

ANA MARIA BULE DE OLIVEIRA CANEVA MOUTINHO

**REALIDADE AUMENTADA APLICADA
À MUSEOLOGIA**

Tese defendida em provas públicas na Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias no dia 20 de janeiro de 2015), perante o júri, nomeado pelo Despacho de Nomeação nº 463/2014 de 11 de novembro de 2014, com a seguinte composição:

Presidente:

Prof. Doutor Manuel Azevedo Antunes – por Delegação do Sr. Reitor da Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias (ULHT);

Arguente Externo:

Prof. Doutor Pedro M. F. Cardoso Pereira – MND;

Arguente Interno:

Prof. Doutor Manuel da Costa Leite – ULHT;

Vogais:

Prof.^a Doutora Camila Azevedo de Moraes Wichers – FCS-UFG;

Prof. Doutor Marcelo Nascimento Bernardo da Cunha (ULHT) – por Delegação em representação da Direção do Doutoramento;

Prof. Doutor Mário Nuno do Bento Antas – MNA;

Orientadora:

Prof.^a Doutora Maria Cristina Oliveira Bruno – MAE-USP;

Coorientadora:

Prof.^a Doutora Maria João Noronha Gamito – FBA-UL.

Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias

Faculdade de Ciências Sociais, Educação e Administração

Departamento de Museologia

Lisboa

2015

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais a quem devo tudo o que sou hoje. O seu amor incondicional e apoio tem-me ajudado a atingir os meus objetivos, tanto a nível pessoal como académico. À minha mãe pelo seu espírito destemido e ao meu pai pela sua humilde sabedoria.

À minha orientadora Professora Doutora Cristina Bruno, que me apoiou ao longo desta tese sempre com muito rigor e entusiasmo e que fez desaparecer a distância de um oceano.

À minha orientadora Professora Maria João Gamito, que me tem orientado desde a licenciatura. A quem tenho muito respeito, carinho e admiração e que me abre os horizontes sempre que nos encontramos.

To my unofficial supervisor Ava Fatah that from the first day we met at Central House - UCL has always pushed me to go far beyond what I imagined, and has believed in me.

Ao Professor Doutor Pedro Manuel Cardoso que me ajudou a ver a museologia com outros olhos.

À Professora Doutora Judite Primo pelo seu carinho e amizade e que esteve sempre disponível para me ajudar ao longo da tese.

À minha avó, que já não se encontra entre nós, mas a quem devo muito desde que nasci e que sempre reconheceu os meus sucessos.

Ao meu irmão Francisco que me dá muitas alegrias.

Ao Diogo pela sua paciência e apoio ao longo desta viagem e que a cada passo conquistado foi sempre reconhecido e comemorado.

Ao Professor Manuel Costa Leite que me tem acompanhado no meu percurso paralelo da Engenharia Informática até ao Doutoramento.

Ao Professor Doutor Manuel Antunes pelo seu contributo na revisão atenta da tese.

A todos aqueles que de forma direta ou indireta me apoiaram, acompanharam e aconselharam e que são muitos.

Aos meus amigos que adoro e fazem tudo parecer mais fácil e feliz.

RESUMO

A presente tese centra-se na relação entre o visitante/participante e as instalações museológicas. Parte-se do princípio que o objetivo principal das instalações museológicas é o de potenciar a criação de conhecimento. Neste sentido, explora-se uma série de recursos expositivos, em particular a Realidade Aumentada – RA, que possibilita diferentes leituras de um mesmo elemento/objeto e, desta forma, amplia o conjunto de interações possíveis.

Para a produção e desenvolvimento das instalações museológicas, teve-se em consideração um processo de design iterativo e participativo combinado com a avaliação *in the wild*, no sentido de desenvolver as instalações de acordo com o *feedback* dos visitantes/participantes em diferentes fases do seu desenvolvimento e verificar se os objetivos propostos estavam a ser atingidos.

No Petrie Museum of Egyptian Archaeology desenvolveu-se uma instalação que tinha por base o reconhecimento gestual e centrou-se a investigação no processo de design iterativo; por outro lado, na exposição *Baixa em Tempo Real*, apesar de ter-se executado também alterações com base no *feedback* dos visitantes/participantes, centrou-se na avaliação *in the wild*, para identificar diferentes padrões de interação, tanto com as instalações em particular, como com a exposição num todo.

Neste sentido, entende-se que as instalações museológicas podem ser desenvolvidas de forma colaborativa, onde é tido em consideração os diferentes intervenientes neste processo, tal como os visitantes/participantes, os *stakeholders*, os técnicos, os designers ou os museólogos durante as diferentes fases de desenvolvimento das instalações museológicas.

Através do desenvolvimento de instalações museológicas de forma dinâmica, participativa e em constante atualização entende-se estar mais próximo de produzir instalações que respondam ao seu objetivo principal.

Palavras-chave: Realidade Aumentada, Museologia, Expografia, Instalação Museologica.

ABSTRACT

This thesis focuses on the relationship between the visitor/participant and the museological installations. It is assumed that the main objective of a museological installation is to promote the creation of knowledge. In this sense, we explore a number of different exhibition resources, in particular Augmented Reality that enables different readings of the same element/object, and, in this way, it extends the set of possible interactions.

For the production and development of museological installations, we have in consideration an iterative design process, combined with an evaluation in the wild, in order to develop the installations in accordance with the visitor's feedback and verifying if the proposed objectives are being achieved.

At the Petrie Museum of Egyptian Archaeology we have developed an installation based on gesture tracking, and focused research in an iterative process; on the other hand at the exhibition *Baixa in Real Time*, although we have implemented a few changes based on the visitor's feedback we have focused on identifying different patterns of interaction while interacting with specific installations.

In this sense, it is understood that the museological installations can be developed collaboratively, where it is taken into account the different actors in this process, as the visitors/participants, the stakeholders, the technicians, the designers or the museologists.

Through the development of museological installations in a dynamic way, participative and in constant update, means to be closest to produce installations that respond to their main objective.

Key-words: Augmented Reality, Museology, Expography, Museological Installation

RÉSUMÉ

Ce travail est centré sur l'étude de la relation entre visiteur/participant avec des installations muséologiques. Comme point de départ, on a considéré que l'objectif principal des installations muséologiques est celui de créer de la connaissance.

Dans ce sens on a travaillé sur un ensemble de ressources expographiques, en particulier la Réalité Augmentée - RA, laquelle rend possible différentes lectures d'un même objet et, de cette façon, élargi l'ensemble de interactions possibles.

Pour la production et le développement des Installations Muséologiques nous avons retenu en considération le processus de design itératif, articulé avec l'évaluation *in the wild*, visant développer les installations en accord avec le feedback des visiteur / participant, lors des différentes étapes de son développement.

Dans le Petrie Museum of Egyptian Archaeology nous avons développer une installation basée sur la reconnaissance gestuelle et la recherche a eu comme support le processus de design itératif; dans l'exposition *Baixa em Tempo Real* malgré le fait que nous avons introduit des améliorations ayant pour support le feedback des visiteurs /utilisateurs, nous avons centrée notre attention sur évaluation *in the wild* pour identifier des modes de comportement, tout autant par rapports aux installations comme à l'exposition dans son ensemble.

Aussi, nous avons chercher a caractériser différents modes d'interaction et de comportements, observés pendant l'exhibition des installations, cherchant a contribuer à la connaissance concernant le développement des installations muséologiques de forme collaborative, ayant en considération les différents intervenants dans le processus, a savoir, visiteurs/participants, stakeholders, techniciens, designers et muséologues.

Mots clés: Réalité Augmentée, Muséologie, Expographie, Installation Muséologique

ABREVIATURAS E SIGLAS

AAM	Associação Americana de Museus (American Association of Museums)
API	Application Programming Interface
BMP	Bitmap
CGM	Computer Graphics Metafile
CPU	Central Processing Unit
QR Code	Quick Response Code
CSCW	Computer Supported Cooperative Work
DIS	Designing Interactive Systems
EPS	Encapsulated Postscript
EUA	Estados Unidos da América
FCT	Fundação para a Ciência e Tecnologia
GIF	Graphics Interchange Format
GPS	Global Positioning System
HCI	Human Computer Interaction
HMD	Head-Mounted Display
HMS	Helmet-Mounted Sights
HUD	Head-Up Display
IA	Inteligência Ambiente (Ambient Intelligence – Aml)
IBM	International Business Machines
ICOM	Conselho Internacional de Museus
ICSC	International Conference on Spatial Cognition
IDE	Integrated Development Environment
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
JPG	Joint Photographic Experts Group
MARA	Mobile Augmented Reality Applications
MINOM	Mouvement International pour la Nouvelle Muséologie
MIT	Massachusetts Institute of Technology
MoMA	Museum of Modern Art
MSc	Master of Science
NARC	Núcleo Arqueológico da Rua dos Correiros
NFT	Natural Feature Tracking

OpenGL	Open Graphics Library
PME	Pequenas e Médias Empresas
PNG	Portable Network Graphics
PPI	Pixéis per Inch
RA	Realidade Aumentada (Augmented Reality – AR)
RV	Realidade Virtual
SDK	<i>Software</i> Development Kit
SMS	Short Message Service
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
SVG	Scalable Vector Graphics
TED	Technology, Entertainment, Design
TUI	Tangible User Interface
UCL	University College London
ULHT	Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
URI	Uniform Resource Identifier
WWW	World Wide Web

ÍNDICE GERAL

RESUMO	3
ABSTRACT	4
RÉSUMÉ	5
INTRODUÇÃO	12
Apresentação do Tema Central.....	13
Questão Central.....	17
Objetivos, perguntas de partida e hipóteses.....	20
Metodologia	25
Estrutura da Tese	27
CAPÍTULO 1. RECURSOS E MODELOS EXPOSITIVOS	29
1.1 Recursos Expositivos.....	30
1.2 Modelos Expositivos.....	31
CAPÍTULO 2. REALIDADE AUMENTADA E EXPOSIÇÕES	38
2.1 Definição da Realidade Aumentada	39
2.2 Componentes da Realidade Aumentada	44
2.3 Contextos de Aplicação da Realidade Aumentada.....	64
CAPÍTULO 3. AVALIAÇÃO DE EXPOSIÇÕES	75
3.1 Avaliação de Exposições	76
3.2 Abordagens de avaliação: <i>in the wild</i> , semi-realista e laboratorial.....	79
3.3 Métodos de Avaliação	84
3.4 Considerações Metodológicas relacionadas com a Realidade Aumentada.....	86
3.5 Utilização de Protótipos	89
CAPÍTULO 4. EXPERIMENTAÇÕES NO PETRIE MUSEUM	91
4.1 O Petrie Museum of Egyptian Archaeology	92
4.2 Instalação <i>Reconhecimento Gestual: Manipulação de Réplicas 3D das Escavações em Gurob</i> ...	93
4.3 Padrões de Interação e Aprendizagem ao explorar a Instalação.....	125
4.4 Estudo sobre a Representação do Tamanho Real dos Objetos.....	128
CAPÍTULO 5. EXPOSIÇÃO BAIXA EM TEMPO REAL : DESIGN E IMPLEMENTAÇÃO DE DUAS INSTALAÇÕES	137
5.1 Enquadramento da exposição <i>Baixa em Tempo Real</i>	138
5.2 Instalação <i>Mural da Baixa</i>	143
5.3 Instalação <i>Reconhecimento Gestual</i>	150
5.4 Metodologia de Avaliação aplicada à exposição <i>Baixa em Tempo Real</i>	154
5.5 Resultados da Avaliação	165
CONCLUSÃO	185
BIBLIOGRAFIA CITADA	189
BIBLIOGRAFIA DE REFERÊNCIA	201
GLOSSÁRIO	205
ÍNDICE REMISSIVO	214
APÊNDICES	i

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Processo de Desenvolvimento das Instalações - Parte 1	23
Figura 2. Processo de Desenvolvimento das Instalações - Parte 2	24
Figura 3. Marcador de RA.....	41
Figura 4. Sistema <i>Archaeoguide</i>	42
Figura 5. Reconhecimento de Fachada de um edifício.	61
Figura 6. Máscara do Optimus Prime em Realidade Aumentada.	63
Figura 7. Instalação criada pela empresa Appshaker para promover o DVD ‘Frozen Planet’ da BBC Worldwide Americas.	66
Figura 8. Augmented Reality World Tour National Geographic Channel.....	67
Figura 9. <i>Imag-n-o-tron</i> , pop-up livro desenvolvido por <i>Moonbot Studios</i>	68
Figura 10. Lego, o utilizador aponta a caixa do produto para o quiosque na loja e consegue ver em RA o conteúdo animado.	69
Figura 11. IKEA e Realidade Aumentada.....	69
Figura 12. Learn AR.	71
Figura 13. MoMA Invasion, Exposição em RA, 2010.....	71
Figura 14. <i>Frenchising</i> Monalisa de Amir Baradaran.....	72
Figura 15. Aplicação <i>StreetMuseum</i> do Museum of London. Esta aplicação permite que o utilizador visualize fotografias de diferentes épocas contextualizadas no espaço envolvente do utilizador.	74
Figura 16. Modelo de Experiência Interativa ou <i>Interactive Experience Model</i>	77
Figura 17. Planta do Petrie Museum of Egyptian Archaeology	93
Figura 18. Sequência de Imagens de Interação com o 2º Protótipo, no Petrie Museum of Egyptian Archaeology	102
Figura 19. Objetos das Escavações em Gurob selecionados pela Curadora Digital 3D do Petrie Museum	111
Figura 20. O objeto da esquerda foi substituído pelo objeto da direita, mas manteve-se o mesmo tipo de interação.	112
Figura 21. Conjunto de fotografias de duas crianças a dançar ao interagir	113
Figura 22. Objeto 3D substituído no Protótipo 4.....	117
Figura 23. <i>3D Encounters: Where Science Meets Heritage</i>	122
Figura 24. Fases de Interação e Aprendizagem	127
Figura 25. Elefante representado numa escala reduzida (esquerda) e o mesmo elefante representado no tamanho real (direita).....	131
Figura 26. Instalação do Corpo como Interface de Comunicação, onde o objeto está representado numa escala maior.	132
Figura 27. Aplicação desenvolvida para explorar os objetos representados no tamanho real.	132

Figura 28. Pergunta sobre o tamanho real, do questionário distribuído, os quadrados a branco correspondem às opções de tamanho que o visitante/participante podia selecionar para este objeto.	134
Figura 29. Distribuição dos Módulos da exposição <i>Baixa em Tempo Real</i> na galeria Millennium. ...	140
Figura 30. <i>Mural da Baixa</i> na galeria Millennium.	143
Figura 31. Renders do elétrico 3D (<i>wireframe</i> do objeto à dta.)	144
Figura 32. Evolução da Pintura do <i>Mural da Baixa</i> (de cima para baixo e da esq. para a dta.)	145
Figura 33. <i>Trackers</i> dentro do Painel Vuforia (esq.) imagem com pontos reconhecíveis (dta.)	146
Figura 34. Modelos 3D no Unity 3D sobre os marcadores (dta.)	147
Figura 35. App Store, aplicação <i>Baixa Mural</i> , disponível para iPad e iPhone.....	148
Figura 36. Suporte do iPad na galeria.	149
Figura 37. Instalação <i>Reconhecimento Gestual</i> na galeria Millennium.	150
Figura 38. Pichel modelado em 3D (esq.) e fotografia do pichel verdadeiro (dta.).....	151
Figura 39. Motivos que levaram os visitantes/participantes à exposição <i>Baixa em Tempo Real</i>	167
Figura 40. De que forma o visitante soube da exposição <i>Baixa em Tempo Real</i>	168
Figura 41. Classificação Geral do Tipo de Interação com o <i>Mural da Baixa</i>	171
Figura 42. Classificação do Grau de Diversão com o <i>Mural da Baixa</i>	171
Figura 43. De que forma o visitante percebeu o funcionamento do <i>Mural da Baixa</i>	174
Figura 44. Tempo Aproximado de Exploração do <i>Mural da Baixa</i>	175
Figura 45. Conhecimento sobre a RA.....	176
Figura 46. Curiosidade em ver o objeto real	177
Figura 47. Relação entre manipular o objeto e sentir evolução no controlo	177
Figura 48. Classificação do Tipo de Interação	178
Figura 49. Classificação Geral da Instalação.....	178
Figura 50. Questão referente à intimidação.....	179
Figura 51. Percursos desenhados pelos visitantes/participantes - Parte 1	180
Figura 52. Percursos desenhados pelos visitantes/participantes - Parte 2	181
Figura 53. Tempo de permanência nas diferentes áreas do piso 0.....	182

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1. Tipos de Exposição.....	35
Quadro 2. O modo de Apreensão.....	36
Quadro 3. ‘Reality-Virtuality Continuum’ representa a ligação entre o mundo real e virtual	40
Quadro 4. Componentes da RA - parte 1	44
Quadro 5. Componentes da RA - Parte 2.....	45
Quadro 6. Grelha de classificação dos vários aspetos de Avaliação.....	84
Quadro 7. <i>Setup</i> do 1º Protótipo	95

Quadro 8. Arquitetura de Sistema do 1º Protótipo.....	96
Quadro 9. Objetos e Interações no 1º Protótipo.....	98
Quadro 10. Arquitetura de Sistema do 2º Protótipo.....	101
Quadro 11. Objetivos de Avaliação do 2º Protótipo	103
Quadro 12. Resultados sobre o Interesse nos Objetos 3D.....	106
Quadro 13. Resultados sobre o Interesse nos Objetos 3D.....	106
Quadro 14. Resultados sobre a Facilidade de Interação.....	107
Quadro 15. Resultados sobre o Interesse nos Objetos 3D.....	107
Quadro 16. Resultados sobre a facilidade em executar os movimentos	107
Quadro 17. Resultados sobre a Facilidade em executar os quatro tipos de Movimentos.....	108
Quadro 18. Classificação da Satisfação Geral com o 2º Protótipo	108
Quadro 19. Arquitetura de Sistema do 3º Protótipo.....	110
Quadro 20. Arquitetura de Sistema do 4º Protótipo.....	116
Quadro 21. Questão nº 1 sobre o tamanho real dos objetos.	119
Quadro 22. Questão nº 2 sobre o interesse nos objetos.	120
Quadro 23. Evolução dos protótipos elaborados no Petrie Museum entre janeiro e junho de 2012....	124
Quadro 24. Resultados das duas Experiências sobre o tamanho real, do objeto <i>Combs 4308</i>	135
Quadro 25. Número de visitantes na exposição <i>Baixa em Tempo Real</i>	141
Quadro 26. Localização do <i>Mural da Baixa</i> na galeria Millennium.....	149
Quadro 27. Localização da instalação <i>Reconhecimento Gestual</i> na galeria Millennium.....	153
Quadro 28. Tipos de Avaliação	155
Quadro 29. Abordagem de Avaliação.....	155
Quadro 30. Métodos de Avaliação Aplicados	155

INTRODUÇÃO

Apesar de existirem apenas suportes e documentos em todas as colecções de todos os museus, somente lhes conseguimos aceder como ‘realidades representacionais dos objectos que existem’. Este passou a ser o invariante de todos os objectos patrimoniais (Património). **A significação e os significados são-lhes, em cada época e por cada sociedade, apenas visitas efémeras.** Que os vão interpretando e habitando provisoriamente (p. 204). (...) Comunicar um objecto a um visitante será eventualmente permitir aceder a essa pluralidade de interpretações (p. 210).

Pedro Manuel-Cardoso (2010)

Apresentação do Tema Central

Esta tese apresenta o resultado da investigação realizada, para a obtenção do grau de Doutor em Museologia, no quadro do Programa de Doutoramento em Museologia da Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias e insere-se na linha de investigação “Museologia e Novas Tecnologias”.¹

Parte-se do princípio que a relação entre uma instalação museológica e um visitante/participante ocorre, se existir um equilíbrio entre as capacidades do visitante/participante e as potencialidades da instalação museológica. Por capacidades do visitante/participante entendem-se as suas preferências de aprendizagem, estilos de cognição, interesses, motivações e outros elementos relativos ao visitante/participante, que são tidos em consideração no processo de aprendizagem.

Por outro lado, por potencialidades das instalações museológicas, entende-se as suas ferramentas e recursos multissensoriais, os diferentes modelos de comunicação, a capacidade de personalização e outros componentes das instalações museológicas, a partir dos quais é possível comunicar e estabelecer uma relação interativa, imersiva e comprometida (ou *engaging*)².

Se existir uma correspondência entre as potencialidades da instalação museológica e as capacidades do visitante/participante, poderá estabelecer-se uma relação entre os dois elementos e existir produção de conhecimento por parte do visitante/participante.

Esta relação de interação, permitirá completar a **função da instalação museológica**, de **potenciar a produção** de conhecimento por parte do visitante/participante.

Esta investigação parte da hipótese que existe uma relação de equilíbrio entre o visitante/participante e a instalação museológica e que este equilíbrio poderá ser medido através da avaliação e análise de determinados indicadores. Neste sentido, utiliza-se uma ferramenta com base num processo de design iterativo e participativo e uma metodologia de avaliação *in the wild*³, em dois estudos de caso, implementados em contexto museológico, para avaliar o processo de interação entre o visitante/participante e a instalação museológica. Nomeadamente, a exposição permanente do Petrie

¹ A tese está organizada de acordo com as normas para a elaboração e apresentação de teses e dissertações da ULHT (despacho nº101/2009), apresentando uma parte pré-textual, textual e pós-textual.

² Optou-se por não traduzir o termo *engaging*, porque se entende que a sua tradução direta para *envolvimento*, *comprometido* ou *compromisso*, não responde totalmente ao conceito tratado. Ver *engagement* no Glossário.

³ Avaliação *in the wild* é uma abordagem de avaliação executada em contexto real, onde são avaliados os visitantes espontâneos da exposição e permite observar a dinâmica social, identificar novos problemas de usabilidade e observar comportamentos mais realistas do que num contexto controlado, como acontece na avaliação laboratorial.

Museum of Egyptian Archaeology, em Londres, e a exposição *Baixa em Tempo Real*⁴, que esteve patente na galeria Millennium⁵, em Lisboa, entre fevereiro e maio de 2013 e no Museu da República no Rio de Janeiro, entre março e junho de 2013.

Importa esclarecer a diferença entre **iteração** e **interação**. Iteração diz respeito à repetição como processo de design, enquanto que interação é relativo à relação entre pessoas, equipamentos ou *softwares*.

Nesta tese considera-se como **design iterativo e participativo**, uma “metodologia de design com base num processo cíclico de prototipagem, fase de testes, análise e melhorias do sistema/produto em desenvolvimento. No design iterativo, a interação com o sistema desenvolvido é utilizada como uma forma de investigação para informar e desenvolver o projeto, nas sucessivas versões ou iterações do design implementado” (Zimmerman, 2003, p. 177)⁶. Uma vez que a experiência do visitante/participante⁷ nunca poderá ser completamente premeditada, o processo de design iterativo tem por base o *feedback* do visitante/participante, o qual irá direcionar o desenvolvimento futuro do sistema da instalação museológica.

Os estudos de caso desenvolvidos nesta investigação recorrem à Realidade Aumentada – RA, como abordagem tecnológica multissensorial e que permite uma experiência imersiva dos visitantes/participantes num contexto museológico. Apesar de existirem outras tecnologias que possam permitir o equilíbrio e correspondência referidos anteriormente, acredita-se que a RA, por permitir a interação com informação digital, mas registada tridimensionalmente, no espaço envolvente do visitante/participante e em tempo real, permite uma aproximação entre o visitante/participante e o discurso museológico⁸.

Neste contexto, adota-se a palavra aproximação, no sentido não só de aproximar fisicamente o visitante/participante às instalações museológicas de uma exposição, permitindo/induzindo o

⁴ Esta exposição teve a chancela do Comissariado para o Ano de Portugal no Brasil e foi produzida pelo Departamento de Museologia da Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias - ULHT.

⁵ A galeria Millennium faz parte da Fundação Millennium bcp e uma vez que o espaço foi cedido ao Departamento de Museologia, todo o conteúdo da exposição e processo de desenvolvimento foi definido de acordo a responder tanto às necessidades educativas e exploratórias do Departamento de Museologia, como às necessidades institucionais da Fundação Millennium bcp.

⁶ “Iterative design is a design methodology based on a cyclic process of prototyping, testing, analyzing and refining a work in progress. In iterative design, interaction with the designed system is used as a form of research for informing and evolving a Project as successive versions or interactions of a design implemented”.

⁷ Optámos pela utilização do termo *visitante/participante*, sempre que queremos referir o tipo de visitante que tem um papel ativo durante a sua permanência na exposição. Por outro lado, sempre que referimos apenas *visitante*, referimo-nos a qualquer tipo de visitante, quer tenha um papel ativo ou passivo.

⁸ Por discurso museológico entendemos a forma como determinada coleção, tema ou ideia é desenvolvida expograficamente e concetualmente pela equipa responsável.

visitante/participante a tocar, falar, ver, movimentar-se, ouvir, ou cheirar, mas também num sentido de aproximação intelectual e emocional.

Atuar no campo da RA significa que o visitante/participante deixa de ser um mero espetador, mas passa a ser um elemento essencial para a existência da própria instalação museológica, no seu ambiente envolvente, sendo que a separação entre si e a instalação são as suas capacidades de percepção, de cognição e de memória.

O participante ao interagir com as instalações acaba por completar a função das instalações e justificar a sua existência. A instalação museológica encontra-se incompleta até que o visitante/participante a complete; esta ideia remete-nos para a *Obra Aberta* de Umberto Eco (1962/2005), segundo a qual, a cada fruição, o intérprete produz “uma interpretação e uma execução, pois em cada fruição a obra revive dentro de uma perspectiva original” (Eco, 1962/2005, p. 40). Este sentido de “completar” e ativar a obra, também se aplica ao contexto da expografia em RA, pois as instalações museológicas em RA implicam um determinado nível de interação e, se não forem ativadas pelo visitante/participante, por um lado, não estão completas em termos da sua função nem, por outro, em termos da sua interpretação e atribuição de significado (ou construção de conhecimento) que o visitante/participante pode fazer.

É importante esclarecer o conceito de **objeto museológico**, utilizado nesta investigação. O objeto museológico pode ter por base tanto o “**objeto-herdado**”, como o “**objeto-construído**”, sendo que o “objeto-herdado”, é aquele que é frequentemente referido como fazendo parte de uma coleção e que reflita valores de autenticidade, originalidade, raridade, entre outros; aquele que constitui o essencial dos acervos museológicos e que se transmite de geração em geração (Primo, 2006, p. 110).

