit. Users of various ages agreed that this form of visit brought an "extra element", a possibility to add a layer of information to the objects/places explored. This element added the ideas of surprise and exploration. Users showed different preferences by type of activities, and so, by categorizing activities by types of users, can be a way to select various activities allowing to reach all types of visitors (explorers, collaborative, competitive and creative). In the tests with

users, the visitor's age was not relevant because participants of all ages showed interest in the activities, being possible to state that the content presented can condition the visitors' interest. In this sense, the research needed to identify the principles related to the visitor's engagement with scientific content.

We conducted an online questionnaire that allowed us to broaden our knowledge about visitors and their perception of the use of AR in museums. The analysis of a technological acceptance model (TAM) proved essential to identify the relevance of implementing this technology in this context. It showed that we are still at an early stage of using this technology as many participants had not yet experienced it. However, they showed great interest in its implementation. This questionnaire allowed us to identify the advantages and disadvantages pointed out by visitors. We consider that the disadvantages pointed out trace paths to find new technological solutions to solve them. The limitations are related to the support and the access. The participants' concerns are the Internet access and the storage in their mobile device; the solution may be the Internet access through a free Wi-Fi network and the access through the browser, avoiding downloads and installations of APPs in the mobile device. The advantages are at the level of emotion and perception of usefulness, that is, at the level of the user and the content.

One of the significant concerns of museologists is to create tools that draw attention to the exhibited objects and provide their "reading". Engaging with scientific content can increase or decrease visitors' interest. In this research, we worked with museologists in the curation of information. They play a crucial role in selecting objects and sites; transmitting the narrative and using ludification can amplify this.

This research used game design workshops to design visitor experiences that used the existing AR technology (with the beacon's system), which proved to be an effective methodology. This involved museologists and computer scientists in the process. Some participants were initially unenthusiastic but later revealed, in the user testing, that they were delighted with the process and believed those solutions increased the public's interest. If there was some initial doubt that this technology didn't fit into a guided tour (revealed by some participants), it was pointed out that the contents would be helpful as support tools for guided tours. Therefore, it was possible to conclude that it is essential that the selection and implementation work should include the whole team involved in the visits. They are vital interlocutors for successfully implementing any new technology in a museum. Their knowledge of the public and their perception of the contents and narratives best fits this type of solution, allowing us to prototype an application quickly.

This methodology allowed answering the research question - *How can Design promote museum spaces into laboratory spaces, focused on experimentation and co-authorship of new contents?*

The museum became a laboratory through these workshops, and it is possible to replicate the methodology with other types of participants (visitor teams). There are several stages in the process, starting with a visit to the exhibition in the museum. Participants should have the opportunity to get acquainted with the places where the activities will take place through ice-breaking games. They can interact with the space differently, creating a conducive environment for teams to think outside the box. It is pertinent to present applications that showcase the potential of technology so that everyone can grasp its capabilities. In another room, the groups brainstorm together, presenting and discussing their ideas. These ideas are discussed among the team members and then support materials are selected for game design. These materials help to idealize and design mock-ups with content. After a quick ideation, it is possible to present the game idea to all participants and debate it. Next, prototyping applications can be used, which the team can test on the spot. At the end of the workshop, it should be presented and tested by all participants.

This activity allows the museum to get to know its visitors better and learn more effective ways to communicate its contents.

2. Implementing AR applications and games

This result relates to objective 2 of this research: *Define principles of how location-based games and augmented reality technologies can promote a ludic experience.*

Applications with games and AR can promote a ludic experience for visitors if they contribute to convey the museum's message in a fun way and include access to "extra" information that can only be conveyed through technology. To develop this kind of application, it is essential to select the sites and the contents to implement. An understanding of technology is necessary, so that it doesn't overlap with the visit, consisting in an added value, and that can be used to captivate the user. It is the "wow"¹⁷⁰ factor that is necessary to maintain in each experience, and that can be lost if there is a repetition of game mechanics, such as if we have many activities with selfies, this will lose all interest, but if instead, we prepare an interesting scenario and only have one selfie experience, this will already have the impact we would like.

¹⁷⁰ The "wow" factor, is a quality or characteristic of something that makes people feel impressed and excited, it is a good surprise. It can often be difficult to happen more than once and is very much related to the visitor's expectations.

The tour is also a challenge. We can have a predefined route with points of interest that develop along the narrative or a free route where the points are interconnected in a non-linear way. Defined routes can be frustrating for regular visitors; however, it is always necessary to think of a common thread to the experience, even if it is, for example, collecting stickers and reaching the end with a complete album.