Por outro lado “objeto-construído”, de acordo com Mário Moutinho, é definido como a “forma (não herdada, mas construída como obra de arte, entendida nos sentidos referidos) como suporte para a comunicação das ideias” (Moutinho, 1994, p. 18). Este “objeto-construído” é também um produto criado para uma exposição específica, com um sentido forte de comunicar/representar algo. De acordo com Primo, os objetos “criados” são uma referência a ideias que se querem expressar (Primo, 2006, p. 111), com fins expográficos.

De acordo com Pedro Cardoso (2010), o objeto museológico, quer tenha por base o “objeto-herdado” ou o “objeto-construído”, é a soma desse mesmo objeto com todos os elementos que servem para o musealizar (catalogação, vitrina, prateleira, peanha, caixa, legenda, cenário, apetrechos de fixação ou suspensão, áudio-guia, aplicação, entre outros).

Como referia Rudolf Arnheim, “toda a percepção é também pensamento, todo o raciocínio é também intuição, toda a observação é também invenção. A forma de um objeto que vemos, contudo, não

depende apenas de sua projeção retiniana num dado momento. Estritamente falando, a imagem é determinada pela totalidade das experiências visuais que se teve com aquele objeto ou com aquele tipo de objeto durante toda a nossa vida” (Arnheim, 1994, p. 40).

Em suma, por **instalação museológica**, entende-se o objeto museológico, construído especificamente para a exposição, que permite uma abordagem multissensorial, diferentes modelos comunicacionais e uma experiência *engaging* e personalizada. Sendo que uma ou mais instalações compõem uma exposição museológica.

Distingue-se uma exposição museológica de qualquer outro tipo de exposição, na medida em que esta tem por objetivo potenciar a produção de conhecimento relativo ao discurso museológico. Outros tipos de exposição, que não museológica, poderão ou não ter o mesmo objetivo. Contudo, entre a ideia de potenciar e realmente produzir conhecimento, existe alguma distância. Esta investigação aborda um conjunto de ferramentas, tecnologias e metodologias que auxiliam, por um lado, o processo de *aproximação* entre o visitante/participante e o discurso museológico e, por outro, utilizou-se diferentes métodos de avaliação⁹, que permitem refletir sobre alguns indicadores relativos à eficácia da exposição, em termos de produção de conhecimento.

A exposição museológica pode ser definida como o resultado de uma ação de apresentar ideias, através de instalações museológicas/objetos museológicos, que tem por objetivo potenciar a criação de conhecimento. Por sua vez o Museu é entendido como a infraestrutura física onde a maioria das exposições museológicas ocorrem.¹⁰ A Expografia centra-se nas questões relativas à produção de Exposições e a Museologia é a “disciplina científica que tem por objectivo transformar o Património numa ‘representação’ de modo a ter possibilidade de ser memorizado” (Cardoso, 2010, p. 278).

⁹ Métodos de avaliação qualitativos ou quantitativos aplicados de acordo com a metodologia de avaliação *in the wild*, isto é, de forma pouco intrusiva avaliar a experiência do visitante/participante, sem que este se sinta pressionado a interagir ou a ter ‘bons resultados’.

¹⁰ Sempre que possível optou-se pela utilização de “espaço museológico” em vez de museu, pois apesar do museu ser um espaço museológico, existem outros espaços com configurações diferentes de um museu que também podem ser entendidos como espaços museológicos.

Questão Central

De que forma se pode validar se uma determinada instalação museológica permite uma relação *engaging*, interativa, de aprendizagem e de consequente produção de conhecimento?

Foi referido, anteriormente, que a relação entre a instalação museológica e o visitante/participante ocorre se existir um equilíbrio entre as capacidades do visitante/participante e as potencialidades da instalação museológica, mas de que forma se pode medir esta relação e saber se é uma relação de equilíbrio ou desequilíbrio? Sendo que cada indivíduo é um ser com características próprias, uma determinada instalação museológica poderá ter uma relação equilibrada com alguns visitantes/participantes e desequilibrada com outros. No entanto, se, à partida, a instalação for pensada para permitir diferentes modelos de comunicação e abordagens multissensoriais poderá ampliar o seu público-alvo de forma mais eficiente, não por ser um denominador comum mas por incorporar vários níveis/possibilidades de leitura/intervenção.

Ao referir-se que o objetivo de uma exposição museológica é o de produzir conhecimento, não significa que a exposição museológica seja o conhecimento em si, pois este “não pode ser transportado ou transferido. Ele é um produto humano, portanto, alocado no cérebro humano” (Costa & Costa, 2011, p. 11). De acordo com Cardoso (2011), o que se transfere é a informação, que é codificada na forma de diferentes elementos, tal como os recursos de interpretação de conteúdos, as aplicações móveis, os sensores, os ecrãs, os *joysticks* e outros, sendo que o seu conjunto compõe o objeto museológico. Estes são os elementos/objetos materiais da exposição museológica. O processo de produção de conhecimento ocorre quando “o destinatário quiser, ou for capaz de entrar em contacto com o que se transmite (...) Essa condição é uma relação, aqui-e-agora, que esses destinatários têm que estabelecer com os ‘documentos’ e com os ‘suportes’ (objectos). E uma relação dessas não é transmissível.” (Cardoso, 2011, p. 126).

De acordo com Pedro Manuel-Cardoso, os indivíduos que visitam qualquer museu, para apreenderem o que está exposto, necessitam de realizar uma operação de **reinterpretação** e de **rememoração**; “por esta razão, apesar da noção de realidade ser feita daquilo que nos rodeia no quotidiano, ela não deixa de ser ‘feita’ senão daquilo que as nossas capacidades sensoriais e conceptuais nos deixam perceber” (Cardoso, 2004, p. 293). Esta é uma limitação na área da Museologia e que pode ser trabalhada através de diferentes recursos tecnológicos e modelos comunicacionais, para ultrapassar esta limitação. Como assinalou Pedro Cardoso (2010, p. 204):

O objeto que vemos e percebemos – mesmo que o possamos pesar, medir e comparar graviticamente – não poderá deixar de ser apenas ‘o equivalente representacional do que existe’. (...) Toda e qualquer informação sobre a realidade de um objeto (‘um objeto que existe’) repousa em termos objetivos e empíricos na representação que conseguimos fazer da experiência que a sua materialidade nos proporciona. É por esta razão que um

objeto museológico (isto é, ‘a representação do que existe’) não poderá na prática ser senão um artefacto construído. (...) Sendo por essa razão que os museólogos e os visitantes tentam desesperadamente encontrar a percepção e o entendimento ‘certos’, para fazerem equivaler a realidade (que os sentidos dizem ser ou perceber) à existência e ao valor patrimonial que pressentem existir no ‘objeto’ para além da sua materialidade e imaterialidade.

Estas noções de objeto, percepção e representação estão na base do desenvolvimento desta tese e condicionam o entendimento que é feito dos vários conceitos abordados e com eles relacionados.

A forma como os visitantes/participantes interagem, aprendem, estabelecem relações ou constroem memórias, pode ser condicionada, por um lado, pelas potencialidades e ferramentas das instalações e, por outro lado, pelas preferências sensoriais de cognição, preferências de aprendizagem, contexto cultural ou outros fatores relacionados.

O processo de criar exposições que respondam de forma eficiente ao objetivo de potenciar a criação de conhecimento, não é um processo linear e simples de atingir. Contudo, acredita-se que as ferramentas e metodologia exploradas nesta investigação podem ser um contributo no sentido de aproximar o discurso museológico do visitante/participante.

Ao comunicar numa exposição museológica, deve-se, para além do sentido da visão, ter em consideração os outros sentidos de forma igualitária, assim como explorar diferentes estratégias de aprendizagem.

Cada ser humano tem preferências sensoriais de aprendizagem, podendo estas estar centradas na visão, audição ou cinestesia.

Não é suficiente comunicar para todos da mesma forma, esperando que resulte em igualdade de oportunidades. De acordo com Pierre Bourdieu, no sistema de ensino (francês) “a escola contribui para perpetuar as desigualdades, ao mesmo tempo que as legitima” (Bourdieu, 1999, p. 58). O mesmo entendimento pode ser aplicado ao contexto da Museologia, isto é, Bourdieu defende que diferentes classes sociais, sejam estas dominantes ou dominadas, têm a sua forma de falar, normas de conduta ou valores próprios. Neste sentido, optar por uma forma de ensino, ignorando as diferenças entre os estudantes, é em si uma forma de discriminação.

Mais ainda, Riding e Rayner (1998) afirmam que, no processo de aprendizagem é necessário ter em consideração as diferenças individuais nos processos de cognição e aprendizagem. De acordo com os autores, o processo de cognição reflete o modo como a pessoa pensa, enquanto que as estratégias de aprendizagem refletem os processos que ela utiliza para responder numa situação de aprendizagem (Riding & Rayner, 1998).

Por estar fora do âmbito desta tese, não iremos descrever com detalhe o que os vários autores entendem por estilos cognitivos ou preferências de aprendizagem, contudo destaca-se a categorização dos estilos sensoriais de aprendizagem em visual, auditiva ou cinestésica.

O discurso museológico deve ter em consideração os diferentes fatores que diferenciam o seu visitante/participante, quer seja em termos económicos, sociais, educacionais, cognitivos, culturais ou políticos, propondo uma experiência personalizada e que responda às expectativas, às necessidades de aprendizagem e aos estilos cognitivos de cada pessoa (ou visitante/participante).

É neste sentido que os mais variados recursos e técnicas expográficas podem auxiliar na produção de conteúdos e interfaces que possam responder a estas necessidades e pluralidade de sentidos. Ao criar conteúdos que possam dinamicamente ser personalizados consoante o visitante/participante e ao utilizar suportes expográficos intuitivos, pensa-se contribuir para a produção de exposições que respondam às expectativas dos visitantes, relativamente à produção e assimilação de conhecimento.

É importante referir que a abordagem à expografia referida anteriormente pode ser aplicada a outros domínios nas várias áreas de conhecimento, tal como exposições da área da Ciência, História, Biologia, Etnologia, Antropologia ou outras, onde existe uma equipa de profissionais a trabalhar neste sentido. Contudo, é importante realçar a diferença existente nas exposições de arte. Nestas exposições, a hierarquia e estrutura de produção expográfica segue parâmetros diferentes, no sentido em que estas são produzidas por artistas e/ou curadores e não por museólogos; por esta razão os pressupostos referidos podem não ser aplicados neste contexto. No entanto, deve ser referido que muitas das técnicas expográficas têm por base experiências artísticas, posteriormente adotadas no contexto museológico.

Sendo a Museologia uma área de conhecimento dinâmica, muitos dos conceitos¹¹ relacionados, têm sido construídos por vários autores, ao longo do desenvolvimento da museologia e têm sofrido inúmeras alterações e resignificações. Apesar de não se tratar a evolução de tais conceitos, far-se-á referência apenas à estrutura concetual adotada para a sustentação teórica da investigação desenvolvida. Neste sentido, segue-se a linha de investigação de Pedro Cardoso, para quem a Museologia é definida como sendo um “ramo de saber (teórico ou prático) aplicado ao Património ou aos ‘bens e valores patrimoniais’, cujo objetivo é transformar o Património numa ‘representação’ de modo a ter a possibilidade de ser memorizado” (Cardoso, 2010, 280) e o Património é definido como sendo o “resultado de uma determinada escolha de Valor para as coisas que nos rodeiam. É portanto, em si

¹¹ Conceitos como: museologia, museu, objeto museológico, objeto-construído, objeto musealizado, objeto-memória, património, processo de patrimonização, processo de musealização, processo de memorização, expologia, exposição, exposição museológica, visitante/participante, público, utilizador, participante, ideia, interação, perceção, cognição, memória ou conhecimento.

mesmo, um processo de construção da assimetria da ‘importância das coisas’ que fazem o nosso quotidiano, e que, automaticamente, se toma por Real ou Natural” (Cardoso, 2014, p. 21). É ao nível deste processo de transformação do Património, numa representação que possa ser memorizada, que esta tese opera. No contexto desta investigação explora-se o património através de instalações museológicas que representam ideias e criam-se conceitos que permitem dialogar com os visitantes/participantes.

A instalação museológica é o resultado de um conjunto de objetos, técnicas, recursos utilizados e pode ter por base o objeto museológico, quer seja sob a forma criada (“objeto-construído”) ou sob a forma herdada (“objeto-herdado” ou “objeto-real”).

O objeto museológico pode ser entendido como veículo ou ponto de ligação entre o ser humano e o que é representado, pode ser um objeto material ou imaterial ao qual foi conferido um estatuto de património (classificado como património) “objeto-herdado”. Em suma, consiste num objeto construído para a própria exposição que, apesar de não estar classificado como património, permite ao ser humano aceder à representação.

Esta estrutura dá-nos as bases conceituais para podermos implementar na prática a investigação desenvolvida.

Objetivos, perguntas de partida e hipóteses

O presente estudo explora a RA como recurso expográfico, com base na execução e avaliação de exposições apresentadas ao público na galeria Millennium em Lisboa e no Petrie Museum of Egyptian Archaeology da UCL em Londres, colaborativamente com visitantes/participantes espontâneos¹².

Neste sentido, a investigação foi dividida em 3 áreas principais de atenção: a primeira área, mais generalista, estuda a natureza da RA enquanto recurso expográfico e o seu processo de desenvolvimento em meio museológico; a segunda área centra-se sobre a aplicabilidade da metodologia de **design iterativo** enquanto processo de prototipagem, teste e reconfiguração de forma cíclica visando a melhoria da instalação museológica, por fim, a terceira área, avalia a forma de interação mediante vários indicadores com duas das instalações apresentadas nas exposições referidas, as quais utilizam a RA de forma distinta e recorrem à metodologia de avaliação *in the wild*.

¹² Por visitante/participante espontâneo entende-se o tipo de visitante que decide interagir com determinada instalação sem ter sido convidado ou coagido pelo investigador, podendo ou não aperceber-se que essa instalação está a ser avaliada.

Estas três áreas procuraram responder a diferentes questões: em que medida a metodologia de design iterativo é adaptável aos Museus; como se pode melhorar a eficácia das exposições e das instalações museológicas e de que forma a utilização de RA, pode alterar a forma como as exposições são apreendidas pelo público em geral.

Neste sentido, considera-se, como hipótese, que o visitante está, essencialmente, habituado a perceber uma exposição, à medida que se movimenta no espaço, criando, desta maneira, a sua experiência, com primazia para o sentido da visão. Mas, por outro lado, deve-se assumir também que a introdução da RA implica um movimento corporal em torno da instalação que, de certa forma, poderá alterar a natureza discursiva de cada exposição. Pretende-se, pois, observar e identificar a existência de aspetos relevantes no processo de interação, que advenham desta mudança, no processo de visitação. Também, neste campo, teve-se em consideração de que forma a literacia tecnológica pode interferir na utilização de recursos tecnológicos recentes.

De forma abrangente, pretende-se entender em que medida a RA, relacionada com um processo de design iterativo e participativo e com a avaliação *in the wild*, poderá ser uma metodologia viável, eficaz e com potencialidade de ser implementada na construção de exposições museológicas.

Na procura desta eficácia e viabilidade da RA, foram definidos diferentes subníveis de objetivos relacionados com as opções metodológicas e com os resultados que foram surgindo durante a investigação.

Estes subníveis dizem respeito ao entendimento sobre os comportamentos do visitante/participante, no processo de aprendizagem e de interação com as instalações desenvolvidas; igualmente pretendeu-se medir o tipo de envolvimento (ou *engagement*) com as instalações e compreender o processo de desenvolvimento expográfico com base nas metodologias referidas

Naturalmente que esta abordagem procurou equacionar vários assuntos:

- Quais os atuais desafios e barreiras que envolvem a implementação e integração da RA no contexto museológico?
- De que forma a interação com a RA difere de outros tipos de interação.?
- Podem as tecnologias de RA móvel ou fixa, ser uma alternativa viável, quer como recurso expográfico e como meio de interpretação de conteúdos?

Importa também salientar o facto de, em alguns museus, as equipas que estão a trabalhar no desenvolvimento de exposições colaborarem com a comunidade envolvente, sobretudo numa fase inicial de definição do conceito estruturante da exposição e na criação de conteúdos. No que respeita ao

desenvolvimento de instalações museológicas interativas, o contributo dos visitantes/participantes é tido em consideração, essencialmente na fase final, enquanto utilizador final.

Mas, esta tese propõe-se, sobretudo, refletir sobre a importância de trabalhar colaborativamente com os visitantes/participantes, nas várias fases de desenvolvimento da exposição, principalmente para avaliar a eficácia do processo de comunicação.

Considerou-se, assim, que é neste processo de avaliação e *feedback*, que se podem estabelecer as condições necessárias para criar exposições que consigam melhor comunicar com os visitantes/participantes e sejam potenciadoras de construção de conhecimento.

Nas Figuras 1 e 2, representa-se o processo de desenvolvimento das instalações museológicas, dividido em 3 fases: a primeira refere-se à intervenção da comunidade (visitantes da exposição) no processo de criação de ideias e validação da exposição; a segunda respeita ao processo de desenvolvimento, com base no design iterativo; e, por fim, o processo de avaliação *in the wild*. As 3 fases envolvem a participação dos visitantes/participantes, contudo no âmbito desta tese, abordámos apenas as fases 2 e 3.

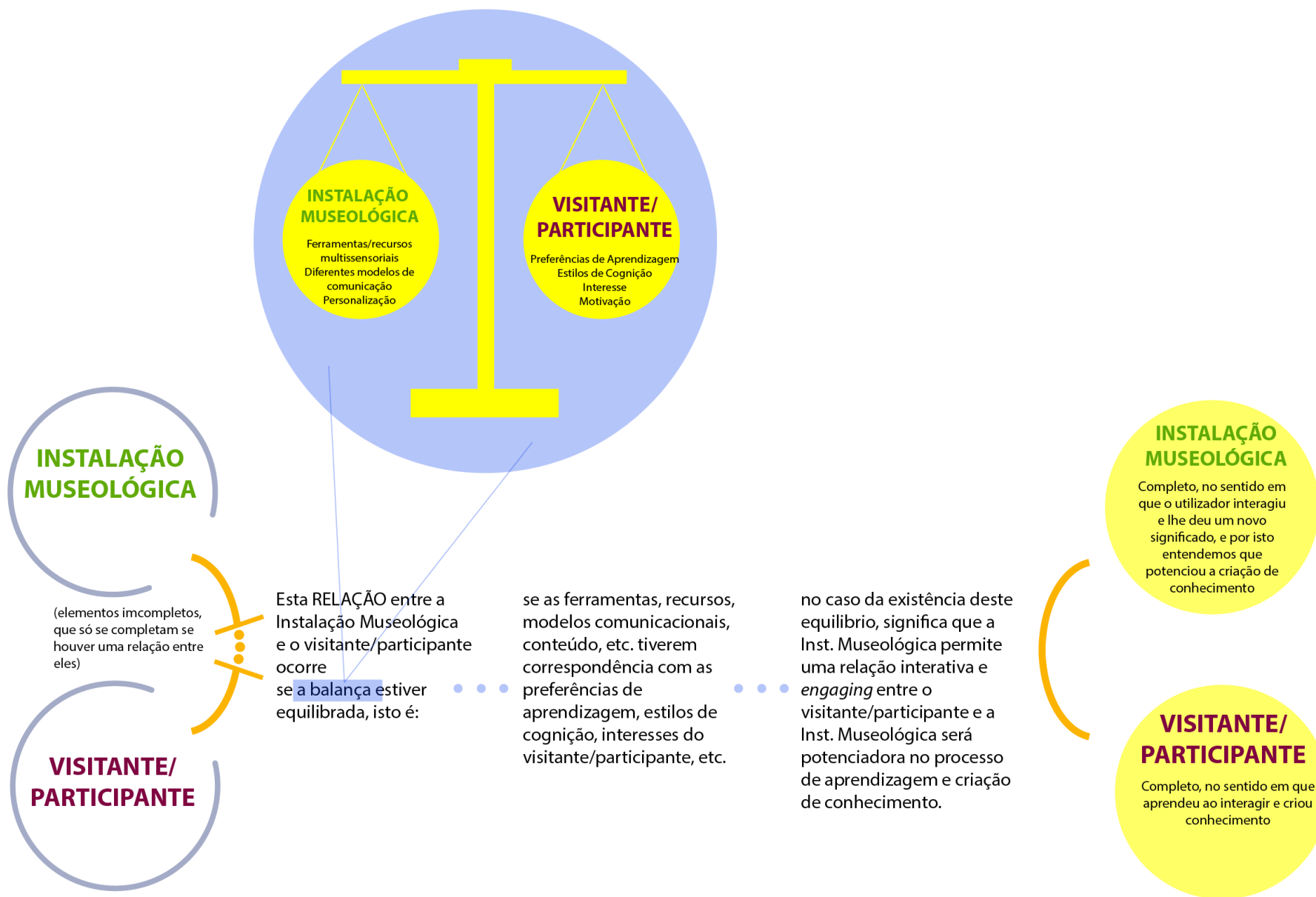


Figura 1. Processo de Desenvolvimento das Instalações - Parte 1

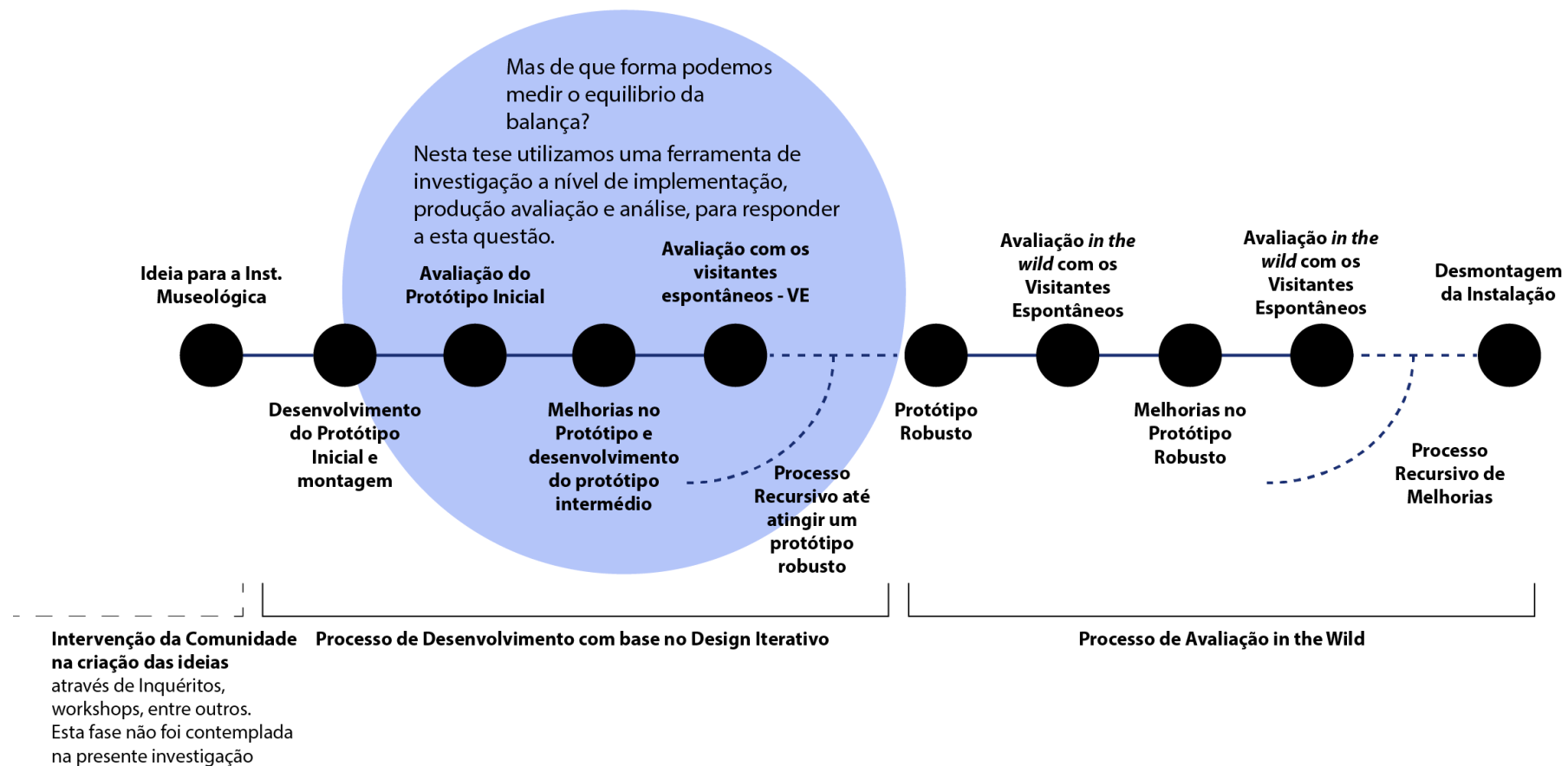


Figura 2. Processo de Desenvolvimento das Instalações - Parte 2

Metodologia

A natureza do tema tratado implicou, desde o início, uma abordagem interdisciplinar. Por conseguinte, a investigação e metodologia empregue associa recursos do domínio da Interação Homem-Máquina - HCI, RA, Design de Interação, Museologia, Expografia e Estudos de Público.

Relativamente às ferramentas utilizadas na investigação, em termos metodológicos destacam-se a pesquisa bibliográfica; construção e implementação de instalações com base num processo de design iterativo; avaliação com os visitantes espontâneos, através de questionários, diálogo, observação direta e indireta e utilização da ferramenta de análise de dados SPSS¹³ da IBM para auxiliar na interpretação de dados (Antunes, 2013). Também utilizou-se a experiência desenvolvida no âmbito de *workshops*¹⁴ organizados, para apresentação e debate de artigos científicos sobre as experimentações e resultados obtidos.

A revisão bibliográfica relativa ao processo de desenvolvimento iterativo e avaliação *in the wild*, foi combinada com a experiência prática em dois projetos, nomeadamente no Petrie Museum of Egyptian Archaeology¹⁵ em Londres, e na exposição *Baixa em Tempo Real*, em Lisboa. Ambos os projetos foram desenvolvidos com base num processo de design iterativo e participativo e avaliados *in the wild* em diferentes fases da sua produção, quer ao nível da conceção, design, interface ou experiência do utilizador (*user experience*).

No Petrie Museum foram feitas várias apresentações ao visitante espontâneo do museu e os protótipos foram sendo alterados com base no *feedback* dos visitantes/participantes. A análise foi feita através de observação direta e indireta, diálogo com os visitantes/participantes e

¹³ SPSS (Statistical Package for Social Sciences) é uma ferramenta para análise de dados com recurso a técnicas estatísticas básicas e avançadas, <http://www-01.ibm.com/software/analytics/spss/> (Acedido a 10 de Setembro de 2014).

¹⁴ No âmbito do Laboratório de Museologia e Computação, do Departamento de Museologia da Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias em Abril de 2013, foi desenvolvido um *workshop* com os alunos do Mestrado de Museologia 2013, sobre a Realidade Aumentada como recurso expográfico e resultou no desenvolvimento de uma aplicação em RA que ampliava o conteúdo da exposição *Baixa em Tempo Real*, com outras memórias sobre a baixa de Lisboa. Em junho de 2013, foi organizado outro *workshop* no Museu do Trajo, em São Brás de Alportel, no âmbito do XVII Encontro Nacional Museologia e Autarquias, com o tema de 'Expografia Interativa'. Este *workshop*, teve 18 visitantes/participantes de diferentes museus de Portugal e resultou na criação de duas aplicações móveis em Realidade Aumentada para o Museu do Trajo. Este *workshop* mostrou que em relativamente pouco tempo e com poucos recursos é possível ampliar a experiência do visitante/participante no Museu do Trajo.

¹⁵ Para facilitar a leitura, sempre que fizermos menção ao Petrie Museum of Egyptian Archaeology, utilizaremos a abreviatura Petrie Museum.

distribuição de questionários. Os questionários, nesta fase, foram analisados sem recurso a uma ferramenta de análise proprietária, por se tratar de quantidades relativamente pequenas.

Na exposição *Baixa em Tempo Real*, a doutoranda participou nas diferentes fases de desenvolvimento da exposição, desde a conceptualização ao design de exposição, construção e implementação das várias instalações. Durante o período em que a exposição esteve aberta, foi realizada uma avaliação sobre a interação dos diferentes intervenientes (visitantes/participantes, técnicos da galeria e *stakeholders* da instituição) com duas instalações.

De forma a construir as instalações e aplicações móveis foi necessário recorrer a diferentes departamentos, licenciaturas e mestrados da Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, nomeadamente a Licenciatura de Animação Digital, para elaboração dos conteúdos 3D, a Licenciatura de Cinema, Vídeo e Comunicação Multimédia, para elaboração dos conteúdos de vídeo, o Laboratório de Museologia e Computação para o desenvolvimento do *software* necessário e o Mestrado em Comunicação Alternativa e Tecnologias de Apoio para o Projeto de Acessibilidade.

Na exposição *Baixa em Tempo Real*, a avaliação foi executada *in the wild*, sem contato direto com o visitante/participante. Esta decisão teve por objetivo observar as dinâmicas sociais de interação envolvidas, que, de outra forma, em sessões de avaliação controladas ou visitantes ‘convidados’, poderia provocar comportamentos ou decisões induzidas e influenciadas. Por se tratar de uma exposição cujo tema era o ‘tempo real’, o visitante/participante foi informado que existia captura de vídeo na exposição. Neste sentido, durante os três meses da exposição, o piso 0 da galeria Millennium foi filmado, resultando em aproximadamente 540 horas de vídeo que nos permitiriam observar posteriormente, através da análise detalhada de 150 horas selecionadas, a interação entre os visitantes/participantes e as instalações, tal como identificar elementos distrativos, dinâmica social ou a forma de interação. Relativamente aos questionários, foram recolhidos 79 questionários respondidos voluntariamente pelo visitante/participante da exposição. Estes questionários foram analisados com a ferramenta da IBM SPSS Statistics, que permitiu obter dados com base na comparação de resultados.

As instalações da exposição *Baixa em Tempo Real* eram protótipos na última fase de desenvolvimento, facto que permitiu avaliar a performance do *software* implementado e reunir um conjunto de sugestões e problemas identificados, para melhoramento de versões futuras dos protótipos.

No que diz respeito ao sistema de traduções, procurou-se, sempre que possível, aceder às obras na sua língua original e optou-se por apresentar as citações traduzidas em português no corpo de texto e o

texto original em nota de rodapé. Relativamente à lista de abreviaturas, decidimos ter a versão em Português, com algumas abreviaturas traduzidas em Inglês. Ao longo do texto optou-se por determinadas palavras em inglês, tal como *in the wild* ou *engagement*, com a sua descrição em nota de rodapé, porque se entendeu que a tradução direta não corresponde ao conceito na língua original.

Estrutura da Tese

A presente tese está organizada em 5 capítulos, introdução e conclusão.

A **introdução** apresenta o tema e a questão central, as hipóteses e os objetivos definidos para a investigação, a metodologia de investigação adotada e a estrutura da tese.

O Capítulo 1, intitulado “**Recursos e Modelos Expositivos**”, apresenta por um lado os diferentes tipos de recursos agrupados em 11 categorias: suportes digitais e conteúdos digitais, mobiliário, ambientais, analógicos, acessibilidade - interpretação de conteúdos e acessibilidade - mobilidade, reprodução, materiais brutos, gráficos, suportes e estruturas e online e por outro lado os modelos expositivos, destacados em 10 categorias: totalidade e imersão, sistemático, cénico e teatral, vazio e isolamento, contextual, *hands-on*, metarealístico, interativo, temático e *storytelling*.

O Capítulo 2, “**Realidade Aumentada e Exposições**”, está centrado na Realidade Aumentada - RA, que consiste num conjunto de tecnologias que possibilitam introduzir várias camadas de informação ao ambiente envolvente, de forma multissensorial. São introduzidos os principais requisitos a nível de *hardware* e *software* e é apresentado o estado da arte relativo à utilização de RA em diferentes áreas do conhecimento.

O Capítulo 3 “**Avaliação de Exposições**”, trata diferentes metodologias de avaliação com referência às particularidades da RA. É apresentado o estado da arte, tendo em conta a avaliação *in the wild* de instalações interativas, em contexto museológico e espaços culturais, e são apresentadas as vantagens e desvantagens desta metodologia de avaliação, face à avaliação em contexto laboratorial ou em contexto semi-realista (espaços recriados que pretendem simular um museu em funcionamento).

O Capítulo 4, “**Experimentações no Petrie Museum**”, apresenta o primeiro caso de estudo desenvolvido no Petrie Museum, com detalhe no desenvolvimento iterativo de uma instalação que teve por base o reconhecimento gestual. Foram apresentados os resultados de várias avaliações executadas. Este processo auxiliou na definição de uma estratégia para a avaliação do segundo caso de estudo desenvolvido na exposição *Baixa em Tempo Real*.

O Capítulo 5, “**Exposição Baixa em Tempo Real: Design e Implementação de 2 Instalações**”, dedica-se à descrição detalhada das instalações, com ênfase no processo de desenvolvimento de *software* e *hardware* envolvido. São levantadas questões relativas à avaliação *in the wild* e é descrito o protocolo de avaliação utilizado, tanto na avaliação dos visitantes/participantes, dos técnicos da galeria, como dos *stakeholders* da instituição. A última parte deste capítulo apresenta os resultados obtidos, mas também a forma como esta informação foi recolhida, através dos diferentes métodos de avaliação, analisada e comparada.

Por fim, a conclusão resume as contribuições da tese, tendo em vista a utilização da RA como abordagem expográfica, que permite diferentes leituras das exposições, e é apresentada uma discussão de quais as consequências da implementação desta metodologia na prática expositiva.

CAPÍTULO 1. RECURSOS E MODELOS EXPOSITIVOS

Capítulo 1. Recursos e Modelos Expositivos

1.1 Recursos Expositivos

Neste capítulo faz-se um levantamento e agrupamento dos diferentes tipos de recursos e modelos expositivos procurando contextualizar o lugar que a RA ocupa na Museologia.

No que respeita aos recursos expositivos agrupa-se um conjunto de ferramentas, técnicas ou materiais utilizados como meio para construir as instalações museológicas. Neste sentido identificam-se 11 categorias: suportes digitais e conteúdos digitais, mobiliário, ambientais, analógicos, acessibilidade - interpretação de conteúdos e acessibilidade - mobilidade, reprodução, materiais brutos, gráficos, suportes e estruturas e online. A lista de recursos que se segue apresenta alguns elementos existentes em cada categoria, contudo esta é uma lista dinâmica e em constante crescimento:

- Suportes Digitais: dispositivos de *input/output* (joystick, rato, teclado, *kinect* câmara da Microsoft¹⁶, *webcam*) computador, microprocessador, sensores, superfície multi-toque, IMAX, CD-ROM, auscultadores, *smartphone*, *tablet*, estação de simulação, monitor ou projetor;
- Conteúdos Digitais: aplicação móvel, jogo, vídeo, áudio, *slideshow*, fotograma, fotografia, fotografia microscópica, modelo 3D, animação, livro digital (e-book) ou conteúdo em estereoscopia;
- Mobiliário: estantes, vitrines, cofres, baús, gavetas, prateleiras, mesas, plintos, armários, painéis rolantes, aquários ou quiosques;
- Ambientais: iluminação, cheiro, temperatura ou elementos arquitetónicos que constroem o espaço e alteram o campo de visão dos visitantes;
- Analógicos: disco vinil, livro impresso, cassete, óculos 3D ou lupa;
- Acessibilidade – interpretação de conteúdos: texto em braille impresso, alto contraste, texto ampliado, imagem em relevo, modelos tridimensionais, maquetes táteis, áudio-guia, conteúdos digitais traduzidos em língua gestual ou impressão 3D;
- Acessibilidade – mobilidade: piso tátil, mapa da exposição em relevo, rampas ou elevadores;
- Reprodução: réplicas, *peep-show*, modelos de cera, maquetas, cenas teatrais, cenários, dioramas, panorâmicas ou miniaturas;

¹⁶ Ver *Kinect câmara* no Glossário.

- Materiais brutos: acrílico, tinta, madeira, contraplacado ou chapa metálica;
- Gráficos: mapas, desenhos, painéis, sinalética, texturas, cores, gráficos, texto, legenda, posters, folha de sala, vinil, gravuras, folheto ou fotomontagens;
- Suportes e estruturas: moldura, *passe-partout*, suportes de suspensão ou tela de projeção.
- Online: o site da exposição ou qualquer artigo/referências às exposição em qualquer media social, tal como o facebook, twitter, pinterest ou outros.

1.2 Modelos Expositivos

Por modelo expositivo entende-se uma referência ou tendência expositiva, utilização dos mesmo recursos expositivos ou tipo de comunicação semelhante. Neste sentido, destacam-se 10 modelos: totalidade e imersão, sistemático, cénico e teatral, vazio e isolamento, contextual, *hands-on*, metarealístico, interativo, temático e *storytelling*. De forma a descrever estes modelos vão-se utilizar exemplos de exposições já realizadas. Neste sentido destacam-se:

- Totalidade

Este modelo é caracterizado por apresentar a totalidade de uma coleção; apresenta geralmente uma profusão de objetos distribuídos por todo o espaço expositivo dispostos com pouco espaço entre si.

Os gabinetes de curiosidades do século XV e XVI eram um exemplo deste modelo, pois apresentavam coleções heterogéneas que misturavam espécimes da Natureza (*naturalia*) com artefactos (*artificiália*).

De acordo com algumas gravuras de gabinetes de curiosidades, como a coleção do Imperador Rodolfo II (1552-1612), ou a coleção de Ole Worm (1588-1654), pode-se identificar alguns **recursos expositivos**, tais como: caixas, gavetas, armários, estantes ou suportes de suspensão. Identificam-se alguns princípios classificatórios, tal como a dimensão (grande/pequeno), a semelhança (séries de lanças e chifre), ou a distinção por espécimes. No frontispício do *Musei Wormiani Historia* de Ole Worm, 1655, pode-se observar caixas com legendas, que descrevem tipologias, referindo conjuntos de espécimes com características idênticas.

Segundo a bibliografia de referência sobre os gabinetes de curiosidades, a **mensagem** que estas exposições transmitiam podia ser a de um saber enciclopédico, a de se constituírem como microcosmos do mundo conhecido, a de exporem a estranheza das coisas do mundo, ou a riqueza e poder dos seus colecionadores.

No campo da arte, de acordo com Polo (2006), e até ao século XIX, era prática comum utilizar no “interior das galerias de arte, além da arquitetura e decoração rebuscada, apresentarem os quadros pendurados nas paredes em número excessivo, dispostos lado a lado, uns sobre os outros, de forma a ocupar todo o espaço das paredes” (Polo, 2006, p. 23). Da Costa (2012) também refere que as “paredes deveriam estar recobertas por quadros, as margens e o rodapé das paredes eram utilizados como espaço de exposição, as pinturas de maior tamanho eram colocadas no topo junto ao teto, devido à facilidade de visualização, os quadros mais importantes eram centralizados na altura do olho e os quadros menores colocados junto ao rodapé para facilitar a proximidade do olhar” (Da costa, 2012, p. 69).

- Totalidade e Sistemático

Neste modelo, a coleção também é apresentada na sua totalidade, no entanto é especializada numa temática e exposta, segundo critérios de classificação. O Hunterian Museum era um exemplo deste modelo expositivo. Segundo Yanni (1999) todos os objetos/animais estavam expostos, desde um gigante com 2.30 metros, ao esqueleto do chimpanzé, ornitorrincos ou fósseis de tatus. Na parte central da galeria existiam vitrines, que permitiam aos visitantes circularem em torno destes e observarem a coleção. O mobiliário utilizado era muito diversificado e produzido de forma a responder às necessidades de expor os objetos da coleção, de acordo com critérios morfológicos de classificação¹⁷.

O Museu de História Natural de Londres, do início do século XIX, representa o modelo de exposição de saber enciclopédico, onde, mais uma vez, todos os elementos da coleção eram expostos na totalidade. Richard Owen (1804-1892) foi o fundador deste Museu e acreditava que todos os elementos deviam estar expostos, pois defendia que o visitante devia ter a possibilidade de visualizar a totalidade da coleção, de forma a criar o seu próprio conhecimento.

- Cénico e teatral

Modelo que se caracteriza pela apresentação de agrupamentos dramáticos visando recriar um cenário real.

O Museu Bullock de William Bullock (c. 1773-1849), ou o Museu de Filadélfia, organizado por Charles Wilson Peale (1741-1827) são exemplos deste modelo expográfico. No Museu Bullock, os animais eram expostos de forma cénica, isto é a sua disposição e relação entre os animais expostos pretendia simular um cenário real, através da introdução de outros elementos como vegetação ou

¹⁷ A análise morfológica de objetos consiste na descrição detalhada das características formais de um objeto, tais como a dimensão, espessura ou tipologia.

vedações, criando um limite entre o espaço do visitante/participante e o espaço do cenário. Por outro lado, Peale tinha a intenção de criar uma taxidermia naturalista e recriava determinados cenários, tal como um lobo a devorar um veado.

- Vazio e Isolamento

Este modelo expositivo teve origem com Alfred Barr diretor-fundador do Museum of Modern Art - MoMA, em Nova Iorque. Na primeira exposição no MoMA em 1929, Barr decidiu suspender os quadros com um grande intervalo entre si, ao nível da visão, distribuindo-os numa sequência lógica, que dependia do estilo e período e acompanhados de uma legenda explicativa.

Neste sentido, os visitantes/participantes eram encorajados a ignorar o contexto histórico e social do artista e a considerar a arte como um objeto autónomo.

- Minimalismo

Este modelo tem por base um movimento artístico designado Minimalismo, que teve origem em meados da década de sessenta do século XX, no âmbito do qual os objetos eram expostos com um mínimo de recursos expositivos. De acordo com Da costa (2012) este movimento caracterizava-se “pela produção de objetos austeros, monocromáticos e abstratos. Os artistas pretendiam dialogar diretamente com o espaço da galeria, com as suas obras expostas em contato direto com o chão ou com a parede, sem necessitarem de molduras ou módulos expositores; a estética minimalista primava pelo uso de materiais industriais e por uma forma de construção modular que retratasse a forma de produção de imagens de um universo urbano e industrial” (Da Costa, 2012, p. 74).

- Interativo

Este modelo é caracterizado por utilizar recursos expositivos que permitem às instalações responderem aos estímulos dos visitantes/participantes e estabelecerem um diálogo com os visitantes/participantes. Podemos caracterizar este modelo, como tendo início com artistas de vanguarda, do início do século XX. O visitante/participante era encorajado a ter uma relação dinâmica com o espaço e com todas as suas dimensões e objetos (Huhtamo, 2002).

- Hands on

Este modelo está geralmente associado a exposições com conteúdo científico, sendo as exposições muitas vezes organizadas como uma coleção de experiências interativas vagamente

conectadas, cujo objetivo é permitir que os visitantes/participantes possam descobrir certos mecanismos físicos (Caulton, 1998).

- Metarealístico

Este modelo utiliza a novidade e combinações inesperadas de objetos, artefactos e citações para estimular o pensamento do visitante/participante e transmitir ideias abstratas e conceitos. O objetivo é provocar curiosidade intelectual e reflexão, mas, às vezes, também para incentivar debates sobre assuntos controversos. Este tipo de exposição está a tornar-se gradualmente mais comum, mas ainda existe com maior frequência em galerias de arte.

- Temático e Narrativo (*ou Storytelling*)

Este modelo não se foca nos objetos e artefactos, mas na(s) história(s) que lhes estão associadas. As exposições que utilizam este modelo encontram-se geralmente em Museus Históricos. O visitante/participante é guiado pela exposição de forma a fazer ligações, numa espécie de “tunnel show”.

Também se podem agrupar os diferentes tipos de exposições de acordo com 3 categorias, relativamente ao lugar concetual que os objetos/suportes ocupam:

1. Exposições contextuais, que apresentam os objetos nos seus ambientes (reconstruídos), de forma a facilitar a sua interpretação. Exemplos destas exposições incluem dioramas ou “period rooms” (salas históricas).

2. Exposições com base no isolamento, cujo objetivo é centrar a atenção do visitante/participante nas propriedades estéticas de objetos isolados. Este tipo de exposição é comum em galerias de arte.

3. Exposição onde os objetos são subordinados a uma ordem científica. Este tipo de ordem pode ser cronológica, ou com base em classificação de espécies ou outras caraterísticas que o curador deseja realçar. Este é um dos modelos expositivos mais frequentes.

Apesar destes modelos expositivos serem utilizados de forma isolada, eles podem ser vistos como modelos expositivos que permitem diferentes diálogos e podem ser implementados em conjunto na mesma exposição.

Relativamente ao foco da exposição, pode-se ter exposições centradas no objeto, no visitante/participante, na comunidade, no processo (relação entre o público e as instalações museológicas), no curador, na instituição ou noutros aspetos que não são tidos em conta nesta tese.

Também se pode caracterizar as exposições tendo em consideração a natureza da sua materialidade:

Interior	<p>Exposições em Museus como:</p> <p>Tipos de Museus</p> <ul style="list-style-type: none"> • Arte: Museu de Arte Contemporânea, Museu de Arte Moderna, Museu de Belas Artes, Museu de Arte Clássica; • História: Museu de História Natural, Museu Militar, Museu do Transporte, Museu da Farmácia, Museu da Medicina, Museu Naval, Museu de Aeronáutica, Casa Museu, Museu de Numismática, Museu de Filatelia, Museu Imperial, Museu Histórico Nacional, Museu do Holocausto; • Etnologia: Museu de Antropologia, Museu Etnográfico, Museu de Cultura Popular; • Ciência: Museu de Ciências Naturais, Museu de Arqueologia, Museu de Geologia, Museu de Anatomia, Museu de Paleontologia, Museu de Zoologia, Museu de Oceanografia, Museu de Biologia, Centro de Ciência Viva, Museu de Astronomia, Oceanário, Museu Marítimo, Museu da Aviação; • Técnica: Museu da Indústria, Museu de Artes e Ofícios • Território: Ecomuseu, Museu de Favela ou Site Arqueológico • Museu da Criança, Museu do Design, Museu da Arquitetura, Museu da Religião, Museu do ser humano, Museu da Cidade, Museu do Brinquedo <p>Galerias de Arte ou Institucionais</p> <p>Edifícios Alternativos (espaços abandonados, instalações provisórias)</p>
Exterior	<p>Campos Arqueológicos</p> <p>Jardim Botânico</p> <p>Ecomuseus</p> <p>Jardim Zoológico</p> <p>Cidade - espaço público</p>
Itinerante	Espaços alocados ou meio de transporte, como comboios ou autocarros
Virtual	Website
Realidade Aumentada	<p>Interior/Exterior</p> <p>Fixa/Móvel</p> <p>Oficial/Não oficial</p>

Quadro 1. Tipos de Exposição

Fonte: Moutinho, A. (2013).

O Quadro 2, de Lord e Lord (2002) permite melhor entender e caracterizar diferentes tipos de exposição tendo por base o modo de apreensão.

Modo de Apreensão	Tipo	Comum em (mas não limitado a):	Características
Contemplação	Estética	Museus de Arte	Perceção de obras específicas
Compreensão	Contextual ou Temática	História, Arqueologia e Etnografia	Perceção relacional de artefactos num contexto ou em relação a um tema
Descoberta	Exploração – em armazenamento visível	Museus de História Natural	Exploração de Espécimes agrupadas por categorias
Interação	Demonstrações ao vivo; multimédia	Centros de Ciência	Cinestésica ao estímulo

Quadro 2. O modo de Apreensão.

Fonte: Lord & Lord (2002, p. 22).

Em cada época surgiram recursos tecnológicos remediados, isto é, recursos tecnológicos que vão sofrendo alterações, apropriações, mudanças de significado e de utilização. A exposição museológica deve ser entendida como uma entidade mutável e em constante desenvolvimento (ou *work in progress*), que deve ir ao encontro da sociedade que a utiliza, sendo que se deve atualizar na sua forma material (física) e dialógica, para poder estabelecer um diálogo e permitir uma experiência envolvente e enriquecedora.

Nos últimos séculos, a experiência de visitação em museus centra-se, de forma geral, no sentido da visão e no afastamento entre o visitante/participante e o que é exposto. Muitas vezes, o visitante/participante é visto como um elemento ativo, mas que apenas interpreta a exposição à medida que se move ao longo de um percurso e tem um papel passivo no desenvolvimento das exposições.

Contudo, observa-se uma tendência das últimas décadas em tornar o visitante num participante, que interage através dos sentidos e pode criar um diálogo com o que é exposto.

É nesta linha de evolução expositiva que a presente tese, procura encontrar novas formas de comunicação e interação.

De acordo com Cristina Bruno, os “Museus, nas últimas décadas têm desempenhado um papel relevante e específico no campo da democratização da cultura, rompendo as barreiras dos seus espaços tradicionais, procurando novos públicos e criando exposições que incorporam linguagens mistas” (Bruno, 1997, p. 39).

É importante que as exposições respondam às expectativas dos seus visitantes/participantes. É neste sentido que muitas exposições estão a adotar metodologias de design centrado nos visitantes/participantes, onde estes são convidados a partilhar opiniões sobre a exposição que estão a visitar e fazer sugestões para futuras exposições. O visitante/participante é também estimulado a dar *feedback* sobre os *mock-ups*¹⁸ e protótipos¹⁹ e responder a questionários sobre as instalações, durante o seu desenvolvimento. Neste sentido, o visitante/participante já não é apenas o consumidor final da exposição, mas torna-se num elemento essencial no processo da sua implementação.

Entende-se que, para uma exposição seja eficaz é necessário propor diferentes abordagens sensoriais, para que o visitante/participante possa escolher o seu modo de perceção preferido e usufruir da exposição.

A Realidade Aumentada pretende melhorar a perceção do nosso mundo envolvente, através da combinação de objetos digitais. A RA permite uma sobreposição precisa e robusta do mundo real com o virtual.

Vê-se, neste sentido, uma oportunidade e mais-valia em relacionar a RA com a Museologia e a Expografia, sendo que, uma vez utilizada como recurso expográfico ou de interpretação, pode facilitar a relação entre o visitante e a instituição museal, ou entre o visitante e uma exposição em particular.

Nesta tese, vai-se apresentar a RA como conjunto de recursos expositivos, que possibilita inserir diferentes camadas de leitura num mesmo objeto. A RA consiste num meio de comunicação que facilita a interação entre os visitantes/participantes e os objetos ou ideias de uma exposição. Sendo um meio multimodal, permite ao visitante/participante utilizar outros sentidos que vão para além da visão e ter diferentes níveis de entendimento e conhecimento. A RA permite utilizar formas não verbais de aprendizagem, como a interação física, e acaba por funcionar como um veículo de aprendizagem e uma alternativa às formas verbais de aprendizagem²⁰.

De forma geral, as pessoas estão habituadas a um conjunto de proibições, como “não correr, não fotografar, não comer dentro das salas de exposições, não tocar, não gritar” (Primo, 1999, p. 100). Neste sentido, mais do que estas proibições desaparecerem, é necessário estimular o visitante a interagir no museu, num espaço que já permite tocar, cheirar, fotografar ou gritar.

¹⁸ Os *mock-ups* são construídos com materiais económicos, como o papel, a espuma ou o barro e têm por objetivo auxiliar na visualização, de como a instalação final deverá parecer.

¹⁹ Os protótipos são *mock-ups* mais elaborados e pretendem duplicar as condições do contexto real de utilização.

²⁰ De acordo com Allen et al., (2007), as formas não verbais de aprendizagem são um campo que necessita de mais estudo, pois podem ser formas dominantes para uma interação física tridimensional, especialmente para crianças.

CAPÍTULO 2. REALIDADE AUMENTADA E EXPOSIÇÕES

Capítulo 2. Realidade Aumentada e Exposições

O presente capítulo está centrado na Realidade Aumentada e organiza-se em 3 partes. A primeira parte centra-se na evolução do conceito de RA desde a década de 1990, com apresentação de algumas inovações a nível tecnológico relevantes para a evolução da RA. A segunda parte centra-se nos componentes da RA quer a nível de *hardware* como *software* que alteram a forma física da RA, uma vez que varia consoante o sistema de visualização (ou *display*), processador, conteúdo, *hardware* ou *software*. Por fim, apresenta-se alguns projetos relevantes divididos em 8 categoriais: Militar, Medicina, Manutenção e Reparação, Navegação, Entretenimento e Jogos, Publicidade, Educação, Arte e Museus.

2.1 Definição da Realidade Aumentada

A Realidade Aumentada é um termo utilizado para descrever uma combinação de tecnologias que têm por objetivo integrar informação digital (ou virtual) no ambiente envolvente e em tempo real. De acordo com Tony Mullen, o termo RA foi creditado em 1990 por Tom Caudell, investigador da empresa Boeing (Mullen, 2011).

Durante a década de 1990, Caudell e os seus colegas na Boeing, trabalharam no desenvolvimento de sistemas *Head-Mounted Displays* - HMD²¹, para auxiliar os engenheiros a montar complexos conjuntos de fios, utilizando diagramas digitais em RA, sobrepostos à prancha, onde os fios seriam montados. Em 1992, Tom Caudell e David Mizell publicaram um artigo nos *Proceedings da IEEE Hawaii International Conference on System Services*, onde refletiam sobre as vantagens da RA *versus* Realidade Virtual - RV, apontando que uma das vantagens da RA era utilizar menos capacidade de processamento, uma vez que eram utilizados menos pixéis na visualização (Caudell & Mizell, 1992).