In order not to take away the interest of the application and the visit, it is necessary to take into account the number of points of interest where the activities are. Not only because of the time each one can take, but also the experience as a whole. The application must notify the visitor of the duration of the visit and inform the time of each activity. It is appropriate to validate with user tests.

A simple system should provide access to the experiences, which does not force the visitor to look at their smartphone during the visit, such as a vibration notification activated by GPS (outside) or beacons (inside). The solution is visually inconspicuous in the museum space. For outdoor spaces, a sound notification can be used.

The solution should keep focus on the museum object and integrate contents to achieve a more attentive observation and broaden the visitor's vision with overlapping contents. AR adds the possibility to contextualize the object in its time and space, such as placing an amphora in a Roman kitchen. It can also help to understand the animal of the skeleton on display or even give access to information that is not perceptible to the "naked eye", such as superimposing an X-ray image to understand aspects hidden in a painting.

The understanding of an object in a display case can be improved by viewing its image in 360°. This is a captivating activity that allows visual information to be magnified and details to be discovered that can only be perceived in this way. In the examples explored in the case studies, it was possible to validate that young people enjoyed manipulating the 360° image and, in the case of vases, they all tried to see what was inside.

It is useful to use activities that involve identifying something in an object. However, the identification should be designed to make what is discovered significant and memorable to the visitor. The case studies used images of half-finished objects to locate the other half and take their picture. In addition to being very interesting for all ages, this activity motivated a more attentive look.

Using replicas allows blind people to manipulate and interact with the object, but for everyone

else, it is a rewarding experience as it triggers memory through other senses, such as touch and smell. As long as the display windows are full of objects, the challenge of finding the object in the window increases the attention and involvement of the public.

Through the use of three-dimensional prints of scanned replicas, it was possible to create empathy with the artwork displayed. When there is only one colour, the user is prompted to find the real object in the display window. Thus, it is not the size that matters but the shape. These replicas can provide access to audio information when manipulated. The Pharmacy Museum study used a mechanism that, when lifted, triggered the voiceover. The audio should be broadcast through a sound dome system¹⁷¹ or through headphones to avoid disturbing other visitors.

The language used in the applications should be simple and aimed at the type of audience it is intended for. It is not necessary to infantilize it when it is aimed at children, but it should be of common understanding, so when more scientific language is used, it should be explained. Applications should always have the option of narration to increase accessibility for more users. If there is narration, there should also be corresponding text, and when the intention is to communicate with a blind person, the contents should be validated by a specialist.

In narrative terms, storytelling can be used to convey a message that serves as a connecting thread between the different points of activities. To engage the public, one must understand the best way to do it. Generally speaking, the most exciting thing is what activates our memory, what connects us to that object. Curiosities and their sentimental part captivate an attentive look and appeals to creativity.

When selecting the points of interest, it is essential to consider the different audiences that may have access and understand if children or people with reduced mobility can visualize the chosen points of interest. It is necessary to perceive that when we choose a specific object for an activity, it will take primacy over the others on display.

In the design interface, it is necessary to consider digital accessibility issues, such as allowing the use of devices' accessibility technologies, like screen readers and changing font sizes or

¹⁷¹ It is a directional speaker system, shaped like a transparent dome that emits sound only on the spot, as an example can be seen on the company's web page:<https://www.browninnovations.com/portuguese-sound-dome-quick-install> Accessed June 5, 2021.

contrast settings. User-friendly navigation and usability rules validated by user testing are also essential.

Communication between visitors is imperative in a visit and we could think that the use of an app could alienate the visitor. But this was not verified in the case studies with groups, because the mobile device is a mediating element of communication. Users use them to "show" images and videos to get a reaction from those who accompany them. They serve to socialize. This often occurs in activities that encourage a search *in situ*, activities in video format in which opinions are asked, and activities that ask students to take photos of the object. All of these activities are engaging and leave a lasting impression. In conclusion, if an app has activities designed to promote socialization, it promotes communication and transmission of scientific knowledge among peers.

AR and gaming experiences relate to playing *in situ*, where interest and engagement are driven by the narrative, the content, and the surrounding space. This narrative gives meaning to the adopted technological solution, and the subject must be curated in a criteria-based manner. So those who are doing it must be experts in digital media and must be supported by the museum team who understands the message - the message is then transmitted scientifically and enjoyably. This is due to the lightness of the message which may reach the memory and attract players more easily who get involved in the game without realizing they are learning.

3. Expected results with the use of AR and games

This result relates to research objective 3: *Find ways and methods to motivate visitors to participate and make them more involved with museum spaces.*

Museums need to keep up with society, both in its cultural and creative needs and new ways of communicating and disseminating knowledge. Implementing solutions that keep up with visitors' wishes have a significant impact and are a great attraction factor. In the case studies implemented, there was a strong perception that this promoted the museum to the outside through sharing images and disseminating the experiences attended.

In the survey, when we asked the public about what impacts this technology could bring in attracting new visitors, they revealed that they found it very engaging because it makes them "act" and not just have a contemplative relationship with the objects. Activities are essential because they capture attention and increase interest. When observing the visiting time of

visitors without exploratory activities, compared to those with activities, it is noticeable that the time spent in the exhibition was considerably shorter.

In the visits, we accompanied adults and children of different ages. It was clear that the mobile device is an element that mediates communication, and the activities help keep the focus on the visit. We observed that young (and restless) children were excited and kept their attention when the proposed activity started. The more curious ones looked for details in the 360° images. Still, they also liked to "play" with technology, as in case study 2 in the skeleton activity, where it was possible to manipulate the image of a shark in 3D. In this animation, the teenagers zoomed in on its mouth.

In case study 3, in Flo[RA] (2021) application in the Oporto Botanical Garden, a new AR component was added to reach the creative and collaborative audience. It consisted of manipulating stickers in AR on a real "support" and allowed the creation of compositions with drawn sheets of the sticker type and the sheets from the Biodiversity Gallery and collected in the game. It was also possible to "launch" (select the location) where we would like to grow a 3D tree and then add leaves. This application had good results and showed that the public wants to be inspired by that space.

Those technological experiences attract visitors, namely young people and families who use mobile devices to mediate their communication. In traditional museum visits, it is pretty common to use mobile devices to share images and access information that is not in the exhibition. In this sense, providing an experience of a visit mediated by a mobile device offers the possibility of adding ludic activities, offering new ways of "seeing" the objects. In the case study experiences with groups, we could observe that when two visitors have the same application, they immediately seek competitiveness. It can increase interest, as was observed in case study 3, where two people could take different routes in the garden and naturally compete to see who finished first. It is fun but can be disruptive to learning because it focuses on success rather than contemplation of the space. So museums have to be careful about the competitiveness that can exist in a game inside a museum. They have to be cautious that this is not a disturbing factor for other visitors.

These research results allowed us to establish principles for designers and museologists to implement pervasive AR game experiences in museums, which we organized in the framework - Play the Museum (see Table 1).

Table24 Framework Play the Museum

	Engagement with museum [A]	Engagement with object [B]	Engagement with content [C]
Creative Process [1]	A1.1 Ensure participation of Museum team in the whole process of implementing the APP with games and/or AR; in the prototype idealization and the tests with users.	B1.1. Select the AR objects keeping in mind that these will gain more relevance for the visitor than the other ones.	C1.1 Ensure that the game mechanics match the museum's message, as, for example, a game involving cutting the flowers may not convey the message of nature preservation.
Design Process [2]	<p>A2.1 Allow visitors to select the itinerary and activities they want in the most convenient order.</p> <p>A2.2 Encourage visitors to interact by promoting activities whose answers are <i>in situ</i>.</p>	B2.1 Using AR, present information about an object that cannot be seen in the real world.	<p>C2.1 Present science content with engaging information, such as trivia, or use fictionalized narratives.</p> <p>C2.2 Present scientific information in an appealing way, using visual iconography, but ensure that this language is as universal as possible</p> <p>C2.3 Provide audio information with description of the replicas for the sight impaired.</p>
Use of augmented reality [3]	<p>A3.1. Provide a game context that is inclusive of all ages, paying attention to the ability of the camera to access the object for children and people with reduced mobility.</p> <p>A3.2. Provide images of the object to be edited using creative tools in AR environments, creating digital creations and promoting their sharing.</p>	<p>B3.1 Interaction with an AR object in the real world can enhance learning and memory retention by allowing contextual manipulation.</p> <p>B3.2 Encourage activities of sharing selfies with Museum objects.</p>	C3.1. Expand the visit from inside to outside the museum and use AR to contextualize the objects. Display the object in its place of origin, for example.