O que distingue a RA da RV é que, na RA, o real e o virtual são combinados, enquanto que, a RV, centra-se apenas no virtual (Azuma, 1997).

A RA utiliza informação digital quer seja imagem estática ou em movimento, representações 3D, áudio ou inputs táteis e sobrepõe esta informação ao ambiente envolvente de forma tridimensional, permitindo ao visitante/participante interagir em tempo real, através de um dispositivo específico, como um *smartphone*, *tablet*, *Head-Mounted Display*, projeção ou outro.

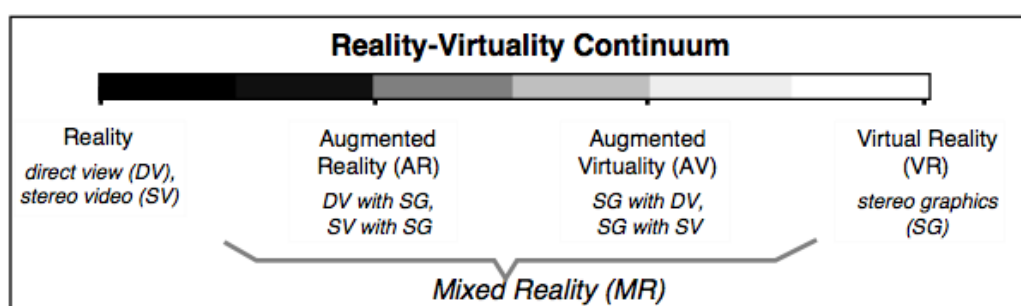
²¹ Ver *Head-Mounted Displays* no Glossário.

Na RA, pode-se ver, ouvir, cheirar, tocar ou saborear o mundo físico, tal como se não existisse RA envolvida, pois esta é adicional ou está sobreposta ao mundo real e diferentes tecnologias podem ser utilizadas para apresentar/*display* a informação digital, mas sempre de forma a não obstruir completamente o mundo real.

Este tipo de informação é, geralmente, referida como virtual ou digital²². Os visitantes/participantes devem interagir de forma individual ou coletiva, explorando a informação digital e interagir num ambiente ‘misto’ de forma natural (Klinker, et al., 1997).

O sistema de RA ideal deverá ser capaz de criar informação digital com o mundo real, em tempo real e de forma a que o utilizador não possa identificar a diferença entre o real e o digital (Vallino, 1998).

Em 1994, Milgram (Milgram et al., 1994), na sua tentativa de classificar os *displays* de RA, definiu o que viria a ser conhecido como o ‘Reality – Virtuality Continuum’, com o objetivo de promover o entendimento das relações entre o virtual, mista e ambientes de RA (Quadro 3).



Quadro 3. ‘Reality-Virtuality Continuum’ representa a ligação entre o mundo real e virtual

Fonte: Milgram et al. (1994).

Ambientes de Realidade Mista são caracterizados pela combinação entre o mundo real e o virtual. Se o mundo real ocupar o lado esquerdo do esquema, o mundo virtual encontra-se no lado oposto (Quadro 3). É, no entanto, possível combinar elementos do mundo envolvente, no Ambiente Virtual (*Augmented Virtuality*) assim como sobrepor objetos virtuais no mundo real. Milgram et al. define a Realidade Mista como ambiente no qual “objetos do mundo real e virtual são representados em conjunto e num único *display*” (Milgram et al., 1994, p. 283)²³.

Em 1996, Jun Rekimoto criou um protótipo em RA denominado *NaviCam* e desenvolveu a ideia do marcador com matriz bidimensional (Rekimoto, 1996). Os marcadores são objetos físicos onde

²² Para referir o conteúdo gerado por computador optou-se pela utilização da palavra 'digital'.

²³ “real world and virtual world objects are presented together within a single display, that is, anywhere between the extreme of the Reality – Virtuality continuum”

o ambiente real e virtual são misturados (Figura 3). O computador identifica o marcador, como sendo o local onde a informação digital deve ser apresentada. Este tipo tornou-se num dos primeiros sistemas de marcadores que permite a câmara fazer o *tracking* (rastreamento) com *6 degrees-of-freedom* (DoF)²⁴ e continua a ser utilizado.

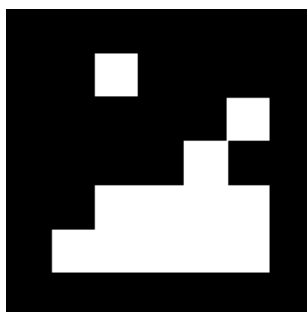


Figura 3. Marcador de RA

Fonte: <http://www.madbrewlabs.com/labs/category/technology-games/page/3/> Acedido a 10 de Agosto de 2013.

Em 1997, Ronald Azuma propôs outra definição de RA, na qual 3 requisitos têm que ser preenchidos pelas aplicações de RA (Azuma, 1997), nomeadamente:

1. combinar o real com o virtual;
2. ser interativo e em tempo real e
3. estar registado tridimensionalmente.

O primeiro requisito é a descrição fundamental de RA, o que indica que as aplicações RA, combinam o real com o virtual. O segundo requisito diferencia a definição de Azuma da de Milgram, pois especifica que a aplicação tem que ser interativa e em tempo real. Este elemento adicional exclui aplicações *off-line*²⁵, como, por exemplo, o uso de efeitos 3D em produções cinematográficas (Damala, 2009). O terceiro requisito significa que, para combinar de forma bem sucedida uma representação real com o virtual, em tempo real, implica saber a exata posição da cena e do dispositivo que a captura. O mesmo tem que acontecer quando um dos dois elementos se movimentam, quer seja a cena ou a câmara.

Em 1999, a empresa Total Immersion criou um produto denominado *D'Fusion*, disponível para várias plataformas (Windows, Mac OS, Linux, iOS e Android) e tornou-se numa das empresas líder no mercado da RA.

Durante a década de 1990, foram desenvolvidas aplicações na área da indústria militar. Contudo, o facto dos requisitos técnicos para os *displays* RA serem dispendiosos, afastou a tecnologia do alcance da maioria dos utilizadores. No final da década de 1990, Hirokazu Kato criou o ARToolKit, uma

²⁴ Ver *6 degrees of freedom* no Glossário.

²⁵ *Off-line*, neste contexto, significa que a aplicação não é processada em tempo real. Neste caso, a aplicação não poderá ser interativa, pois não terá a capacidade de responder a um estímulo de forma coerente.

biblioteca de ferramentas para criar aplicações RA, tornando a RA acessível a designers e programadores. Este conjunto de ferramentas permitiu que a captura de vídeo em tempo real, fosse combinada com objetos virtuais, gráficos 3D, independente do sistema operativo.

Os avanços tecnológicos da última década (2000), como o desenvolvimento de processadores com reduzidas dimensões e mais capacidades de processamento, o aumento da capacidade de armazenamento, a ubiquidade das ligações de internet sem fios, a adoção em massa de *smartphones* e *tablets* e a ilimitada capacidade de armazenamento de informação *online* reuniu os pré-requisitos para o desenvolvimento da RA. Os exemplos desta década são muitos e a abertura das bibliotecas à comunidade *open-source* e plataformas de desenvolvimento com versões acessíveis, possibilitou que a RA se tornasse numa realidade que qualquer pessoa com um *smartphone* ou computador portátil com câmara incorporada possa experimentar e criar experiências de RA. De forma sumária, vão ser referidas algumas aplicações e desenvolvimentos importantes da primeira década do século XXI.

Em 2000, Bruce H. Thomas desenvolveu o primeiro jogo de outdoor ARQuake, demonstrado no *4th International Symposium on Wearable Computing* (Thomas, et al., 2000).

Em 2001, Vlahakis criou um sistema para turismo e educação *Archaeoguide*, que visa o desenvolvimento de novas formas de acesso à informação em locais de interesse patrimonial e cultural (Vlahakis et al., 2002). Este sistema foi construído tendo em conta as ruínas arqueológicas de Olímpia na Grécia e contém um interface de navegação, modelos 3D de templos e estátuas e avatares a competirem (Figura 4).



Figura 4. Sistema *Archaeoguide*
Fonte: Vlahakis et al. (2002).

Em 2004, Hollerer e Feiner (2004) definiram o sistema de RA como aquele que combina “real e informação gerada por computador, no ambiente real, de forma interativa e em tempo real” (Hollerer & Feiner, 2004, p. 2).

Em 2004, Mathis Mohring apresenta o primeiro sistema para *tracking* de marcadores 3D em dispositivos móveis. Este sistema permitia a deteção e diferenciação entre diferentes marcadores e a integração de *renders* em 3D no vídeo em tempo real. Este projeto apresentou o primeiro sistema de RA *see-through* em telemóveis comerciais (Möhring, Lessig & Bimber, 2004).

Em 2006, a Nokia²⁶ iniciou o projeto *Mobile Augmented Reality Applications - MARA*. Este projeto de investigação explora um guia utilizando funções multissensoriais em dispositivos móveis. A aplicação utiliza um acelerómetro (para a orientação e inclinação), uma bússola (para a direção) e o GPS (para a localização), para adicionar informação às imagens vistas no ecrã.

Zhou, Duh e Billinghamurst (2008), definem a tecnologia RA como aquela “que permite informação digital, ser sobreposta exatamente sobre os objetos em tempo real”²⁷ (Zhou, Duh & Billinghamurst, 2008, p. 193).

Em 2008, Mobilizy lança o Wikitude²⁸ World Browser com RA. Esta aplicação combina GPS e bússola com informação da Wikipedia, sobrepondo a informação na vista de uma câmara que está a capturar vídeo em tempo real.

Em 2009, a SPRXmobile lança o Layar²⁹. Layar consiste noutro navegador de RA (ou AR Browser) que utiliza GPS e informação da bússola. Layar utiliza uma plataforma *open cliente-server e content layers*, permitindo ter diferentes canais de informação sobre a mesma localização. No mesmo ano foi lançada por Tomohiko Koyama³⁰, uma versão do *software* ARToolkit para o Adobe Flash, o FLARTToolkit, levando a realidade aumentada para os *navegadores* de internet.

²⁶ <https://research.nokia.com/page/219> (Acedido a 10 de agosto de 2013).

²⁷ “Augmented Reality is a technology which allows computer generated virtual imagery to exactly overlay physical objects in real time”

²⁸ www.wikitude.com (Acedido a 11 de agosto de 2013).

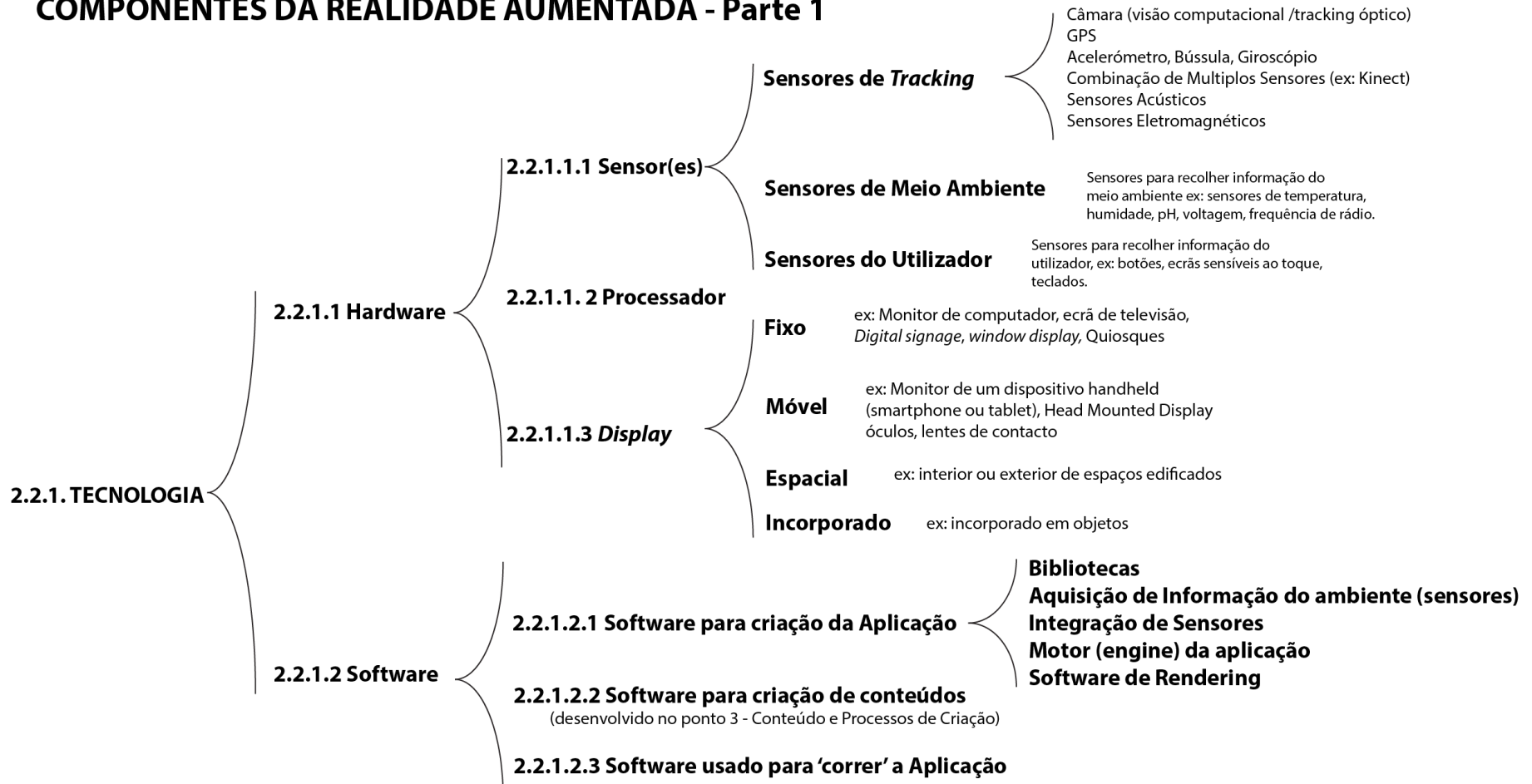
²⁹ www.layar.com (Acedido a 10 de agosto de 2013).

³⁰ Programador da empresa japonesa Katamari, conhecido por Saqoosha, <http://katamari.co.jp/>. (Acedido a 10 de agosto de 2013).

2.2 Componentes da Realidade Aumentada

O Quadro 4 e o Quadro 5, representam na forma de um diagrama árvore, como este subcapítulo se encontra estruturado.

COMPONENTES DA REALIDADE AUMENTADA - Parte 1

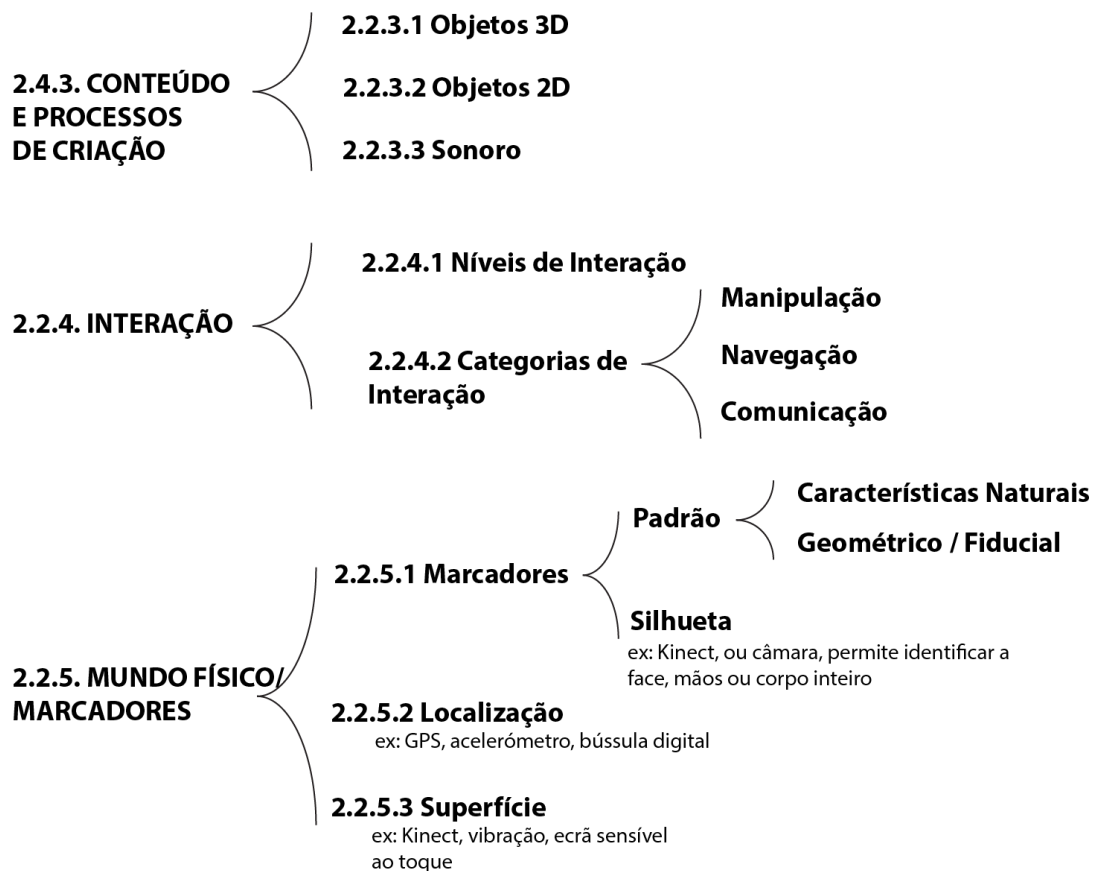


Quadro 4. Componentes da RA - parte 1

Fonte: Moutinho, A. (2013).

COMPONENTES DA REALIDADE AUMENTADA - Parte 2

2.2.2. APLICAÇÃO



2.2.6. VISITANTE/PARTICIPANTE

Quadro 5. Componentes da RA - Parte 2

Fonte: Moutinho, A. (2013).

Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, Departamento de Museologia

2.2.1. Tecnologia

Os Sistemas de Realidade Aumentada precisam tanto de *hardware* como de *software* para implementar uma experiência RA convincente, no sentido em que o utilizador deve acreditar que a informação digital é parte integrante do seu ambiente envolvente, durante a interação. O *software* diz ao sistema o que fazer e o *hardware* é o equipamento que o executa. Nesta secção são apresentados diferentes componentes de *hardware* necessários numa aplicação RA, assim como as diferentes tecnologias que podem ser utilizadas para fornecer essas funções. No processo de escolha das diferentes tecnologias para implementar RA, é necessário analisar as suas vantagens e desvantagens nos diferentes esquemas de implementação e decidir qual a que melhor se adequa ao projeto a desenvolver.

2.2.1.1 Hardware

Uma experiência RA requer a utilização de qualquer tipo de sensor para reunir informação do mundo real, computação para integrar elementos virtuais do mundo real e um mecanismo de *display* para apresentar os elementos virtuais na experiência.

Existem três componentes principais num sistema de RA que são: o(s) Sensor(es) (1) para determinar o estado do mundo físico; o Processador (2) para avaliar a informação recebida pelos sensores, processar a informação e gerar os sinais necessários ao *display*; e, por fim, o *Display* (3), que cria a impressão que o mundo virtual e o real coexistem.

2.2.1.1.1 Sensor(es)

De forma a responder corretamente ao mundo físico, uma aplicação de RA deverá ter informação sobre o mundo real, em tempo real. A principal função dos sensores é fornecer informação sobre o mundo real, de forma a permitir que a aplicação determine a localização e orientação dos diferentes elementos no mundo real.

De forma a descrevê-los, dividiu-se os sensores em três categorias: sensores utilizados para *tracking*; sensores utilizados para reunir informação do meio ambiente; e sensores utilizados para reunir informação do(s) utilizador(es).

Os sensores utilizados para *tracking* determinam a posição do utilizador no mundo real, isto é, a sua localização e orientação. Para tal ocorrer é necessário informação sobre os 6 graus de liberdade (ou 6 *degrees of freedom*) da entidade a ser rastreada/*tracked*.

Apesar de existirem diferentes formas de executar *tracking* em aplicações de RA, a mais utilizada, especialmente em ambientes interiores, recorre à visão computacional (ou *computer vision*), onde o sensor utilizado é uma câmara. A câmara recebe luz através de uma lente e fornece um sinal que reproduz uma imagem do que a câmara ‘vê’. Esta imagem é então analisada, para ser determinada a informação de rastreio desejável.

Com base na imagem capturada pela câmara, é possível identificar a posição da câmara em relação ao seu ponto de vista. Para este processo ocorrer, é necessário existirem pistas no ambiente físico, tal como marcadores que possibilitam identificar a localização e orientação da câmara de filmar.

Algumas vantagens de utilização deste sistema são:

- pode ser executada sem necessidades de fios ou algo anexado ao objeto a ser rastreado;
- não há necessidade de existir uma ligação física entre o objeto a ser identificado e o mundo real;
- pode rastrear várias entidades ao mesmo tempo;
- existem câmaras de alta qualidade com reduzidas dimensões e a por preços acessíveis;
- muitas câmaras já se encontram incorporadas em dispositivos como computadores portáteis, *smartphones* ou *tablets*.

Por outro lado, podem-se identificar algumas desvantagens como:

- precisa de iluminação suficiente para “ver” o mundo real;
- precisa de uma linha de visão (*line of sight*) entre a câmara e as entidades a serem rastreadas;
- o sistema de rastreio ótico introduz uma latência no sistema, pois demora um determinado tempo para receber a imagem, enviar para o processador, analisar e determinar a informação desejável.

Nos terminais fixos (RA fixa) o marcador deve ser colocado no ângulo de visão da câmara e, uma vez reconhecido, o utilizador pode interagir, visualizando os elementos *aumentados* através do monitor ou projeção (ex: leitura de cartões pessoais ou anúncios de revistas).

Global Positioning System - GPS

GPS é um sistema de navegação que utiliza uma rede de 24 Satélites. O recetor pode determinar a sua localização no eixo ‘x’ e ‘y’, se puder receber a medição de 3 satélites. Através da comparação do tempo que o sinal leva dos diferentes satélites ao recetor, permite determinar a

localização dentro do raio de alguns metros. Se existirem 4 ou mais sinais de satélite disponíveis é possível determinar a altitude do recetor. O sistema RA pode tirar partido da informação fornecida por um recetor de GPS, no entanto, o GPS não é útil para determinar a orientação, ‘yaw’, inclinação e rotação. Este facto limita o papel do GPS nos sistemas de RA em geral, no entanto pode ser útil para determinar geograficamente onde o sistema se encontra e combinar esta informação com outros sensores.

Giroscópio, Bússola e Acelerómetro

O giroscópio indica valores relacionados com a orientação do dispositivo, a bússola indica a direção para a qual o dispositivo está a apontar e o acelerómetro indica a inclinação.

Combinação de Múltiplos Sensores

A *kinect* câmara da Microsoft utiliza uma combinação de sensores de profundidade, rastreio ótico e um conjunto de microfones (rastreio acústico). Com múltiplos sensores é possível criar uma solução personalizada. Por exemplo, o *kinect* câmara permite ao utilizador interagir sem ter que segurar ou vestir algo de especial. Contudo, pode tornar-se complicado integrar todos os sensores para fornecer um sinal unificado.

Sensores Acústicos / Rastreio Acústico

Da mesma forma que as câmaras podem ser utilizadas como sensores em sistemas de rastreio ótico, os microfones, podem ser utilizados em sistemas de rastreio acústico. O microfone pode ser anexado ao objeto a ser identificado no próprio ambiente. Geralmente é utilizado o ultrassom que é uma frequência alta e impercetível ao ouvido humano. Em geral, sistemas de rastreio ultrassom funcionam, tendo o objeto a emitir um som e um conjunto de microfones no ambiente a capturar esse som.

Uma das vantagens identificadas do sistema de rastreio acústico é que não está dependente do tipo de iluminação, podendo funcionar quer no exterior ou em espaços com iluminação reduzida.

Por outro lado, não pode ser utilizado em ambientes barulhentos e tem um limite de alcance. Cada objeto deve ter uma fonte de som anexada, o que significa que só pode ser utilizado em ambientes em que se sabe *à priori* quais os objetos a serem rastreados e se é possível equipar esses objetos com uma fonte sonora.

Outra alternativa ao rastreio ótico é o eletromagnético. Este é geralmente utilizado em sistemas de realidade virtual e existe *software* disponível para estes sistemas. Sistemas de rastreio eletromagnético conseguem identificar os *6 degrees of freedom*. A forma mais comum em que são implementados, é com

um transmissor com 3 antenas ortogonais. A entidade a ser rastreada também tem uma antena anexada a 3 antenas ortogonais e o transmissor emite o sinal, sequencialmente através de cada uma. O sinal recebido por cada antena é analisado e o nível do sinal vai permitir identificar a localização e orientação da fonte.

Por outro lado, estes sistemas de rastreio são sensíveis ao metal, por esta razão precisam de ser calibrados. São limitados no alcance, podendo-se utilizar múltiplos transmissores para o aumentar e não necessitam de fios, pois podem ser alimentados por baterias. Existem outros sensores menos utilizados que podem fornecer informação sobre o mundo físico num determinado momento e local, tal como os sensores de temperatura, humidade, pH, voltagem ou frequência de rádio.

Os sensores referidos têm um papel passivo do ponto de vista da experiência RA do utilizador. A maioria dos sensores que reúne *input* do utilizador são: botões, ecrãs sensíveis ao toque, teclados ou outros dispositivos. As câmaras também podem ser utilizadas como sensores que reúnem informação do utilizador, se tiverem um sistema de reconhecimento gestual adicionado.

2.2.1.1.2. Processador

Qualquer sistema de RA tem um processador³¹ que coordena e analisa o *input* dos sensores, armazena e retira informação, encarrega-se de executar as tarefas da aplicação RA e gera sinais apropriados para o *display*. O processador deverá dar resposta em tempo real de forma a criar uma experiência positiva e constante para o utilizador, sem latências (tempo de espera entre o momento que o utilizador inicia uma ação e a resposta do sistema). Independente do tamanho ou capacidade (de processamento ou memória), encontra-se o processador e a memória nos diferentes dispositivos que suportam a RA, quer seja um computador pessoal, *smartphone*, *tablet*, ou *Head-Mounted Display* (ou *Head-Up Display*) como óculos de RA, lentes de contato RA ou outro computador *wearable*.

2.2.1.1.3. Display

Existe uma grande variedade de *displays* disponíveis para apresentar sinais ao visitante/participante, desde imagens, som, odor, input tátil, entre outros.

O termo *display* pode significar o próprio dispositivo, que apresenta os sinais ao visitante/participante, mas também pode referir-se aos próprios sinais que são apresentados.

Os *displays* mais comuns são utilizados para sinais visuais e áudio, mas também podem ser utilizados para sinais olfactivos (cheiro), degustativos (paladar) e táteis (toque).

³¹ O termo processador significa um único processador ou múltiplos componentes a trabalhar em conjunto para fornecer um sistema de processamento.

A integração da informação virtual no ambiente real, acontece por intermédio de um *display* de visualização. O *display* pode ter diferentes dimensões e configurações, podendo ser um monitor de computador ou ecrã de televisão (alguns exemplos destes monitores são utilizados em quiosques, *Digital Signage* ou *Windows displays*³²), o monitor de um dispositivo *handheld*³³, como um *smartphone* ou *tablet*, um *Head-Mounted Display* como o ecrã dos óculos RA ou lentes de contacto.

De forma geral, todos os *displays* apresentados anteriormente utilizam o sistema de vídeo *see-through*. No entanto, os *Head-Mounted Displays* podem utilizar o sistema de *optical see-through*. No *video see-through* uma câmara de vídeo captura o mundo real e as imagens virtuais são misturadas com o vídeo capturado. Por outro lado, no *optical see-through* o mundo real é percebido diretamente pelos olhos e em tempo real. Através de pequenos espelhos translúcidos em *goggles*³⁴, as imagens virtuais são apresentadas em cima da realidade percebida.

Os *displays* de RA podem ser divididos em quatro categorias: fixo, móvel, espacial e incorporado.

Os sistemas de RA fixos não podem ser movimentados e a interação ocorre dentro do ângulo de visão da câmara utilizada. Os exemplos mais frequentes são utilizados em quiosques, montras de lojas ou instalações.

Um sistema de RA móvel, tal como o nome indica, permite ao utilizador movimentar-se livremente na maioria dos ambientes. Uma possível desvantagem dos *Handheld displays* (*smartphone* ou *tablets*) é que os utilizadores têm que segurar o dispositivo para interagir, podendo causar um desconforto quando é utilizado por um período de tempo prolongado, além de que as câmaras *wide-angle* fazem um efeito de distorção (Feiner, 2011).

Por enquanto, capacidade de processamento, memória e o processador gráfico são limitados ao *render* de cenas 3D relativamente simples, embora estas capacidades estejam a melhorar rapidamente com a introdução do *dual-core* e *quad-core*.

Outro tipo de apresentação da RA é o *spacial display*, que tem por base a projeção digital sobre uma superfície, seja um edifício ou espaço de interior, tornando o próprio ambiente envolvente no interface computacional. A combinação de dois ou mais projetores possibilita expandir a área de interação. Neste *display* é preciso saber exactamente as dimensões do espaço ou do edifício, para que a projeção (ou projeções) seja vista exactamente sobre o espaço ou edifício.

³² Ver conceitos de *Digital Signage* e *Windows Displays* no Glossário.

³³ Um dispositivo para ser categorizado como *handheld*, tem que ter as dimensões apropriadas para ser segurado e manuseado pelo visitante/participante, ver definição em Glossário.

³⁴ Ver definição de *Googles* no Glossário.

Os utilizadores não têm que segurar qualquer dispositivo, possibilitando interação de forma colaborativa com múltiplos utilizadores em simultâneo. Os utilizadores podem tocar nos objetos experimentando sensações táteis. Este método tem potencial para aplicações na área dos jogos, treino e entretenimento.

Por fim, os *displays* incorporados, como o nome indica, *displays* incorporados nos próprios objetos, remetem-nos para o conceito de Ishii sobre *Tangible User Interface*³⁵, onde é dada forma física à informação digital, utilizando os objetos físicos como artefactos mediadores.

2.2.1.2 Software

O *software* envolvido na criação e utilização de RA pode ser dividido em 3 categorias:

1. *software* para criar a aplicação;
2. *software* utilizado na criação de conteúdos;
3. *software* utilizado para executar a aplicação.

Outro tipo de *software* relacionado com o desenvolvimento de uma aplicação RA podem ser os simuladores, os *debuggers*, ferramentas para gerir multimédia *assets* ou aplicações de redes.

Em seguida iremos apresentar alguns *softwares*/programas envolvidos na criação de aplicações RA, em específico na criação da aplicação, uma vez que o *software* referente à criação de conteúdos encontra-se detalhado no ponto 2.2.3. Conteúdo e Processos de Criação.

2.2.1.2.1 *Software* para criação da Aplicação

O *software* envolvido diretamente na aplicação de RA pode ser dividido em:

1. bibliotecas
2. aquisição de informação do ambiente (sensores)
3. integração de sensores
4. motor (ou *engine*) de aplicação
5. *software* de *rendering* (visual, áudio)

Bibliotecas

Atualmente, escolher uma biblioteca não é uma tarefa imediata e simples. Isto porque é necessário ter a certeza que a biblioteca irá funcionar em diferentes plataformas (PC, Mac, iOS ou

³⁵ Ver *Tangible User Interface* no Glossário.

Android). Infelizmente, as bibliotecas mais comuns não fazem tudo o que um programador precisa, existindo uma tendência para os programadores criarem a suas próprias bibliotecas ou criar módulos, ao invés de utilizarem uma biblioteca já existente.

Bibliotecas de RA estão disponíveis comercialmente ou gratuitamente em diferentes fontes. Cada biblioteca tem um conjunto de capacidades específicas, assim como uma forma específica de ser utilizada. Por esta razão, é importante escolher uma biblioteca tendo em conta as capacidades oferecidas, as necessidades da aplicação, a plataforma alvo, o nível de suporte disponível, a metodologia desenvolvida e o custo da biblioteca.

Algumas questões que deveriam ser respondidas ao escolher a biblioteca são:

- qual(is) plataforma(s) estou a desenvolver? (Windows, Mac, iOS, android, web, Linux)
- quais os sensores que preciso integrar? (câmara, microfone, GPS, acelerómetro, bússola, entre outros)
- se escolher o rastreamento com base em visão computacional qual o tipo de marcador a integrar? (Fiducial, *NFT*)
- quantos marcadores preciso de rastrear em simultâneo?
- qual o formato dos gráficos ou áudio suportado? (.obj, .fbx (objeto 3D), .jpg, .png (imagem 2D), .wav, .mp3 (áudio).
- qual é o tipo de licença? (gratuito, gratuito para educação ou pago por projeto)

Nas aplicações de RA, ser *cross-platform* não é uma tarefa fácil entre os diferentes sistemas operativos, como Windows, OSX e Linux. Porque a aplicação de RA precisa de interagir com *hardware* específico em dispositivos específicos e, mesmo utilizando uma biblioteca RA, pode ser necessário programar para os diferentes dispositivos.

Aquisição de Informação do ambiente (sensores)

O *software* que suporta a aquisição ambiental é o *software* entre o sistema de RA e os sensores que são utilizados para reunir informação sobre o ‘estado’ do mundo real. Por exemplo, é necessário ter um *software* que reúna a informação do vídeo capturado pela câmara e a torne disponível como uma imagem, para que o resto do *software* a possa utilizar.

O mesmo acontece com o GPS, sensores de profundidade, ou botões físicos. Outros sensores como temperatura, lidam com menos informação e geralmente não são problemáticos no processo de aquisição de informação.

O ‘estado’ do ambiente é ‘lido’ pelos sensores. Com base nesta leitura do estado do ambiente, o sistema *renderiza* a informação como sinais, que são então introduzidos nos diferentes *displays* de visualização. Este processo repete-se constantemente e os *displays* são atualizados a qualquer momento, sempre que alguma informação do ambiente seja alterada, tal como o visitante/participante mudar a sua posição ou outro aspeto relacionado com o ambiente.

Integração de Sensores

A integração de sensores é um passo no qual os sinais dos sensores são processados e integrados na aplicação RA. O exemplo mais óbvio é a utilização de informação da câmara para fornecer informação de rastreio à aplicação RA. As imagens da câmara, por si só, não fornecem informação sobre onde a câmara deve estar. A informação deve ser potencialmente combinada com outro sensor, como o GPS, para ‘dizer’ à aplicação onde a câmara deve estar; também a imagem que a câmara fornece deve ser processada para ser determinada a localização e posição da câmara no ambiente.

Este passo envolve o uso de técnicas de visão computacional, especificamente *software* de visão computacional.

Com mais frequência, uma vez a imagem da câmara adquirida, o algoritmo de visão computacional ‘olha’ a imagem para encontrar algum marcador fiducial e/ou informação de rastreio com características naturais *Natural Features Tracking – NFT*.

Esta informação fornece indicações ao sistema sobre onde a câmara está relativamente ao marcador. O sistema determina esta informação através de um complexo conjunto de processos que ‘olham’ o tamanho do marcador (para determinar a distância), de que forma o marcador está orientado em relação à câmara, distorções existentes da imagem (utilizam estas distorções para determinar a orientação do marcador em relação à câmara) e outras entidades na cena e a sua relação com o marcador. Este processo, denominado processamento da imagem (ou *image processing*) deve ocorrer de forma contínua (pelo menos 15 vezes por segundo) porque a aplicação precisa de ‘saber’ se a câmara se movimentou em relação ao marcador. Caso aconteça, precisa de recalcular a posição da câmara em relação ao marcador. Na prática, o algoritmo corre de forma contínua, quer exista ou não algum movimento na cena. A aplicação é atualizada a qualquer momento, se houver alguma alteração, e os sinais recebidos são combinados de forma significativa. Por vezes, estes resultados de visão computacional podem ser combinados com acelerómetros, GPS, bússola digital ou outros sensores. A combinação de múltiplos sensores pode ser uma vantagem na determinação da localização da câmara e na posição de forma precisa e rápida.

Motor da aplicação

O motor (ou *engine*) da aplicação é a estrutura central e *framework* para uma aplicação RA com o qual os visitantes/participantes vão interagir. O motor da aplicação reúne os *inputs* (entradas) dos componentes de integração dos sensores e do(s) visitante(s)/participante(s) e gera a informação que será dada aos *render(ers)* para gerar o sinal aos equipamentos de *display*. Também fornece um *loop* de simulação auxiliando a integração de utilizadores.

O motor da aplicação tem também uma componente de gestão de conteúdo e das ações atribuídas a cada conteúdo.

Muitas aplicações de RA parecem-se com jogos, pois muitos jogos convocam as mesmas questões, incluindo *input* de utilizador (*joystick* ou botões) gestor de conteúdos (manter o controlo de elementos gráficos e sonoros do jogo), gestão de simulações e outras.

Alguns motores de jogos, tal como o Unity 3D³⁶, estão disponíveis de forma gratuita com uma versão ‘Pro’ disponível, consoante a licença.

A aplicação pode ser programada numa linguagem de programação escolhida, geralmente C ou Java, mas muitas vezes a escolha da linguagem pode estar relacionada com a biblioteca escolhida. Por outro lado, a plataforma escolhida para exportar a aplicação também tem impacto na linguagem de programação, como por exemplo o Android, que necessita de Java ou Apple iOS, que necessita de Objective C ou Swift.

Algumas ferramentas, como o DAQRI, MixAR e ZooBrust, são simples e não é necessário ter conhecimentos de programação. Outras ferramentas que incluem um Software Development Kit - SDK³⁷, como o ARToolkit, Unifeye e Mobile SDK e Wikitude, são mais complexas e permitem aos programadores criar aplicações RA para uma variedade de dispositivos, embora estes requeiram conhecimentos de programação.

Software de Rendering

O *software* de *rendering* é o componente que converte a informação da aplicação RA em sinais que são enviados ao(s) *display(s)* de RA. Existe um *software* de *rendering* para gráficos (*output* visual), para o som (*output* de áudio), para o tato (*output* táctil ou de força) e, apesar de raro, pode haver o *output* de cheiro, sabor ou outro *output* sensorial.

³⁶ <http://unity3d.com/> (Acedido a 27 de setembro de 2014).

³⁷ ver Software Development Kit no Glossário.

Muitos programas de *computer graphics* têm por base uma biblioteca denominada OpenGL³⁸. A OpenGL (Open Graphics Library) é uma Application Programming Interface - API cross-language e multi-plataforma para o *render* de gráficos 2D e 3D e é muito utilizada para o *render* das aplicações RA.

2.2.2. Aplicação

A aplicação RA é um programa computacional que controla diferentes aspetos da experiência RA. É importante dividir entre a aplicação e o seu conteúdo, pois a mesma aplicação pode ser utilizada em muitos contextos diferentes, como, por exemplo, um Navegador de RA.

2.2.3. Conteúdo

O conteúdo é a componente central de cada aplicação RA. As aplicações RA existem para fornecerem conteúdo para que os visitantes/participantes possam interagir. Neste sentido, sem um conteúdo apelativo, a RA torna-se nada mais do que uma novidade tecnológica.

Quando o cinema 3D se tornou popular, muitas pessoas foram ao cinema para ver o que era 3D. Contudo, atualmente, a menos que o filme tenha qualidade de conteúdo, as pessoas não voltam ao cinema, só porque é 3D. O mesmo acontece com a Realidade Aumentada. A RA é suficientemente recente para interessar apenas porque é novidade, mas este efeito de novidade, como o tempo, acabará por desaparecer, a menos que o conteúdo seja interessante.

De acordo com Craig (2013), a RA encontra-se no estágio inicial da indústria cinematográfica e, da mesma maneira que as audiências aprenderam a ‘ver’ e entender um filme de modo mais elaborado é provável que os consumidores da aplicação RA possam, no futuro, aprender a interagir com ela e a interpretá-la de novas formas à medida que a tecnologia e o conteúdo amadurecerem.

É importante compreender que a tecnologia da RA não está completamente desenvolvida e, como tal, no futuro, as aplicações poderão ter funcionalidades que a tecnologia atual não suporta.

O conteúdo na RA é qualquer elemento da aplicação que está a ‘ampliar’³⁹ o mundo real. Um sistema de RA fornece estímulos a cada um dos sentidos do ser humano (visão, audição, olfato, paladar, tato), embora os mais utilizados sejam a visão e a audição.

O conteúdo deverá estar diretamente relacionado com as intenções do criador. Se o objetivo é comunicar informação fatural ou atributos físicos, então o criador do conteúdo deverá escolher

³⁸ <http://www.opengl.org> (Acedido a 5 de outubro de 2013).

³⁹ A tradução imediata do termo ‘*Augmentation*’ seria “aumentação”. No entanto esta palavra não consta no vocabulário de língua portuguesa e por esta razão vai-se utilizar o termo “ampliar”.

representações que possam sustentar esse objetivo. Se o objetivo é evocar uma resposta emocional, então as representações serão escolhidas para evocar essas respostas nos visitantes/participantes.

Ao contrário de outros meios (ou *media*), incluindo pinturas, fotografias, mapas ou outros materiais estáticos, os conteúdos das instalações de RA podem ser alterados ao longo do tempo, com base na posição do visitante/participante. Esta é uma mais valia, pois o conteúdo pode evoluir com o tempo e permite ao visitante/participante escolher o seu ponto de vista físico.

2.2.3.1 Objetos 3D

Em Computação Gráfica os objetos 3D podem ser obtidos através de 4 formas em separado ou combinadas: como a modelação manual, através de algoritmos, através de um scanner 3D ou por fotografias.

A modelação manual ocorre através da utilização de programas de modelação 3D como o Maya, Cinema 4D, Studio Max, Blender; Zbrush, Autocad ou Autodesk. Existem pelo menos 170 programas diferentes de modelação 3D disponíveis no mercado (Kolstee, 2012).

O processo básico na criação destes objetos 3D divide-se em:

1. modelação;
2. texturas;
3. iluminação.

O objeto é exportado num formato compatível com o sistema de RA, podendo este ser .obj, .max (Autodesk 3dsMax), .blend (Blender), .fbx, entre outros formatos.

No processo de criar os objetos de forma dinâmica através de um algoritmo, ao invés de se utilizar um programa de modelação, o objeto surge com o *output* gerado através de um código que é executado durante a aplicação RA.

Através de um scanner 3D podem-se distinguir diferentes tipos de *scanners* tridimensionais: os *scanners* utilizados no mundo da biomedicina e os outros *scanners* utilizados para outros propósitos, tais como para a indústria cinematográfica, arquitetura ou engenharia civil. Apesar dos objetivos iniciais dos *scanners* da Biomedicina serem diferentes da Realidade Aumentada, podem-se utilizar os modelos 3D produzidos por estes sistemas. No entanto, eles têm que ser processados *à priori* porque podem criar modelos muito pesados. Um *scanner* a laser 3D é um equipamento que analisa um objeto do mundo real ou ambiente para recolher informação sobre a sua forma e aparência (i.e. cor ou propriedades do material). A informação recolhida pode ser utilizada para construir modelos 3D. A diferença é que os *scanners* de Biomedicina ‘olham’ o interior do corpo humano ou de um objeto para criar um modelo 3D, enquanto que os laser *scanners* criam uma imagem virtual a partir da reflexão do exterior do objeto.

Por fim, também é possível criar objetos 3D através de imagens bidimensionais (em movimento). Desta forma, os modelos 2D dão a impressão de tridimensionalidade. Existem também alguns sites onde se pode obter modelos 3D, como o 3DModelFree.com, Archive3d.net, 3Dxtras.com, Artist-3D.com ou Turbosquid.com.

Existem diferentes categorias de animações, com diferentes níveis de complexidade: pode-se ter uma textura animada (vídeo) na superfície de um objeto, ou um objeto 3D animado.

2.2.3.2 Objetos 2D

Existem 2 tipos básicos de *softwares* utilizados para a criação e modificação de imagens bidimensionais: os programas desenho vetorial e programas de imagem *raster*. Programas de desenho vetorial são utilizados para criar imagens de raiz e são geralmente utilizados por ilustradores. Programas de imagem *raster* permitem modificar os píxeis e são geralmente utilizados para retocar fotografias ou modificar imagens.

As imagens bidimensionais em aplicações de RA, podem ser utilizadas como entidades independentes, como avisos que aparecem no ecrã com indicações, ou texturas sobre a superfície de algum objeto predefinido. As imagens vetoriais são compostas por pontos, linhas e curvas e são gerados por um programa de desenho vetorial como o Adobe Illustrator⁴⁰. Por outro lado, as imagens *raster* são compostas por uma matriz de píxeis que representam uma imagem. Programas como o Adobe Photoshop⁴¹ podem ser utilizados na criação e modificação dessas imagens.⁴²

2.2.3.3 Som

O som é um fator importante nas aplicações RA. Apesar da maioria se centrar em elementos visuais, muitos também incorporam som.

De acordo com Craig (2013), existem 2 formas de utilizar o som em RA: pode ser criado ‘*on the fly*’ ou em separado. Com este conceito, Craig descreve como o próprio programa RA sintetiza o som que é apresentado, existindo muitas técnicas para o fazer. O processo de criação de som tem por base 3 categorias: o design do som, a gravação e edição e o processamento.

⁴⁰ <https://www.adobe.com/pt/products/illustrator.html> (Acedido a 17 de junho de 2013).

⁴¹ Photoshop é um programa desenvolvido pela Adobe Systems para editar e manipular imagens digitais. www.photoshop.com. (Acedido a 10 de Setembro de 2014).

⁴² Alguns dos formatos de vetores são .svg, .cgm, .eps e das imagens *raster* são: .jpg, .gif, .png, .bmp.

Os sons podem ser criados com base em fórmulas matemáticas ou gravados a partir de uma origem e modificados e alterados em programas de edição de som. Na aplicação em RA o som pode ser inserido numa localização específica do ambiente virtual.

A distribuição do som tridimensional é um fenómeno complexo que necessita de entendimento de acústica para ser executado de forma adequada.

Os formatos mais comuns para armazenar áudio são: .wav (formato sem compressão para Windows), .aiff (fonte sem compressão para Macintosh), ou .mp3 (fonte comprimida). Existem vários programas para edição e processamento de som, como o Adobe Audition⁴³. Devido à complexidade na criação de conteúdo para aplicação RA, deve ser considerado o custo na criação de conteúdo, pois pode ser moroso e dispendioso.

2.2.4. Interação

Por definição, qualquer experiência RA deverá ser interativa, permitindo ao visitante/participante perceber o mundo de diferentes pontos de vista, ou interagir com determinados elementos, gestos, comandos de voz ou outras ações. O nível mais elementar corresponde a um nível de interação previsível e controlado e outro, mais avançado, pode permitir estabelecer um diálogo entre dois ou mais intervenientes, de forma não previsível, onde os fatores surpresa e novidade fazem parte do processo.

Uma das características fundamentais da RA é ser um meio de comunicação interativo. E, como tal, a interação tem um papel central na experiência geral do visitante/participante. A RA é um meio relativamente recente e, por esta razão, encontra-se em processo de desenvolvimento. Isto significa que as aplicações atuais não correspondem ao conjunto de possibilidades que possam surgir no futuro, dependentes dos avanços a nível de *software* e *hardware*.

De acordo com Craig (2013), a interação pode ser definida como uma influência mútua entre uma entidade e outra. Isto é, uma entidade faz algo e a outra entidade responde de alguma forma⁴⁴.

De acordo com Usman Haque a transmissão de informação deve ser circular (dialógica), caso contrário não existe interação mas apenas reatividade (Haque, 2006, p. 1). Crawford descreve a interação como “um processo cíclico no qual dois atores de forma alternativa ouvem, pensam e falam” (Crawford,

⁴³ <https://www.adobe.com/pt/products/audition.html> (Acedido a 10 de outubro de 2013).

⁴⁴ “Interaction can be defined roughly as a mutual influence of one thing on another. That is, one entity does something, and the other entity responds in some way” (Craig, 2013).

2002 p. 5)⁴⁵. Este processo de comunicação pressupõe que um dos intervenientes comunique algo ao outro e este responda, de modo a permitir novas interações.

Embora o termo ‘interação’ tenha sido referenciado várias vezes no artigo precursor ‘Man-Computer Symbiosis’ de J. Licklider, publicado em 1960 (Licklider, 1960), o Design de Interação só se tornou uma preocupação da comunidade científica no final da década de oitenta do século XX (Norman, 1990).

Decorreram vários anos até que a noção de interação se tornasse conhecida do visitante em geral. Em 2001, Dix (Dix et al., 2001 p. 4) define a interação como “a comunicação entre um utilizador e um computador de forma a realizar algo...”⁴⁶, podendo o utilizador ser um indivíduo ou uma comunidade.

Neste sentido, o uso de aplicações interativas não pode ser examinado por si só, mas, no caso da presente investigação, deve ser colocado num contexto mais amplo da visita em espaços museológicos, também referido como ‘*museum experience*’ (Falk & Dierking, 1992).

De acordo com Aoki (Aoki et al. 2001) existem 3 combinações possíveis de intervenientes no processo de interação, que podem ocorrer de forma alternada, sendo que os possíveis intervenientes são o(s) visitante(s)/participante(s), o sistema e o ambiente envolvente:

- interação entre o visitante/participante e o sistema (1)
- interação entre o visitante/participante e o ambiente envolvente (2)
- e interação entre o visitante/participante e outros visitantes (3).

Tendo em conta dispositivos móveis que utilizam RA (Damala, 2009), Areti Damala acrescenta 4 tipos de interação a esta lista:

- interação entre o visitante/participante e o ambiente móvel através do sistema móvel (1)+(2);
- interação entre o(s) visitante(s)/participante(s) de forma colaborativa ou visão partilhada e o ambiente (3) + (2);
- interação entre o visitante/participante de forma colaborativa ou visão partilhada através de um equipamento no ambiente (3) + (1)+(2)
- e interação entre visitantes/participantes através do uso de uma aplicação (1) + (3).

⁴⁵ “a cyclic process in which two actors alternately listen, think and speak”

⁴⁶ “a communication between a user and a computer in order to accomplish something...”.

Para uma transição eficaz de atenção entre o físico e o digital e vice-versa, o visitante/participante necessita de se sentir confiante quer com o ambiente digital como com o ambiente real envolvente.

Por esta razão, fortalecer o vínculo entre o físico e o digital é essencial para entender a correlação com o significante – a aplicação multimédia – e o significado – o objeto do museu – mas também para a interação do visitante/participante com a aplicação, com o espaço museológico e com os outros visitantes/participantes.

Damala definiu um esquema de classificação adicional da RA com base na natureza do objeto físico a aumentar.

As aplicações em RA tendem a aumentar por um lado, um objeto físico existente (como, por exemplo, uma pintura, o corpo de um paciente ou um cenário urbano), ou compensar a falta de um objeto físico, onde são utilizados marcadores para indicar o local da visualização, dando a impressão ao visitante/participante de interagir com um objeto real (Damala, 2009). No que respeita à primeira categoria, Damala subdivide-a em 3 subcategorias:

- 1) interação com o objeto físico que permite manipular o seu correspondente digital;
- 2) interação com o objeto digital alterando o objeto físico. Um bom exemplo desta categoria é dada por aplicações RA médicas. O médico manipula o virtual (*medical imagery*), de forma a interagir com o real (o corpo do paciente);
- 3) interação com o objeto digital, alterando apenas o objeto digital. Nesta categoria, podem-se incluir as aplicações de guias móveis, onde o visitante/participante apenas interage com as aumentações e não com o objeto real (ex: exploração de objetos museológicos).

Uma vez que a RA existe no mundo real, as pessoas podem apropriar-se de esquemas de interação no mundo real; no entanto existem possibilidades de interação permitidas pela RA, que não são possíveis no mundo real. Tal como, se alguém quiser agarrar um copo, que está sobre uma mesa a meio de uma sala, tem que se deslocar e agarrar o copo. No entanto em RA, e se o objeto for virtual, pode-se ‘dizer’ ao objeto para se aproximar e ele movimenta-se de acordo com a indicação sonora. O tipo de interação implementado está dependente da criatividade do designer da aplicação (Craig, 2013).

2.2.5. Mundo Físico / Marcadores

2.2.5.1 Marcadores

O processo de reconhecimento é essencial para determinar onde e como ‘ampliar’ a realidade. Existem dois tipos de marcadores diferentes: o padrão e a silhueta.