<p>Use of games [4]</p>	<p>A4.1. Set a maximum activity time, such as the duration of the exhibition tour that should not exhaust the visitor.</p> <p>A4.2. Provide positive feedback in all activities. Even failure should include pertinent information.</p> <p>A4.3. Reward the user with good images of the object in each activity, which can be 2D or 3D images.</p>	<p>B4.1 Make available 3D digital models or 360° images of the object on display, which can be visualized during or after the visit.</p> <p>B4.2 Provide 3D printed replicas of the objects. Even if they aren't life-size and may only be one color, they allow exploring the original in the display case. Interactive displays like this help people retain information.</p> <p>B4.3 Use activities to overlay a part of the application image with the remaining parts of the object. For different audiences.set difficulty levels</p>	
<p>Technologi_ cal System [5]</p>	<p>A5.1 Provide free internet access in the museum, so that users can use their mobile devices.</p> <p>A5.2 Give preference to application solutions that can be accessed through a browser.</p> <p>A5.3 The museum should supply mobile devices to visitors who do not want to use theirs.</p> <p>A5.4 Notify users when the APP uses their phone's camera or photo gallery.</p>	<p>B5.1 Use technologies to access activities that do not visually interfere with the site or object, such as beacon systems, computer vision image recognition, and GPS. Within the museum, use vibration notifications, and outside, you can use sound notifications.</p>	

Future work

The attraction to mobile phones cuts across all ages. The youngest have difficulty getting away from it, as they depend on them to explore the world and communicate. They communicate as if they were an extension of their body. Therefore, mobile phones during visits are inevitable and can be used to convey the museum message. Museum activities can use this attraction. Also, they can use workshops with game creation for young people. It will turn museum spaces into laboratory spaces, focused on experimentation and participation in creating captivating technological solutions for this age group. The inclusion of this public in creating games can bring new results, mainly in the form of game mechanics and narratives.

In this sense, this resulted in a novel proposed for the GB. We integrated this project into the project developed by UP's teams (museologists and computer scientists who monitor beacons installed in the museum). We proposed an upgrade of the current system to this institution. It is a back-office system that will allow schools to make available the content created in the classroom or workshops. The creators will have access to their activities during the study visits. The system will enable the selection of the desired POI and add content via an hyperlink. Individual" activities can be developed or organized into a visit path. The system involves authentication by profile and evaluation and organization of activities by tags. It is expected that this tool will bring fascinating results in the future. The most creative public will feel excited when the content they have created appears on their mobile phone when they visit. For the museum, it will be helpful because they will have access to new perspectives of communicating the content created by the visitors, increasing enthusiasm and sharing. Another essential point is to promote technological experimentation in a university space, where this objective is part of its mission.

This authoring tool can bring very interesting results regarding the participation of schools in these spaces and at the level of objects' choice at collection and relationships levels that can be established with school contents. But it can also suggest performative and artistic activities. New synergies may be established between schools and the museum, always adding new ways to interact with the collection, turning school visits into moments of experimentation. This opening of museums to the community, validating their participation in the transmission of knowledge, can contribute to new approaches in science communication.

In the case studies presented in this research, we used three ways of accessing AR: beacons, GPS, and image recognition. This combination of technology proved to be a viable solution when a relationship between the object exposed in a museum and the real world is desired.

This solution can be applied in archaeology museums, where we have an interpretation centre that presents the mobile heritage and an outdoor space where the pieces originated. In this sense, it is possible to improve the visitor's understanding by contextualizing the object on site. It can also be applied in territorial museums because these types of museums have collections that represent the surrounding space. It is possible to contextualize the pieces in the places related to the object or document, for example, using old postcards in the Museum and showing them in AR in the places where the images were taken. These experiences are just examples of applicability, but it is possible to have access to contextualized content in space and be transported through the mobile phone to previous times with AR.

This research was carried out in two museums with distinctive exhibition approaches, and it is now intended to use the same methodological approach in an art museum context. In this type of museum, it would be possible to approach co-creation using digital tools of creation in AR and transport the museum to new spaces. These tools can be used at home, remembering the visit, or on the street, leaving an artistic footprint, even if only experienced through AR.

In this research, some principles, which we listed in the case studies and which come from practice, were not included in the framework because those issues were not amenable to validation in the case studies at the time of this study. However, they are issues related to design, storytelling, usability and accessibility, that deserve further investigation.