2.2.5.1.1 Padrão

Ao reconhecer um determinado padrão, o sistema coloca o conteúdo digital sobre o padrão reconhecido e qualquer movimento ou rotação do padrão altera a sua visualização. Os padrões utilizados podem ser desde padrões geométricos, *fiduciais* ou padrões com características naturais. Os padrões *2D markers* são geralmente a preto e branco, com algumas regras específicas. Os padrões dos *QR codes* apesar de não serem marcadores de RA, podem ser utilizados se o padrão for processado. Os padrões naturais permitem transformar qualquer superfície plana numa referência desde que contenha algum nível de detalhe. Estes marcadores podem ser características naturais do próprio ambiente ou marcas colocadas artificialmente. Os marcadores artificiais são denominados ‘*fiducial markers*’ ou ‘*fiducial symbols*’. Marcadores fiduciais são geralmente papéis impressos, mas nada impede que os mesmo estejam em formato digital. A ideia de utilizar características naturais no rastreamento visual tem estado a evoluir rapidamente. Na realidade existe investigação nesta área, conhecida por *Natural Feature Tracking - NFT*. *NFT* que é utilizada para superfícies, tais como padrões de roupa, edifícios, objetos ou posters (Figura 5).



Figura 5. Reconhecimento de Fachada de um edifício.

Fonte: Niedermaier, S., & Ferschin, P. (2011). An Augmented Reality Framework for On-Site Visualization of Archaeological Data. In *Proceedings of 16th International Conference on “Cultural Heritage and New Technologies” Viena*.

O sistema de RA precisa integrar de forma realista as ‘aumentações’ no mundo real. Este processo é denominado por Azuma (1993) como ‘*Image Registration*’ e utiliza diferentes métodos de Visão Computacional, a maioria relacionados com vídeo rastreamento.

De acordo com Kent (2011) o processo de ‘*Image Registration*’ é composto por duas partes: (1) primeiro é necessário detetar pontos de interesse, marcadores fiduciais ou fluxo ótico nas imagens da câmara. Os principais métodos de deteção são: ‘*corner and edge detection*’, deteção de *blobs* ou *thresholding*.

(2) O segundo momento restaura o sistema de coordenadas com base na informação recebida anteriormente. Neste processo são utilizados métodos matemáticos como álgebra geométrica, representação da rotação com mapa exponencial e outros processos descritos por Kent (2011).

O problema do reconhecimento é um dos maiores desafios da RA. Apesar de ter evoluído bastante nos últimos anos, ainda existe alguma dificuldade em distinguir imagens no *background* (plano de fundo) ou *foreground* (primeiro plano), em condições de iluminação menos propícias.

Os desafios mais correntes nos problemas de reconhecimento são a oclusão (obstrução ou bloqueio da visão), a câmara desfocada (se a lente da câmara estiver desfocada, o marcador será reconhecido com pouca precisão, o que pode levar a erros no posicionamento do objeto virtual ou não reconhecimento do marcador), *motion blur* (ocorre quando os objetos se movimentam rapidamente e a câmara não processa a informação com a mesma rapidez) e a iluminação inconsistente (condições de iluminação fraca, ou áreas de intensa iluminação podem criar reflexos e levar ao não reconhecimento do marcador).

2.2.5.1.2 - Silhueta

A silhueta é um método de RA em que uma parte do corpo humano é reconhecido, como as mãos, face ou corpo inteiro. Através da silhueta o visitante/participante pode interagir com um objeto 3D, utilizando movimentos naturais, como segurar um objeto virtual. A câmara reconhece a silhueta da mão do visitante/participante e ajusta o objeto virtual de acordo com a posição da silhueta capturada. Este método é semelhante ao reconhecimento facial (Figura 6). Quando o sistema RA deteta uma face, determina a posição dos olhos, nariz e boca e utiliza estes pontos como pontos de referência para posicionar os elementos digitais. Uma vez a face identificada, o *software* pode ajustar o objeto virtual de acordo com o movimento ou inclinação da face em tempo real.



Figura 6. Máscara do Optimus Prime⁴⁷ em Realidade Aumentada.

Fonte: <http://digital-marketeer.com/2009/06/29/we-are-autobots-best-augmented-reality-so-far/> (Acedido a 10 de outubro de 2013).

2.2.5.2 - Localização

A localização é um método de RA que utiliza informação do GPS ou localização por triangulação. Com esta informação e a vista da câmara é possível sobrepor de forma precisa ícones ou objetos virtuais sobre edifícios ou pessoas à medida que o utilizador se movimenta no mundo real. A localização é geralmente utilizada em dispositivos móveis, como *smartphone*, mas outros modelos também podem ser utilizados como determinadas *tablets* equipadas com câmara incorporada, capacidades de GPS, acelerómetros ou bússola digital. Este método de RA possibilita que os navegadores RA⁴⁸, à semelhança dos Navegadores de Internet possam procurar informação na internet, com base no ambiente envolvente. Contudo, o principal problema desta solução é a falta de precisão no posicionamento de conteúdo a ser ampliado, uma vez que o GPS tem uma falta de precisão de aproximadamente 10 metros.

2.2.5.3 - Superfície

O método da superfície pode ser utilizado em ecrãs, ou no espaço envolvente (paredes, chão) que responde ao toque das pessoas ou objetos, e fornecer informação virtual, em tempo real. O *kinect*, câmara da Microsoft, permite transformar qualquer superfície num interface computacional. Com a sua tecnologia de profundidade, a câmara consegue identificar as distâncias relativas a diferentes de objetos físicos ou superfícies. Existem outros sensores que permitem tornar uma superfície em RA, tais como sensores de vibração ou ecrãs sensíveis ao toque ou multi-toque que permitem que toda a superfície se torne um grande ecrã sensível ao toque.

⁴⁷ Optimus Prime é uma personagem do filme *Transformers*.

⁴⁸ Ver Navegador RA no Glossário.

2.2.6. - Visitante/Participante

O papel da tecnologia RA é fornecer um estímulo artificial para causar no visitante/participante a convicção que algo está a decorrer, quando na realidade não está. O visitante/participante tem um papel ativo, pois as suas ações e movimentos afetam o modo como o sistema responde.

A experiência em RA permite diferentes tipos de interação, tal como colaborativa, individual, ativa ou passiva. A interação do visitante/participante com o sistema RA é abordada nos capítulos seguintes, no contexto da avaliação das instalações desenvolvidas.

2.3 Contextos de Aplicação da Realidade Aumentada

Em 2011 foi publicado um relatório pela Juniper Research (2011), que afirma que o crescente interesse em incorporar elementos RA, nas aplicações móveis, irá levar a aproximadamente 1.4 biliões de *downloads* anuais destas aplicações, a nível mundial, em 2015. Com a tendência atual dos mercados e consumidores centrados em dispositivos móveis, de reduzidas dimensões, como os telemóveis Android ou iPhone, o desenvolvimento da RA está a crescer de forma exponencial, em áreas como o marketing e o entretenimento (Hamilton, 2011).

É também referido no relatório (Juniper Research, 2011) que o número de aplicações disponíveis aumentou de forma drástica e diversificada, desde aplicações que incluem jogos, redes sociais, educação, ‘lifestyle’ a aplicações relacionadas com a saúde.

Inicialmente, a RA foi aplicada à indústria militar, mas, com o rápido avanço tecnológico nas ciências da computação, permitiu que investigadores pudessem desenvolver tecnologias RA e *software*, com um domínio de aplicação mais amplo.

De seguida, vai-se descrever, de forma breve, algumas das principais categorias na qual a RA foi implementada, mas com um enfoque maior na relação entre a RA e a Arte e o contexto expositivo. Neste sentido, dividimos em 8 categoriais: Militar, Medicina, Manutenção e Reparação, Navegação, Entretenimento e Jogos, Publicidade, Educação, Arte e Museus.

2.3.1 Militar

A indústria militar é a área onde a RA foi inicialmente aplicada, especialmente no desenvolvimento de sistemas de treino militar aéreo. Como, por exemplo, os *displays* de *see-through* denominados *Head-Up Display - HUD* e *Helmet-Mounted Sights - HMS*, que sobrepunham vetores

gráficos sobre a visão do utilizador, como instruções, mapas ou localização de inimigos (Sisodia et al., Maio, 2007).

2.3.2 Medicina

A Medicina é outra área em que a RA está a ser utilizada, contribuindo para o treino e aprendizagem de profissionais da Saúde e também no processo de diagnóstico e visualização médica.

De acordo com Samset et al. (2008), a tecnologia RA não é apenas capaz de melhorar os procedimentos cirúrgicos e clínicos, através do aumento da segurança, eficácia no custo, eficiência, mas também auxiliar na invenção de novos procedimentos cirúrgicos.

Os sistemas RA podem, potencialmente, auxiliar os cirurgiões nos campos da navegação e da orientação antes, durante e depois das operações. Para além da parte visual aumentada, os sistemas RA podem integrar dispositivos táteis (ferramentas de toque e vibração), permitindo ao cirurgião analisar a condição do paciente, através do toque de forma remota (Samset et al., 2008).

2.3.3 Manutenção e Reparação

Tarefas complexas como montagem, manutenção ou reparação podem ser simplificadas pela inserção de informação adicional no ângulo de visão. Por exemplo, legendas podem ser apresentadas em específicos pontos de um produto, para explicar instruções de funcionamento a um mecânico que está a fazer a manutenção de um sistema (Henderson & Feiner, 2007).

2.3.4 Navegação

Os sistemas de RA determinam a posição do utilizador no mundo real, podendo ser sistemas úteis de navegação. Através da RA aplicada a sistemas de navegação, é possível tornar visível instruções de navegação registadas no espaço tridimensional. Contudo, outro aspeto importante é a possibilidade de contextualizar no espaço, informações históricas ou de serviços, relevante para a área envolvente do utilizador.

2.3.5 Entretenimento e Jogos

Atualmente existem muitas aplicações para jogos em RA. A RA também tem sido utilizada em performances, em concertos ou teatros, como por exemplo o *Duran Duran Project*⁴⁹, onde a banda utilizou a RA no palco para criar efeitos especiais durante a performance. Outro exemplo relevante foi

⁴⁹ <http://www.jarrellpair.com/wp/wp-content/pdf/Duran-Duran-augmented-reality-ART02.pdf> (Acedido a 8 de agosto de 2013).

comissariado pela BBC Worldwide Americas, que criou uma instalação que permitia aos utilizadores interagirem, em tempo real, com determinados animais digitais (Figura 7).



Figura 7. Instalação criada pela empresa Appshaker para promover o DVD 'Frozen Planet' da BBC Worldwide Americas.

Fonte: <http://eideias.nu/2012/05/30/bbc-frozen-planet-ar/> (Acedido a 10 de setembro de 2013). Esta instalação foi lançada em simultâneo em Nova Iorque, Chicago e São Francisco.

A empresa Appshaker desenvolveu uma instalação 'imersiva' para o *National Geographic Channel, Augmented Reality World Tour*⁵⁰, com base na RA, onde as pessoas se viam num ecrã com outros elementos digitais como golfinhos, leopardos, dinossauros ou astronautas. A primeira apresentação foi feita em Outubro de 2011 e continuou a difundir-se por várias cidades nos EUA. Em 2012 recebeu o prémio de 'Best AR Marketing Strategy', atribuído pelo RA Summit (Figura 8).

⁵⁰ <https://vimeo.com/35160213#> (Acedido a 9 de agosto de 2013).

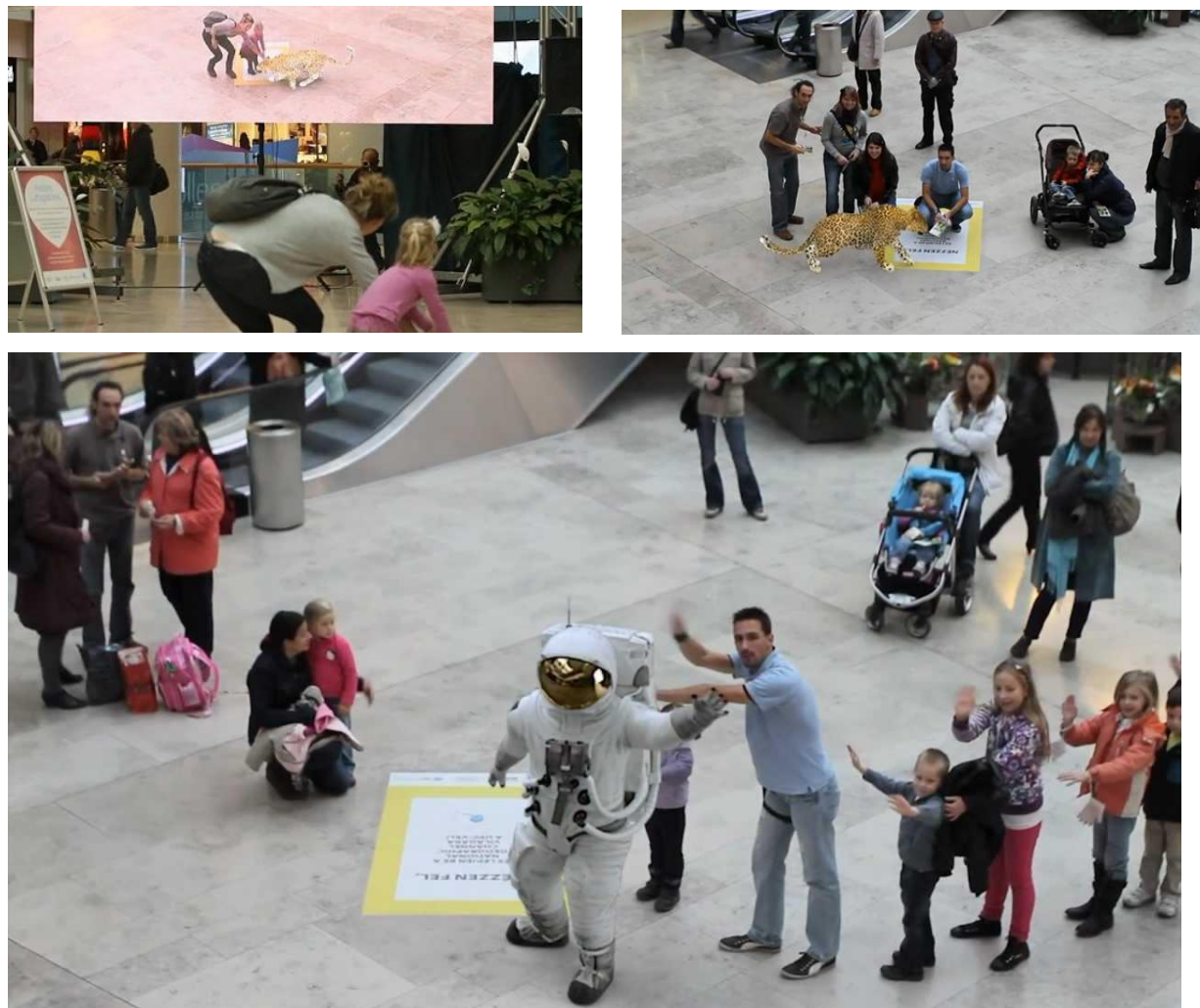


Figura 8. Augmented Reality World Tour National Geographic Channel

Fonte: <http://www.marketing-alternatif.com/2011/11/16/national-geographic-et-les-animaux-sauvages-du-centre-commercial/> (Acedido a 10 de Setembro de 2013).

Para além das instalações em RA em espaços públicos, outras abordagens recentes são os livros ‘pop-up’ em RA, nos quais, a partir do livro e da aplicação, o utilizador pode explorar conteúdos 3D, 2D e som, plenamente imerso no ambiente envolvente. *Imag-n-o-tron* é uma aplicação RA que permite explorar o livro *The Fantastic Flying Books of Mr. Morris Lessmore*, desenvolvido pelo Moonbot Studio (Figura 9).



Figura 9. *Imag-n-o-tron*, pop-up livro desenvolvido por Moonbot Studios.

Fonte: <http://moonbotstudios.com/imag%C2%B7n%C2%B7o%C2%B7tron-morris-lessmore-edition/> (Acedido a 17 de agosto de 2013).

2.3.6 Publicidade

As empresas, de forma geral, procuram novas formas para chamar a atenção de potenciais clientes e, atualmente, existe uma grande variedade de aplicações RA que apresentam aos utilizadores objetos de consumo virtuais, que podem ser manipulados através de movimentos naturais e gestos específicos.

Outras aplicações permitem adicionar roupa virtual ou adereços ao corpo dos utilizadores, tal como os quiosques de ‘virtual dressing rooms’ ou ‘virtual mirrors’. Estas aplicações estão a ser utilizadas no sentido de melhorar a experiência do consumidor nos espaços comerciais.

Nos últimos anos, a RA tem sido utilizada na Publicidade e Marketing (em quiosques, revistas ou montras digitais). Empresas como a Nissan, Toyota ou IKEA estão a utilizar anúncios em revistas com recurso à RA, para permitir que os utilizadores possam observar uma vista 3D de um determinado veículo ou objeto. Empresas como a Lego utilizam sistemas de RA para permitir que os seus consumidores possam ver uma versão animada do conteúdo do produto que está a ser comercializado. A indústria cinematográfica também aderiu à RA para promover filmes como os Transformers, Iron Man ou Star Trek, através de aplicações disponíveis em *smartphones* ou instalações em quiosques interativos.

Outro exemplo é o *N Building* em Tokio, que permite às pessoas, que estão a passar na rua, utilizarem a RA para terem informação, em tempo real, sobre o que está dentro do edifício,

mostrando *tweets*, que estão a ser colocados por pessoas dentro do edifício, e apresenta diferentes decorações ‘aumentadas’, dependendo da época do ano.⁵¹



Figura 10. Lego, o utilizador aponta a caixa do produto para o quiosque na loja e consegue ver em RA o conteúdo animado.

Fonte: <http://newsroom.intel.com/community/news/blog/2011/12> (Acedido a 18 de agosto de 2013).

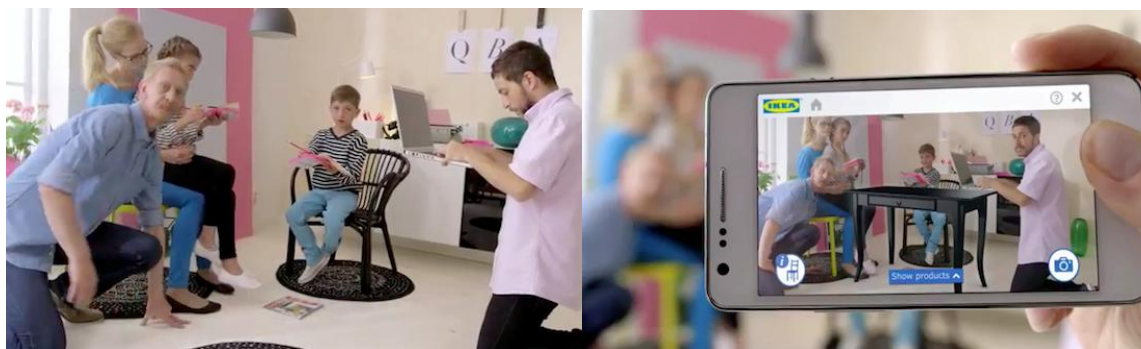


Figura 11. IKEA e Realidade Aumentada.

Fonte: <http://designtaxi.com/news/359753/IKEA-Augmented-Reality-2014-Catalog-Lets-You-See-Furniture-In-Your-Home/> (Acedido a 18 de agosto de 2013).

⁵¹ Para mais exemplos de RA aplicada à publicidade, ver o site www.creativeguerrillamarketing.com/ (Acedido a 15 de agosto de 2013).

2.3.7 Educação

As Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) estão a mudar o paradigma da Educação de diferentes modos. A RA sustenta a ideia de que os estudantes aprendem mais quando têm que controlar a sua aprendizagem e interagir com ambientes reais e virtuais. De acordo com Kerawalla et al. (2006), a RA tem o potencial de envolver e motivar mais os estudantes na descoberta de recursos e sua aplicação ao mundo real, sob diversas perspetivas. Com a RA, os estudantes podem manipular objetos virtuais ou representações dos objetos reais, o que, de outra forma, seria impossível. A RA pode também ser utilizada para ensinar novos procedimentos sobre um novo equipamento.

Vários investigadores acreditam que a RA tem um vasto potencial em ambientes de aprendizagem. Yuen, Yaoyuneyong e Johnson (2011) selecionaram 6 características que justificam a utilização da RA na Educação, referindo os autores que as sustentam: (a) envolver, estimular e motivar os estudantes a explorar materiais da aula através de diferentes perspetivas (Kerawalla, et al., 2006); (b) auxiliar no ensino de assuntos em que os alunos dificilmente poderiam experienciar, como a astronomia ou a geografia (Shelton & Hedley, 2002); (c) melhorar a colaboração entre estudantes e entre estudantes e professores (Billinghurst, 2002); (d) incentivar a criatividade e imaginação dos estudantes (Klopfer & Yoon, 2004); (e) auxiliar os estudantes a controlarem a sua aprendizagem ao seu próprio ritmo e por um caminho próprio (Hamilton & Olenewa, Maio, 2010); e (f) criar um ambiente de aprendizagem autêntico e apropriado para vários estilos de aprendizagem (Classroom Learning with AR, 2010).

LearnAR⁵² é um exemplo de uma aplicação que utiliza tecnologias RA ao recurso da aprendizagem de forma interativa, que permite a sobreposição de imagens sobre um determinado marcador (Figura 12).

⁵² <http://www.learnar.org/> (Acedido a 19 de agosto de 2013).



Figura 12. Learn AR.

Fonte: <http://tecnotic.com/content/realidad-aumentada-y-educaci%C3%B3n> (Acedido a 10 de agosto de 2013).

2.3.8 Arte

A relação entre a Arte e a Realidade Aumentada é um facto que, nos últimos anos, tem levantado algumas polémicas sobre questões de propriedade do espaço virtual em instituições públicas.

Em 2010, o Museu de Arte Moderna - MoMA de Nova Iorque ‘acolheu’ uma exposição que permitia a qualquer pessoa, com um dispositivo iOS ou Android, ver exposições ‘escondidas’ em Realidade Aumentada. O termo ‘acolher’ é um tanto ou quanto controverso neste contexto porque, na realidade, a exposição foi organizada por Sander Veenhof e Mark Skwarek (do coletivo ManifestAR), mas não foi comunicada à administração do MoMA. Os artistas marcaram o dia e a hora da inauguração e todos os visitantes/participantes que dispunham de um *smartphone* puderam descarregar a aplicação Layar e aceder ao canal da exposição (Figura 13).



Figura 13. MoMA Invasion, Exposição em RA, 2010.

Fonte: <http://turbulence.org/blog/2010/10/03/live-stage-we-ar-in-moma-nyc/>

Em 2011, o mesmo grupo de artistas, juntamente com Tamiko Thiel e outros artistas do coletivo ManifestAR, voltaram a intervir, mas desta vez na Bienal de Veneza de 2011, onde criaram os seus próprios pavilhões não oficiais e obras de arte em RA.

A obra *Frenchising Monalisa*, desenvolvida por Amir Baradaran em 2011, encontra-se infiltrada no Museu do Louvre e qualquer pessoa com um *smartphone* e a app descarregada pode visualizar a sua intervenção. O artista critica o processo histórico de naturalização da Monalisa, em que a representação de uma mulher italiana se tornou num ícone francês. Por outro lado, a utilização do ‘hijab’, que para muitos pode significar liberdade e para outros repressão é uma polémica atual em França e no Mundo (Figura 14).

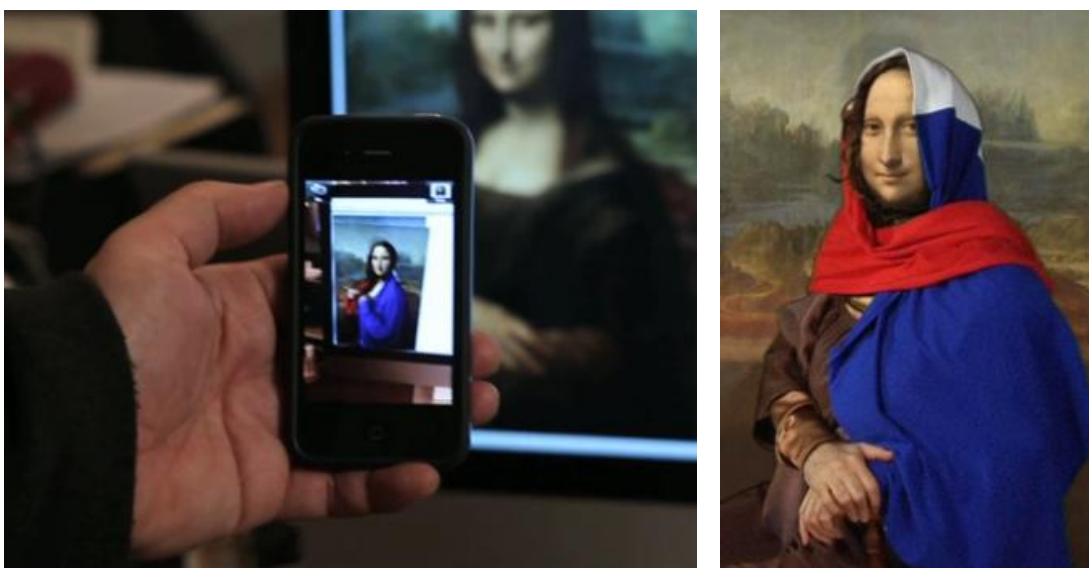


Figura 14. *Frenchising Monalisa* de Amir Baradaran.

Fonte: <http://www.amirbaradaran.com/abmonalisa.php> Acedido a 10 de julho de 2013.

2.3.9 Museus

Em seguida apresentam-se algumas aplicações que utilizam RA aplicadas ao contexto museológico:

- (2010) ARTours: Stedelijk Museum, em Amsterdão, utilizou a RA para instalar as suas obras de arte num parque local, onde os visitantes/participantes podiam visualizar as obras de arte sobre o fundo de uma paisagem num parque;
- Streetmuseum⁵³ (2010) aplicação desenvolvida pelo Museum of London (também recorre a imagens de arquivo da coleção do Museu de Londres, datadas entre 1666 até 1960 e

⁵³ <http://www.museumoflondon.org.uk/Resources/app/you-are-here-app/noflash/no-flash.html> (Acedido a 19 de
Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, Departamento de Museologia

utilizadas para mostrar como determinados locais em Londres seriam noutras épocas). À medida que o utilizador deambula pela cidade, vão surgindo num mapa as imagens disponíveis e o utilizador pode ver o conteúdo no contexto real e na localização onde se encontra.