In terms of the Human-Computer Interaction (HCI) research field, it is necessary to Design studies requiring an interaction with the real world considering universal accessibility. And it is fundamental to validate usability principles by user testing. In terms of sociability, it is important investigate the relationship between visitors with special needs and their companions, establishing principles for technological solutions that promote the inclusion of this audience in museums.

In terms of contents, it is essential to identify communicational principles included in the message that connects us to the museum object. In education, the central core is engaging the audience and appealing to visitors' memory. Usually, curiosities are a good attraction, but sentimental and humorous issues captivate an attentive look. It is essential to identify a universal language to explain scientific content, mainly used in science museums. These studies must be validated by inclusive principles that include individuals and groups of visitors.

Final considerations

When we began this study in 2017, AR technology was a technology on the rise, according to Gartner's Hype Cycle¹⁷². Currently, it is possible to wonder if the expectations that preceded the Pokemon GO (2016), in which crowds worldwide were hunting virtual beings, have faded, or if we are living a new phase of this technology. As we could determine, this theme has been gaining more interest over the last few years, both in education and in museology. Online apps have emerged that allow the development of applications by users without programming skills, and the main game engines now offer tools that make the development of applications with AR much simpler. This openness of code and the facilitation of information give this technology a promising path.

The museum sector has seen great potential in using AR-VR applications in arts and culture, as was demonstrated in this research. It is clear that it has not progressed into a mainstream, and there has been a slowdown in the short term, but during these last five years, it has been possible to study the technology and understand how we can implement it. The COVID-19 pandemic (which hit us over the previous two years) has accelerated the AR in such a way that it has now officially left the ascending cycle, gaining more ground in the last eighteen months than it ever did in the previous five years. The conclusion we can draw is that AR is now considered a technology in a state of maturity or, to use Gartner's explanation, it has moved from a *technology to watch* to a *technology to use*.

In fact, conferences have emerged with the exclusive theme of AR-VR in museums. That is because museums have been the stage for research into applying these technologies. For museums this is a must (to open up to society) because they see possibilities to improve the communication and dissemination of their collections. It was thus possible for museum teams to work with designers and IT developers, and have the opportunity to experiment the AR technology. For them, this allowed exploring different ways to enhance and complement the traditional visitor experience. Without the investment in hardware required for VR, AR is seen as simpler and less expensive. Because it uses the hardware already existing in the visitor's mobile phone, with a simple download of an app, scanning of a QR code, or another access point (Beacons, GPS, computer vision). AR can be incorporated into any museum experience or virtual visit, and it is this feature that makes AR particularly appealing, as institutions look to the post-COVID future. In an environment where non-contact visitor experiences are in demand through ticket sales, in-store purchases, guided tours and exhibition experiences, the

¹⁷² The Gartner Hype Cycle methodology presents a vision of how a technology or application will progress over time.

value of AR in supporting both physical visits and contributing to online content is already growing. A new economic sector has begun. In Portugal and around the world, the number of companies offering this product has increased.

AR and VR technology tend to merge and in terms of public use, although still in its infancy, we could already move towards a new term that is already starting to spread, XR (extended reality). If there is a difference between AR and VR in terms of access, AR is considered an 'alternative' version of reality. At the same time, VR is an experience designed to take the user away from their contextual reality to a completely different place. The 'alternative' version of reality makes AR more flexible when considered as part of a toolkit to support museums. AR can add new layers to what the user can already see, thus helping to achieve one of the main goals of any museum: a layered experience to see, hear and feel.

The extra layer of AR allows museums to present complementary or supplementary information, creative ideas, experiences and interactive elements. There is a chance to add to the real-world elements that previously only existed in the virtual world. A combination of gamification techniques and AR can create engaging ways for visitors to engage with museum objects at a level of information and entertainment. It extends the enjoyment of exploring beyond the museum's walls. Using the AR app, visitors can contextualize objects in their place of origin, resulting in a new interpretation of museum visits. It is also possible to experience the works in a ludic and community-centred way, taking those inside the museums to other places, like home—using tools that allow co-creation with those works.

We believe that these new approaches can help museums find new audiences and capture everyone's interest, bringing the museum back to its essence and a place of inspiration.

Acknowledgement

Research Grant, under the Research Project/R&D Unit/Laboratory.

Regional Operational Program of the North (NORTE 2020), taking this operation the code Norte-08-5369-FSE-000049.



Adviser: António Coelho, PhD (Faculty of Engineering of the University of Porto)

Co Adviser: Pedro Cardoso, PhD (Department of Communication and Art, Aveiro University)