- Aplicação com recurso ao AR Browser Layar, desenvolvida pelo Powerhouse Museum (2009), na cidade de Sydney, permitindo ver, em tempo real, e através de uma câmara de um dispositivo móvel, a cidade como era há 100 anos atrás. (iPhone 3DS ou Android)⁵⁴
- Em 2005, a instalação *Prêt-à-Porter*⁵⁵, do *media artist* Hugo Barroso, no Centro Nacional de las Artes (Cenart), no México, tendo por base marcadores de RA *wearable*, na qual os visitantes/participantes colocavam-se de frente a um espelho, e viam-se com armaduras ou outros adereços. O tipo de vestuário visualizado em RA dependia do marcador que o utilizador colocava na frente da sua roupa.
- Em 2010, o Getty Museum criou uma aplicação que permite explorar em RA o Augsburg Display Cabinet⁵⁶. O utilizador fazia o *download* de um marcador, imprimia-o e num computador pessoal e, com uma *webcam*, podia explorar o gabinete de curiosidades tridimensionalmente.
- Aplicação no Natural History Museum, em Londres, que permite ver o Attenborough Studio⁵⁷, com elementos e animais de um filme interativo em RA.
- Em 2012, o Science Museum em Londres apresentou a aplicação móvel James May & The Science Museum App⁵⁸, que permitia visualizar um avatar do James May, em 9 plintos, explicando histórias e factos sobre o Puffing Billy, o modelo T da Ford, ou o motor da Rolls Royce Merlin.
- Em 2012, o Royal Ontario Museum, lançou a aplicação Ultimate Dinosaur⁵⁹, desenvolvido pela Meld Media para a exposição temporária *Ultimate Dinosaurs: Giants from Gondwana*, onde os visitantes podiam ver dinossauros em 3D animados a movimentarem-se pela exposição.
- Atualmente existem aplicações de tradução que podem ser utilizadas no contexto museológico. O utilizador apenas aponta o dispositivo móvel para o texto que deseja traduzir

agosto de 2013).

⁵⁴ <http://www.powerhousemuseum.com/layar/> (Acedido a 19 de agosto de 2013).

⁵⁵ <http://www.youtube.com/watch?v=IVrQ7VpB8Fw> (Acedido a 19 de agosto de 2013).

⁵⁶ <http://www.getty.edu/art/exhibitions/northpavilion/ar/index.html> (Acedido a 19 de agosto de 2013).

⁵⁷ <http://www.nhm.ac.uk/visit-us/darwin-centre-visitors/attenborough-studio/interactive-film/index.html> (Acedido a 19 de agosto de 2013).

⁵⁸ Aplicação desenvolvida pela empresa DigiCave <http://www.youtube.com/watch?v=Nf4p-IFzIM> (Acedido a 21 de agosto de 2013).

⁵⁹ <http://www.rom.on.ca/dinos/channel/ar.php> (Acedido a 10 de agosto de 2013).

e de imediato aparece no ecrã a tradução correspondente (ex: Word Lens, Intelligent Eye). Word Lens⁶⁰, permite a visitantes/participantes de espaços museológicos, que não dominam a língua utilizada nos textos disponibilizados, mediante a utilização desta aplicação, os possam traduzir para a sua língua em RA.



Figura 15. Aplicação *StreetMuseum* do Museum of London. Esta aplicação permite que o utilizador visualize fotografias de diferentes épocas contextualizadas no espaço envolvente do utilizador.

Fonte: <http://petapixel.com/2010/05/24/museum-of-london-releases-augmented-reality-app-for-historical-photos/> (Acedido a 10 de outubro de 2013).

⁶⁰ <https://itunes.apple.com/us/app/word-lens/id383463868> (Acedido a 27 de setembro de 2014).

CAPÍTULO 3. AVALIAÇÃO DE EXPOSIÇÕES

Capítulo 3. - Avaliação de Exposições

O capítulo anterior centrou-se na RA e na descrição dos seus diferentes componentes, a nível de *hardware* e de *software* e foi ressaltada em particular a utilização de sistemas RA nas mais variadas áreas, com ênfase nos projetos que têm sido desenvolvidos na área da Arte e em espaços museológicos.

O presente capítulo centra-se na avaliação de exposições, com particular foco nas particularidades da RA. É apresentado o estado da arte, tendo em conta a avaliação *in the wild* de instalações interativas em contexto de espaços museológicos e são apresentadas as vantagens e desvantagens desta metodologia, face à avaliação em contexto laboratorial ou em contexto semi-realista.

É importante realçar o carácter experimental deste tipo de avaliação com instalações RA. A RA é uma tecnologia emergente (Anastassova et al., 2007a, Anastassova et al., 2007b, Gabbard & Swan, 2008, Haller et al., 2007) e, como tal, existem poucas referências sobre design, heurística e metáforas de interação consensualmente aceites. Esta situação deve-se também ao facto de não estarem definidos interfaces específicos e standardizados para desenvolver experiências em RA (Dunser et al., 2007, Wagner, 2007).

3.1 Avaliação de Exposições

Desde o início do século XX, encontram-se estudos sobre a experiência dos visitantes/participantes em Museus. Em 1916, Benjamin Gilman publicou um artigo sobre a fadiga em Museus, onde descreveu de que forma a má distribuição das vitrinas e legendas, poderia afetar a experiência do visitante/participante (Gilman, 1916). Nas décadas seguintes encontram-se vários estudos sobre os percursos escolhidos pelos visitantes/participantes, elementos atrativos ou utilização de recursos expositivos (Almeida, 2005).

Atualmente, os estudos de público (ou *visitor studies*) e a avaliação de exposições em museus consideram o visitante como visitante/participante ativo na relação museal (Almeida, 2005). Contudo nas primeiras décadas do século XX o visitante era visto como um ‘recipiente vazio’, no qual as informações eram introduzidas (Miles, 1989; Hooper-Greenhill, 1994). No decorrer do século XX, a complexidade da relação comunicacional começou a ser valorizada e o visitante passou a ser visto como um visitante/participante ativo no processo de comunicação museológica (Wolf, 1987; Martin-Barbero, 1995).

A avaliação das exposições é uma temática que tem adquirido uma grande importância nas últimas décadas, existindo, cada vez mais, literatura relacionada com este tema (Dean, 1994). A avaliação de exposições é um processo contínuo de questionamento da eficácia da exposição, que acompanha todas as fases de planeamento e organização, desde a recolha de ideias até à abertura e ao encerramento da exposição. Contrariamente ao que se possa pensar, a avaliação de uma exposição não acontece exclusivamente no final da mesma, pelo contrário, é contínua, acompanhando todas as fases do seu desenvolvimento (Vieira, 2009).

Falk e Dierking (1992), em *The Museum Experience*, propuseram-se investigar a aprendizagem em contexto museológico e identificar em que situações seria possível afirmar que a aprendizagem ocorreu. Os autores introduziram o Modelo Interativo de Experiência (*Interactive Experience Model*), relacionando a intersecção entre o contexto pessoal, físico e sociocultural do visitante (Falk & Dierking, 1992), (Figura 16) e, posteriormente, introduzindo neste modelo a dimensão temporal (Falk & Dierking, 2000), ou seja, passou-se a considerar a aprendizagem como um processo que ocorre em diferentes tempos para cada pessoa.

A comunicação não poderá ser tão eficaz se não se conhece o visitante a que nos dirigimos. É importante saber a história, cultura, género, idade e estilo de aprendizagem, pois do conhecimento desses dados decorrerá um impacto maior na forma como a informação é recebida, processada e interpretada.

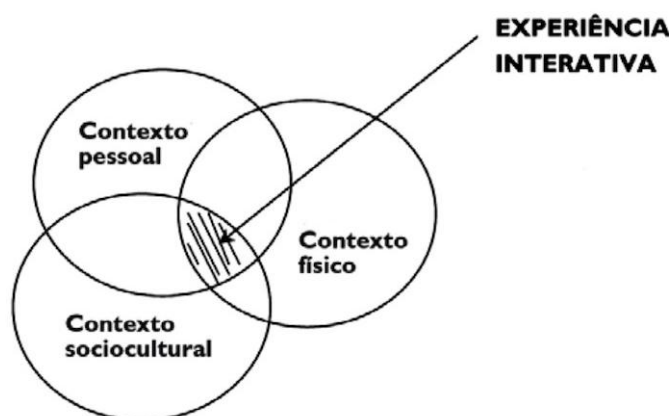


Figura 16. Modelo de Experiência Interativa ou *Interactive Experience Model*.

Fonte: Falk & Dierking, (1992).

De acordo com Almeida (2005), o contexto sociocultural está presente na relação que o visitante estabelece durante a visita ao museu, quer seja o grupo que o acompanha, os desconhecidos que pode contactar durante a visita, ou os funcionários da instituição. Por contexto físico entendemos o ambiente físico, no qual a interação ocorre e, por contexto pessoal, o que

envolve, “as motivações, os conhecimentos, as crenças, a seleção e escolha de percurso, a atitude e os eventos que ocorrem dentro e fora do museu” (Almeida, 2005, p. 34).

A avaliação de aplicações móveis e instalações interativas em espaços museológicos é um problema concreto que recentemente tem chamado a atenção da comunidade científica, nomeadamente para a *Interação Homem-Máquina* - HCI e UbiComp (Computação Ubíqua). Existem várias razões que justifiquem a necessidade de avaliação para aplicações móveis e instalações fixas, razões estas que envolvem o processo de conceptualização, desenvolvimento e implementação destes recursos expográficos, antes e durante a interação com os visitantes/participantes.

Sendo esta uma prática relativamente recente, não existem soluções com descrição passo a passo de todas as fases de desenvolvimento. Neste sentido, a avaliação é o processo que poderá auxiliar a comunidade científica, para que possa haver disseminação de conhecimento e todos possam ter acesso aos procedimentos que foram bem sucedidos e às práticas com maior sucesso (Damala, 2009). No desenvolvimento de aplicações e instalações interativas é possível recorrer a um processo de Design Iterativo, com a participação de todos os envolvidos nas diferentes fases de desenvolvimento, desde o curador, historiador, educador, visitante, programador e designer (Damala & Kockelkorn, 2006). A avaliação também garante que as aplicações não desvirtuam o carácter pedagógico dos museus e instalações, mas pelo contrário permitam aos visitantes/participantes estabelecer ligações significativas entre as exposições e o material interpretativo (aplicações móveis, ex: guia interativo) sem fragmentação da atenção (Aoki et al., 2001), ou, por outro lado, as próprias instalações da exposição que utilizam estes recursos tecnológicos, também permitem estabelecer a ligação entre a instalação e o tema da exposição, podendo explorar as várias camadas de informação disponíveis.

Igualmente a avaliação permite aproximar as relações entre os *stakeholders* (Museus e Instituições Culturais) e os profissionais de TI/IT (Tecnologias de Informação) no estabelecimento de boas práticas e recursos de referência para que outras instituições do Património Cultural, possam seguir o mesmo caminho (Damala & Kockelkorn, 2006).

Paradoxalmente, existem exposições produzidas com o envolvimento comunitário mas, no entanto, os visitantes raramente têm a hipótese de participar no processo de design de exposição. A forma mais frequente de envolver os visitantes/participantes é através do *feedback* adquirido na avaliação sumativa (avaliação na fase final do desenvolvimento). Por vezes, o

feedback e ideias para exposições são dados quer no livro de recomendações ou em breves formulários disponibilizados aos visitantes/participantes (Lord & Lord, 2002, p. 28).

Dado que os museus estão a encontrar uma dificuldade acrescida em atrair novas audiências, é vital que estabeleçam diversas formas de comunicação com os visitantes, tantas quantas conseguirem. Neste sentido, envolver o visitante/participante quer no processo de produção da exposição como nas diferentes fases de avaliação, poderá ser um caminho possível no sentido de construir e confirmar que as instalações museológicas estarão mais próximas de atingir os objetivos propostos.

Existem diferentes abordagens a nível de avaliação, tipos de avaliação e métodos de avaliação; este capítulo centra-se na apresentação de algumas possibilidades e apresentar a fundamentação da escolha do tipo de avaliação *in the wild* em detrimento da avaliação laboratorial ou semi-realista.

3.2 Abordagens de avaliação: *in the wild*, semi-realista e laboratorial

Nos últimos anos, os museus têm sido utilizados como lugar privilegiado para investigar a interação de utilizadores com novas tecnologias e para a implementação de sistemas experimentais (Hindmarsh et al., 2005; Hornecker, 2010; Hornecker & Stifter, 2006, Smith & Iversen, 2011; Snibbe & Raffle, 2009). Ao mesmo tempo, estudos de investigação de utilizadores começaram a empregar uma ampla gama de métodos qualitativos para investigar a experiência do visitante, destacando o carácter social das visitas a museus (Hindmarsh et al., 2005, Jordan & Henderson, 1995, Sanford, Knutson & Crowley, 2007, vom Lehn et al., 2007) e investigando o que torna a instalação envolvente (ou *engaging*) (Allen, 2004, Gutwill & Allen, 2010, Hornecker, 2010, Humphrey et al., 2005).

O contexto museológico difere em muitos aspetos de outros domínios, influenciando a adequação de métodos de avaliação. De acordo com Falk, Dierking e Adams (2006), os visitantes procuram ser “entretidos” e “ensinados”, os objetivos dos visitantes/participantes são pessoais e alteram consoante o que cada instalação museológica pode oferecer.

Neste sentido, numa exposição, não existe uma ‘tarefa’ específica a ser executada pelo que os visitantes/participantes rapidamente descartam uma instalação que não é imediatamente satisfatória (Allen, 2004) e procuram outra.

Além disso, o museu é um lugar onde muitos visitantes/participantes vão passar o tempo com as suas famílias ou amigos, na esperança de ter uma experiência partilhada memorável,

podendo inclusive interagir com pessoas desconhecidas (Hindmarsh et al., 2005, Hornecker & Stifter, 2006, Kelly et al., 2004, Sanford, Knutson & Crowley, 2007).

Muitos museus tendem a trabalhar com orçamentos apertados e o desenvolvimento das instalações interativas é geralmente contratado com Pequenas e Médias Empresas - PME que não têm orçamento para investigação nem avaliação na própria empresa (Hornecker & Nicol, 2011). Neste sentido, quando uma instalação interativa é colocada no contexto real de um museu, muitos aspetos que não foram previstos podem não correr da melhor forma, mas se por outro lado existir uma estratégia de avaliação e difusão dos resultados, muitos aspetos menos positivos podem ser evitados e pequenas alterações podem fazer toda a diferença no processo de interação com o visitante/participante.

De acordo com Humphrey et al., a melhor estratégia de avaliação é expor o trabalho em desenvolvimento no próprio museu e observar os visitantes/participantes, mudando sistematicamente a proposta original ao longo do tempo (Humphrey et al., 2005).

Concorda-se com a afirmação de Humphrey, e é no sentido de concretizar o que acima foi referido, que se direciona a nossa investigação e se seleciona a avaliação *in the wild* em detrimento da avaliação laboratorial ou da semi-realista.

Avaliação em Laboratório, em contexto semi-realista e *in the wild*

Tem existido uma longa discussão na HCI sobre o papel dos estudos laboratoriais e se estes são suficientes para descobrir problemas de usabilidade, que são influenciados pelo contexto de utilização (Hagen et al., 2005, Kjeldskov et al., 2004, Rogers et al., 2007, Hornecker & Nicol, 2011). Na última década, a necessidade dos estudos '*in-situ*' ou '*in the wild*' de tecnologias UbiComp tem sido enfatizada (Consolvo, et al., 2007, Rogers, 2011). Testes de campo são considerados indispensáveis para avaliar a forma como as tecnologias de Computação Ubíqua se adaptam às vidas das pessoas e de que forma funcionam no mundo real (Brown, Reeves & Sherwood, 2011).

Entender as limitações dos estudos laboratoriais não é apenas relevante para a investigação, mas é uma questão necessária e prática para os designers de sistema e avaliadores. É necessário decidir onde e quando testar e por vezes não existe alternativa à avaliação laboratorial devido a razões práticas.

O desafio metodológico de desenvolver métodos apropriados de investigação, para entender o uso de novas tecnologias, tornou-se particularmente óbvio para a computação móvel,

onde a mobilidade, as condições ambientais e imprevisibilidade de utilização, proporcionam desafios, para observar utilizadores no seu quotidiano (Hagen et al., 2005; Kjeldskov & Graham, 2003; Kjeldskov et al., 2004). O mesmo não deixa de se aplicar às instalações numa exposição, onde as condições ambientais e a imprevisibilidade de utilização acontecem da mesma maneira.

O debate sobre o valor dos estudos laboratoriais *versus in the wild* é atual (Rogers et al., 2007, Kjeldskov et al., 2004). Mas qual será o valor acrescentado da avaliação *in the wild* e até que ponto os estudos laboratoriais podem prever a utilização no mundo real? Muitos investigadores consideram que avaliações *in the wild* são essenciais para sistemas de Computer Supported Cooperative Work - CSCW⁶¹ (Pinelle & Gutwin, 2000), que estão muito influenciados pelo contexto social e por tecnologias UbiComp, uma vez que estas podem revelar problemas de usabilidade e padrões de interação de grupo, que não surgem no laboratório (Marshall, et al., 2011, Kjeldskov et al., 2004).

Screven (1990) distingue duas formas de observar/testar os visitantes/participantes, no qual podem ser utilizados diferentes tipos de avaliação: *cued test* (ou teste com pistas) no qual o visitante sabe que está a ser observado e nesse caso assume-se que a performance dos visitantes/participantes mais motivados reflete melhor a capacidade de comunicação dos materiais (Screven, 1990) e pode ser uma abordagem apropriada para informar a capacidade da exposição em transmitir conteúdo. Por outro lado, o *non cued test* (ou teste sem pistas), o visitante não sabe que está a ser observado e avalia-se melhor a capacidade dos elementos de expografia (objetos, painéis, textos, *displays*) de atrair os visitantes/participantes livremente e verificar o nível de atenção dedicado.

A avaliação laboratorial permite analisar o comportamento humano e problemas de usabilidade. É mais económico e menos arriscado de implementar. Mas, por outro lado, não permite capturar a complexidade do mundo real e o tempo para completar uma tarefa específica ou erros de usabilidade pouco nos dizem sobre a experiência do visitante/participante.

A avaliação semi-realista consiste numa solução intermédia, realizada num ambiente semi-realista⁶², que pode deixar os intervenientes mais à vontade do que num ambiente de laboratório, mas de qualquer forma os intervenientes estão conscientes que estão a ser observados

⁶¹ Computer Supported Cooperative Work (ou Trabalho Cooperativo Auxiliado por Computador), consiste numa área científica interdisciplinar que estuda a forma como o trabalho em grupo pode ser auxiliado por Tecnologias de Informação e Comunicação.

⁶² Por vezes não é necessário avaliar as aplicações ou instalações nos museus para os quais estas estão a ser desenvolvidas, neste sentido, pode-se recriar espaços que simulem um museu, criando a ilusão de ser um museu em funcionamento.

e podem responder de forma pouco natural. Este tipo de avaliação não envolve tantos custos, mas não deixa de ser uma avaliação controlada, onde não existem outros elementos a competir pela atenção do interveniente e não é possível recriar todos os aspetos da configuração de um museu ou exposição. A probabilidade de influenciar os comportamentos e perceções dos intervenientes é maior, sendo mais difícil simular a interação entre grupos.

Por fim, a avaliação *in the wild*, tal como o nome indica, é uma avaliação “selvagem”, onde poucos elementos são controlados e é possível observar comportamentos mais genuínos e naturais. Este tipo de avaliação permite identificar fatores que possam influenciar o comportamento dos intervenientes e observar a dinâmica social, onde podem surgir novos problemas de usabilidade *in the wild* que não tinham sido previstos. Permite observar comportamentos mais espontâneos e realistas e demonstrar de que forma as pessoas se apropriam das tecnologias.

Por outro lado, é um tipo de avaliação mais dispendiosa e difícil de executar, sendo que envolve um processo de desenvolvimento mais moroso. Qualquer instalação a ser avaliada *in the wild* tem que ser um protótipo suficientemente robusto e em pleno funcionamento para poder ser colocado no ambiente real em contato com os visitantes. Este tipo de protótipo tem que ser autosuficiente, para não precisar de um funcionário a tempo inteiro.

Esta abordagem de avaliação, pode ser executada durante as diferentes fases de desenvolvimento de uma instalação museológica, mesmo numa fase inicial de diagnóstico, onde se pretende “detetar antecipadamente mais-valias que possam valorizar a exposição e promover a identificação de indicadores que permitam avaliar, posteriormente os impactos sociais, culturais e educacionais” (Vieira, 2009, p. 19). Nesta fase, apesar de não existir um protótipo robusto, pode existir uma apresentação pontual (ou demo) com alguém a auxiliar a interação.

A segunda fase de avaliação, denominada formativa, ocorre durante o desenvolvimento e produção do projeto “com o objetivo de avaliar o ponto de situação da exposição, os seus avanços ou atrasos e permitindo corrigir com tempo os erros detetados” (Vieira, 2009, p. 19). Nesta fase, tanto os *mock-ups* como os protótipos são essenciais no processo de avaliação. Esta avaliação está diretamente relacionada com o processo de design iterativo, no sentido em que é o *feedback* e resultados da avaliação formativa, que permitem fundamentar as alterações e melhorias nas instalações, até tornar-se num produto final.

Por último, a avaliação sumativa ocorre após a implementação do projeto, com o intuito de verificar se os objetivos foram atingidos. Por esta razão, os objetivos de uma exposição devem

ser mensuráveis, sempre que possível quantitativos, para evitar subjetividade e permitir a sua correta avaliação (Vieira, 2009).

3.2.1 Questões de Avaliação

Screven (1997) levanta três questões essenciais em torno das quais se devem determinar os objetivos a avaliar numa exposição (apropriados para a avaliação sumativa):

- Saber qual o impacto que a exposição deverá ter no visitante/participante;
- Saber de que forma os objetivos e metas serão atingidos;
- Saber se as metas e objetivos têm o impacto desejado no visitante (Screven, 1997).

Neste processo de definição dos objetivos da exposição e de averiguação do seu cumprimento, é necessário fazer as perguntas certas. Contudo, para saber quais as perguntas certas não existe uma fórmula universal. As perguntas têm que ser específicas para cada instalação museológica e genéricas para a exposição como um todo.

Areti Damala (2009) definiu uma grelha de classificação com pontos de avaliação, com particular enfoque na avaliação de guias móveis em Museus (Quadro 6). A primeira contribuição da sua análise assenta na questão da avaliação necessitar de ser conduzida não apenas com os visitantes/participantes do museu, mas também pelos técnicos do museu, que possam estar envolvidos nas fases de desenvolvimento de um guia móvel⁶³, desde a criação, implementação, design e distribuição.

A segunda contribuição foi a distinção de três categorias sobre as quais os pontos de avaliação podem ser agrupados: a nível tecnológico, do conteúdo interativo e de logística/administração (Quadro 6).

A terceira contribuição surge como consequência das duas anteriores, no sentido em que as três categorias de avaliação podem ser examinadas do ponto de vista do visitante, dos profissionais do museu e das empresas de IT (Damala, 2009).

	Tecnologia	Conteúdo Interativo	Logística/administração
Visitantes/participantes de Museu	Usabilidade Interface do Utilizador Recovery Personalização Ergonomia Sistema de Posicionamento Sistema de Mensagens	Qualidade do conteúdo Relacionamento com a exposição Orientação Aprendizagem/Conhecimento Diversão Distração Equilíbrio de Atenção 'attentional balance'	Distribuição Processo de Registo

⁶³ A aplicação móvel *Mural da Baixa* entra na mesma categoria do guia móvel, descrita por Areti Damala (2009).

	Facilidade de utilização Acessibilidade	Interação social (Isolamento) Usabilidade Impacto da Interação Satisfação do Utilizador Utilidade	
Museu / Parceiros IT	Implementação de conteúdo Geolocalização Entrega do conteúdo	Criação de conteúdo Grupos/perfis de utilização	Capacidade de Manutenção Aspetos de Negócio Numero de equipamentos Treinamento dos Funcionários

Quadro 6. Grelha de classificação dos vários aspetos de Avaliação.

Fonte: Damala, 2009.

3.3 Métodos de Avaliação

Existem diversos métodos de avaliação que podem ser adaptados a qualquer abordagem de avaliação, quer seja laboratorial, semi-realista ou *in the wild*. Podem ser distinguidos em dois tipos: métodos de avaliação qualitativos e métodos de avaliação quantitativos. De acordo com Damala e Kockelkorn (2006) os métodos de avaliação qualitativos têm pontos fortes e fracos, que devem ser tidos em consideração, de forma a escolher qual o método que servirá melhor cada propósito. Questionários, testes ou ‘*data logs*’ fazem parte dos métodos de avaliação quantitativa, enquanto que as entrevistas, *focus grupo*, observação, testes e uso das impressões dos visitantes fazem parte dos métodos de avaliação qualitativa. No entanto, é importante realçar que todas as formas de reunir informação podem fornecer resultados qualitativos ou quantitativos (Preece et al., 2007). Em síntese, pode-se considerar os seguintes métodos:

1. Os **questionários**, que são utilizados para reunir informação descritiva são relativamente económicos e podem ser analisados através de vários *softwares*. Permitem ter uma ideia geral, mas geralmente, não aprofundam o assunto (Damala & Kockelkorn, 2006).

Nos questionários podem-se utilizar diferentes escalas de medição, conforme o tipo de pergunta e objetivo a avaliar, nomeadamente:

- a escala de *Likert* para medir o nível de concordância ou discordância face a perguntas ou afirmações;
- a escala diferencial semântica, onde as afirmações opostas podem ser colocadas em cada extremo da escala;
- a escala de escolha múltipla simples, que requer que o inquirido escolha apenas uma das alternativas;
- a escala check-list, que envolve selecionar um conjunto de item;

- a escala dicotómica simples (ou escala binária), onde o inquirido seleciona uma de duas possibilidades pre-definidas.

2. As **entrevistas** podem fornecer dados mais interessantes e inesperados, mas consomem muito tempo e dificultam a descrição e análise (Frechtling-Westat et al., 2002). Entrevistas em profundidade podem fornecer informações detalhadas sobre o que os visitantes/participantes pensam, sentem ou quais as suas motivações após a visita à exposição, mas precisam de um entrevistador qualificado. As entrevistas estruturadas e semiestruturadas são fáceis de serem executadas por entrevistadores menos experientes e permitem adquirir informações adicionais que seriam omitidas num questionário. Contudo, também consomem muito tempo e necessitam de uma amostra significativa.

3. **Grupo Focal** (ou Grupo de Foco) é um método de avaliação utilizado para gerar novas ideias e para sessões de *brainstorming*, assim como a clarificação de descobertas qualitativas (Kuniavsky, 2003).

4. A **observação** direta é adequada para observar resultados que não foram previstos, mas é dispendiosa e consome muito tempo pois precisa de ser realizada por alguém devidamente qualificado e com um bom código de observação (Love, 2005). Por outro lado, a observação indireta, por meio de câmaras de vídeo, pode ser útil para a análise posterior das interações que ocorreram, e dependendo do ângulo de visão da câmara, é possível ter acesso à visão do visitante/participante, ou ter uma visão panorâmica do que está a acontecer, em simultâneo com todos os intervenientes.

Observação de comportamentos implica seguir grupos de visitantes/participantes na exposição e de alguma forma gravar o que eles possam dizer ou fazer. Geralmente são tirados apontamentos, mas também podem ser utilizadas câmaras de vídeo, desde que se siga determinadas regras de ética. A observação permite analisar o que os visitantes/participantes ‘fazem’, em vez do que eles ‘dizem’, mas também consome muito tempo.

Existem questões de ética envolvidas, isto é, não é possível gravar as ações dos visitantes/participantes sem que eles saibam que estão a ser gravados e é necessário distribuir formulários de consentimento para autorização e eventual divulgação de dados.

5. Os **testes** são eficientes quando reúnem informação do estatuto do conhecimento. Mas geralmente são realizados com base na execução de tarefas predefinidas.

6. Os **registos de entrada** (ou ‘*data logs*’) podem revelar padrões de conhecimento, quando são combinados com outros métodos de avaliação, pois estes registos permitem ter acesso

à duração da visita, aos locais favoritos dos utilizadores e ao esquema de navegação adotado (Kuniavsky, 2003).

7. **Pensar alto** ou “*think aloud*” é uma técnica também utilizada, na qual o visitante sabe que está a ser gravado, que vai descrevendo as suas ações e sensações.

Considera-se que os métodos mais apropriados para a avaliação *in the wild* de experiências tecnologicamente inovadoras são os seguintes: a observação direta e indireta durante a visita e interação com a exposição e, no final da visita, distribuição de questionários, entrevistas e *focus grupo*.

3.4 Considerações Metodológicas relacionadas com a Realidade Aumentada

O subcapítulo anterior apresentou um levantamento do estado da arte sobre a avaliação em exposições, que nos dá fundamento para agora definir uma estratégia de avaliação, com base nas diretrizes apresentadas anteriormente. Contudo, existem algumas particularidades ao avaliar a RA, que são tidas em consideração no texto seguinte.

Apesar da RA ter aproximadamente quatro décadas, apenas recentemente a investigação começou a centrar-se na sua avaliação e problemas de Human Computer Interaction - HCI (Dunser et al., 2008, Swan & Gabbard, 2005, Dunser et al., 2007, Grasset et al., 2007).

A falta de diretrizes de design e plataformas de *display* estandardizadas não é o único problema do domínio das tecnologia RA. Como já foi visto no capítulo 2.2 Componentes da Realidade Aumentada, existem várias ferramentas *open source* (código aberto) com diferentes funções e para diferentes plataformas (iOS, OSX, Windows ou Linux). Contudo, não existe uma uniformização das ferramentas/bibliotecas utilizadas e os programadores e engenheiros tendem a despende tempo a programar funções que existem numa determinada biblioteca, mas não existem noutra que lhes é mais útil. Por outro lado, a criação de conteúdos apelativos também é um processo demorado (Haller et al., 2007) e, por estas razões, a avaliação da tecnologia acaba por ter início no final deste processo, quando já existe uma versão única e robusta (Dunser et al., 2007).

A prototipagem rápida e o processo de design iterativo utilizado noutras áreas de *software* e Design de Interação, torna-se desta forma mais difícil de executar (Gandy et al., 2007). Mais ainda, alguns autores defendem que os protótipos que estão numa fase prematura de desenvolvimento e são colocados para avaliação, têm por parte dos utilizadores um desempenho

inferior (Anastassova et al., 2007a). Estas condicionantes fazem com que a avaliação de instalações em RA se torne processo mais difícil de ser executada *in the wild*.

3.4.1 Práticas atuais na avaliação de RA

Gabbard et al. propuseram um esquema para a classificação de RA, com base nas experiências centradas no utilizador com ela relacionadas (Gabbard et al., 2002). Os autores distinguiram três eixos complementares:

1. Estudos relacionados com a perceção da RA (ex: profundidade de perceção, coordenação mão - olho e *performance* na velocidade em executar a tarefa);
2. Estudos relacionados com a performance da aplicação RA (ex: encontrar o *target* (alvo), tempo para completar a tarefa, número de erros em executar uma tarefa);
- 3) Estudos relacionados com ambientes colaborativos RA e tarefas suportadas por computador (Computer-Supportive Cooperative Work - CSCW).

Dunser (Dunser et al., 2008) propuseram uma extensão do esquema anterior, adicionando uma quarta categoria, sobre os estudos de usabilidade, afirmando que este estudo não deve estar apenas centrado em medir a *performance* do utilizador, ao executar as tarefas, existindo outras formas de identificar problemas relacionados com a usabilidade.

Além de propor um 4º eixo de investigação para avaliação RA e estudos com base no utilizador, Dunser (2008) também propuseram uma taxonomia de acordo com a metodologia de avaliação utilizada e definiu cinco categorias:

1. Medida de objetivos, tal como o tempo para completar a tarefa, precisão ou taxas de erros;
2. Classificação subjetiva ou *ratings* são geralmente reunidos através de questionários;
3. Análise quantitativa, que inclui observação do utilizador formal, entrevistas, classificação ou codificação do comportamento do utilizador (ex: discurso ou codificação gestual);
4. Técnicas de avaliação de usabilidade, desenvolvidas por especialistas, análise de tarefas, heurística e o método '*think aloud*';
5. Avaliações informais (*in the wild*), incluindo observação ou outros tipos de recolha informal de *feedback*.

Gabbard et al. (2002) discutiram a problemática da engenharia de usabilidade e utilidade dos sistemas de RA. Para os autores, um produto com elevada usabilidade tem que ser tanto útil como utilizável. Gabbard et al. destacam as seguintes características de usabilidade:

- Facilidade de aprendizagem;

- Rapidez em executar uma tarefa;
- Taxa de erro do utilizador ‘*user error rate*’;
- Satisfação subjetiva do utilizador;
- A memória que o utilizador mantém ao longo do tempo sobre a sua interacção.

De acordo com Dunser et al., (Dunser et al., 2007) os autores insistiram no papel da análise, para aplicações de RA, antes do início do projeto, definido como uma atividade que procura explorar, quem são os utilizadores e tarefas que serão executadas. No entanto, este tipo de avaliação é oposta à tendência dos engenheiros que desenvolvem os protótipos RA sem ter em mente que é uma solução para um problema particular e apenas *a posteriori* tentam descobrir interessantes potencialidades para um protótipo em particular.

Quanto à aplicação de diretrizes gerais de HCI, existem ainda algumas lacunas no domínio e muito poucas contribuições. Dunser et al., (2007) distingue as seguintes diretrizes gerais aplicáveis no contexto de RA:

1. *Affordance*: refere-se à ligação entre o interface e as características físicas e funcionais (as propriedades que são diretamente perceptíveis dos objetos e determinam de que forma podem ser utilizadas, o visitante/participante entende qual a forma de interagir apenas através da observação e não necessita de etiquetas, legenda ou imagens explicativas);
2. Redução da Sobrecarga Cognitiva: esta característica está ligada com a anterior: se o sistema permitir *affordance*, existirá menos sobrecarga cognitiva;
3. Esforço físico: o utilizador deverá ser capaz de realizar uma tarefa com o mínimo de passos de interação;
4. Aprendizagem: o utilizador deverá ser capaz de utilizar o sistema facilmente e por esta razão a *consistência* da aplicação é importante;
5. Satisfação do utilizador: não é suficiente confiar nos objetivos medidos e resultados obtidos, sendo importante monitorizar a satisfação do utilizador durante o processo de interação com o sistema;
6. Flexibilidade de utilização: designers de RA devem estar conscientes que os utilizadores têm diferentes capacidades e preferências de aprendizagem. De acordo com Damala (2009) esta característica é denominada customização ou personalização;
7. Capacidade de resposta/*feedback* e tolerância ao erro: um dos maiores problemas que a RA enfrenta é definir a posição e rastreio; as experiências devem ser desenhadas de forma a que o rastreio não interfira na experiência. No caso de uma exposição num museu, a

performance de uma aplicação pode ser influenciada por fracas condições de iluminação ou reflexão em objetos com lustro ou transparentes.

3.5 Utilização de Protótipos

Outra questão que tem sido explorada é o efeito de utilização de protótipos para a engenharia de aplicações RA (Anastassova et al., 2007a, Anastassova et al., 2007b). A principal vantagem parece ser a de facilitar a discussão, elucidar futuras necessidades e eventualmente designs alternativos, uma vez que os potenciais utilizadores poderão não saber as características/funções que podem esperar dos produtos inovadores e aplicações. No entanto, várias desvantagens foram também encontradas, a primeira é que os protótipos têm limitações, uma vez que existem diferenças entre o protótipo proposto e a aplicação final. Alguns autores defendem que os protótipos podem inibir a imaginação dos *stakeholders* (Anastassova et al., 2007b). Por outro lado, de acordo com Anastassova et al. (2007b), os protótipos de baixa fidelidade podem ser estigmatizados como menos eficientes, fazendo os utilizadores terem um desempenho inferior ou mesmo os utilizadores podem rejeitar interagir (Anastassova, et al., 2007b).

Por todas as razões mencionadas acima, Anastassova tentou explorar o impacto do utilizador com protótipo de baixa fidelidade em comparação com os protótipos de alta fidelidade na caso das aplicações RA, e concluiu que os utilizadores expressam as suas necessidades facilmente com protótipos de alta fidelidade, podendo parecer mais motivados (Anastassova, et al., 2007b).

Embora a literatura que relacione as aplicações RA e as experiências de avaliação ainda não seja muito extensa, na última década têm surgido mais estudos nesta área. De forma geral, a avaliação é conduzida, numa fase mais avançada do projeto (avaliação formativa), geralmente em laboratório e com execução de tarefas simples e curtas e com utilizadores que dominam a tecnologia em questão.

No entanto, a presente tese propõe exatamente o oposto, com avaliação desde o início do processo de desenvolvimento, aplicada no contexto real, sem tarefas predefinidas e com utilizadores aleatórios. Os protótipos desenvolvidos e apresentados nos capítulos que se seguem, são apresentados em diferentes fases do seu desenvolvimento e são avaliados a nível formativo e sumativo. Desta forma desenvolvem-se os protótipos através de um processo de design iterativo e avaliado no seu contexto real, quer numa exposição num museu (Petrie Museum), como numa exposição numa galeria (Galeria Millennium).

Sendo que no Petrie Museum explorou-se o processo de design iterativo aliado à avaliação *in the wild* (durante a fase formativa) e na exposição *Baixa em Tempo Real*, a avaliação *in the wild* durante as fases formativa e sumativa.

CAPÍTULO 4. EXPERIMENTAÇÕES NO PETRIE MUSEUM

Capítulo 4. Experimentações no Petrie Museum

As experimentações no Petrie Museum of Egyptian Archaeology ocorreram entre novembro de 2011 e agosto de 2012. No âmbito de uma colaboração entre a Bartlett School of Graduate Studies e o Petrie Museum of Egyptian Archaeology, enquanto a doutoranda esteve a frequentar a University College London como Estudante Visitante de Investigação. Durante este período, foi proposto à doutoranda que desenvolvesse uma instalação com base no reconhecimento gestual, que permitisse a manipulação de réplicas 3D, de objetos da coleção do Petrie Museum através do movimento do corpo, em Realidade Aumentada. Esta instalação, desenvolvida no Petrie Museum, seria posteriormente inserida na exposição *3D Encounters: Where Science Meets Heritage*, apresentada na UCL Qatar em Doha, inaugurada em janeiro de 2013 no edifício Georgetown University na Hamad bin Khalifa University.

4.1 O Petrie Museum of Egyptian Archaeology

O Petrie Museum of Egyptian Archaeology é um museu universitário da University College London - UCL, com mais de 80.000 objetos, sendo uma das maiores coleções de Arqueologia Egípcia e Sudanesa do Mundo. O Petrie Museum, beneficia de um acordo entre a Universidade UCL e a empresa Canadense Arius3D, especializada em laser scanner a cores, desde 2006 (cf. Capítulo 2.2 Componentes da Realidade Aumentada – Objetos 3D).

Este museu universitário tem uma visão inovadora sobre o futuro dos Museus e segundo a Gestora do Museu, Tonya Nelson “o objetivo tem sido sempre criar uma biblioteca de imagens 3D da coleção inteira do Petrie, de forma a que possa estar disponível online a qualquer pessoa interessada. No entanto, o verdadeiro valor surge no momento em que outras instituições decidirem fazer o mesmo, até que todas as coleções do mundo estejam disponíveis num grande museu virtual”⁶⁴ (Nelson, 2003)⁶⁵. Uma vez que o espaço físico do Petrie Museum permite apenas a exposição/apresentação de cerca de 10% (aproximadamente 8.000 objetos) da sua coleção de cada vez, o recurso a réplicas 3D possibilita a exploração de todos os outros objetos a que o visitante não teria acesso, por se encontrarem guardados na reserva do Museu (Figura 17).

⁶⁴ “The goal has always been to create a 3D image library of the entire Petrie collection, so that it can be made available online to anyone who is interested. However, the real value comes from other institutions doing the same, so that all the world’s collections are available in one large virtual museum.”

⁶⁵Citação retirada do seguinte site: <http://www.ucl.ac.uk/qatar/qatar-news/2013-02-13-inaugural-3d-exhibition-where-science-meets-heritage-unveiled> (Acedido a 7 de setembro de 2013).

Sendo um museu universitário, a maioria dos visitantes/participantes são estudantes, turistas, famílias, ou visitantes com particular interesse em Arqueologia Egípcia. É um Museu com um ambiente familiar e descontraído, que potencia a aprendizagem através da exploração. É também um Museu aberto à colaboração com outras faculdades da UCL, permitindo aos estudantes colaborarem de forma voluntária, nas diferentes atividades do Museu, mas também desenvolverem aplicações e instalações, testando-as com os próprios visitantes/participantes.

Planta do Petrie Museum

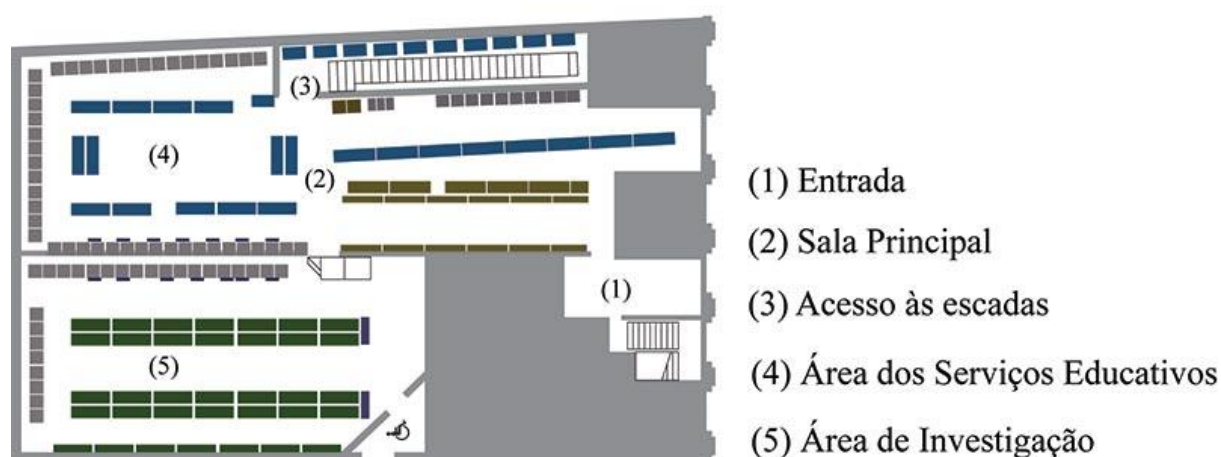


Figura 17. Planta do Petrie Museum of Egyptian Archaeology

Fonte: Moutinho, A. (2013).

4.2 Instalação *Reconhecimento Gestual: Manipulação de Réplicas 3D das Escavações em Gurob*

A instalação de reconhecimento gestual possibilita a manipulação de quatro réplicas 3D de objetos arqueológicos encontrados nas escavações em Gurob,⁶⁶ através do movimento do corpo. A instalação é composta por um sistema de rastreio/identificação do corpo humano, que através de uma câmara *kinect* da Microsoft, identifica os movimentos do corpo no espaço físico tridimensional. O visitante pode então explorar os objetos e descobrir pormenores a que de outra forma não teria acesso. O *scan* e visualização 3D não só preserva os objetos como também melhora a experiência do visitante, permitindo-lhe ver pormenores de formas, que podem não estar acessíveis, quer por questões de segurança, de conservação ou de logística.

⁶⁶ Cidade situada na região de Faium no Egito. Estas escavações foram levadas a cabo pelo Arqueólogo Flinders Petrie entre 1888-90 e 1903-4 e acredita-se que nesta região teria existido um Palácio Real Harim (Serpico, 2008).

4.2.1 Perfil da Instalação

De acordo com os critérios apresentados na secção 2.2 Componentes da Realidade Aumentada, esta instalação utilizava o marcador do tipo silhueta, com recurso a uma câmara *kinect* para identificação do esqueleto do utilizador. O utilizador interagia através do movimento do seu corpo e, através dele, controlava o objeto.

Esta instalação foi desenvolvida num *software* de desenvolvimento de jogos, Unity Pro 3D (versão estudante 3.5), com base no Zigfu Development Kit (versão *trial* 1.0)⁶⁷. Relativamente ao equipamento utilizado para a fase de avaliação e testes, foi utilizado um MacBook Pro com Processador 2.2 GHz Intel Core i7, 4GB de memória, uma placa gráfica *Intel HD Graphics 3000 384MB* e uma câmara *kinect* da Microsoft. O *display* de visualização, entre os testes e aplicação final, foi testado em monitores de diferentes tamanhos e projeção de vídeo sobre tela, nas últimas apresentações.

O espaço de interação, numa primeira fase, tinha aproximadamente 2m² de área e o utilizador podia livremente movimentar-se nesta área, enquanto que nos testes finais e aplicação final foi definido apenas um ponto identificado no chão e o utilizador tinha que interagir sempre no mesmo local.

4.2.2 Processo Iterativo de Design, Desenvolvimento e Avaliação da Instalação

O desenvolvimento desta instalação contou com um processo de Design Iterativo, ou seja, desde o protótipo inicial até à instalação final, foram feitas quatro apresentações públicas no Museu e a instalação sofreu várias alterações e adaptações com base no *feedback* fornecido pelos visitantes/participantes; foi efetuada a análise de questionários, conversa com os visitantes/participantes e observação direta e indireta através da captura de vídeo. Durante os 6 meses de desenvolvimento, seguiram-se várias reuniões com os profissionais do Petrie Museum, ou seja, a Curadora Digital 3D, Dra. Margaret Serpico, a Gestora, Dra. Tonya Nelson e o Responsável pelas Instalações Interativas do Museu, Dr. Giancarlo Amati. Assim como com os orientadores de investigação da UCL, Professor Alan Penn e Dra. Ava Fatah gen Schieck, de forma a avaliar e analisar as interações dos visitantes/participantes durante as demonstrações públicas.

4.2.2.1 1º Protótipo – 29 de Janeiro de 2012

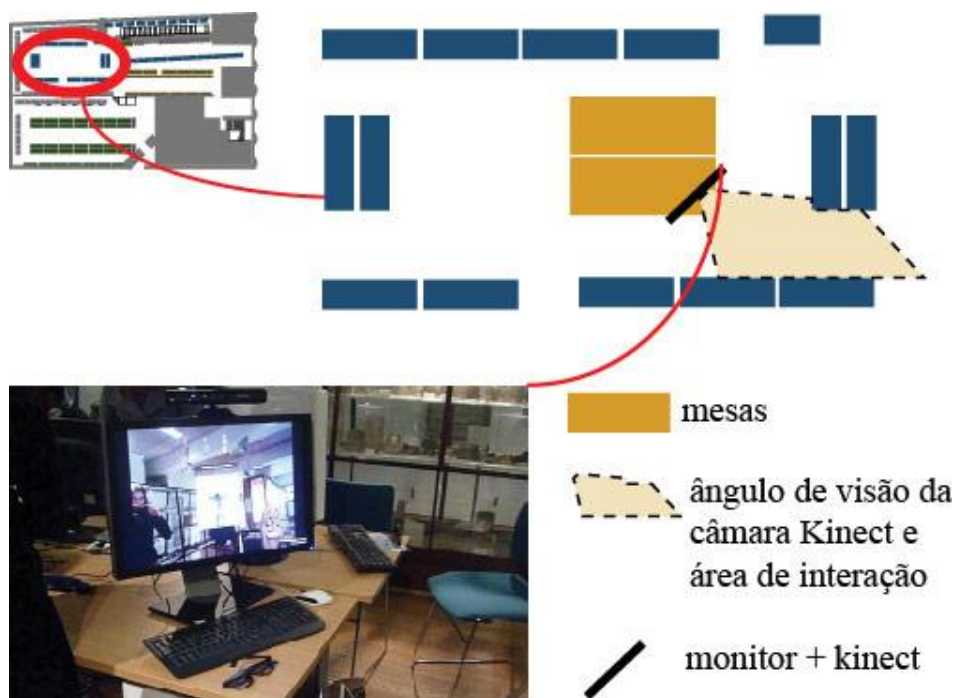
O primeiro protótipo foi apresentado no dia 29 de janeiro de 2012 entre as 10:00 e as 13:00 a um grupo de alunos do Mestrado de Cultural Heritage Studies do Instituto de Arqueologia

⁶⁷ <http://zigfu.com/> (Acedido a 10 de Setembro de 2014)

da UCL. Esta foi uma visita organizada, com o objetivo de apresentar instalações e aplicações tecnológicas desenvolvidas e em desenvolvimento do Petrie Museum.

Setup do 1º Protótipo

O 1º protótipo foi instalado na sala principal do Petrie Museum, com o monitor e a câmara *kinect* direcionados para um dos cantos da sala (Quadro 7). Nesta apresentação, não foram distribuídos questionários, mas toda a interação dos 12 visitantes/participantes foi filmada para posterior análise.

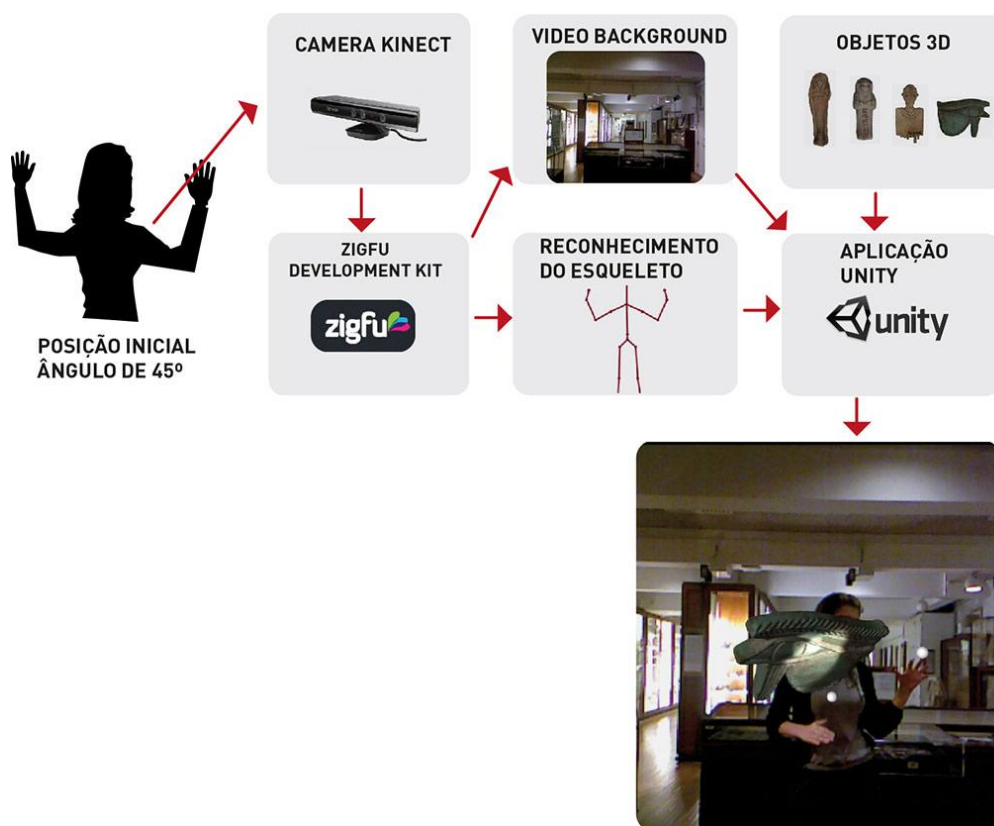


Quadro 7. Setup do 1º Protótipo

Fonte: Moutinho, A. (2013).

Arquitetura do Sistema

Para o desenvolvimento deste protótipo foram escolhidas quatro réplicas 3D do Petrie Museum e para cada objeto, foi definido um tipo de interação diferente, programado em linguagem C#, no *software* de desenvolvimento de jogos, Unity 3D. De acordo com o Quadro 8, o visitante/participante tinha que executar uma ‘posição inicial’, que consistia em colocar os braços levantados, fazendo um ângulo de 45°. A câmara *kinect* capturava o vídeo do utilizador e o *software* Zigfu identificava o seu esqueleto; em simultâneo, a captura de vídeo era visualizada na aplicação gráfica e o visitante/participante conseguia ver dois pontos cinzentos que correspondiam à posição das suas mãos no ambiente virtual. Os objetos 3D eram *renderizados* em tempo real e reagiam de acordo com os movimentos executados pelo visitante/participante.



Quadro 8. Arquitetura de Sistema do 1º Protótipo









Fonte: Moutinho, A. (2013).

Descrição do Funcionamento do Protótipo e Tipos de Interação

Nesta fase do protótipo, a aplicação gráfica não dispunha de indicações sobre o funcionamento ou objetivo da instalação. Por esta razão, de cada vez que algum visitante/participante iniciou a sua interação, a doutoranda apresentou a instalação e descreveu verbalmente uma forma possível de interagir. Mais ainda, nesta fase inicial, o *software* de reconhecimento do esqueleto humano, funcionava com base numa ‘posição inicial’, exigindo que o visitante/participante executasse esta posição para iniciar a aplicação (posição dos braços levantados num ângulo de 45°). Uma vez identificado, a imagem da ‘posição inicial’ desaparecia e um dos objetos surgia no centro no monitor, com o menu na parte superior do ecrã.

O menu era composto por 4 botões na forma de miniatura dos objetos. O visitante/participante ao interagir via-se no monitor inserido no seu ambiente real, com o menu e o objeto selecionado em RA. O visitante/participante via dois círculos cinzentos no monitor que se movimentavam de acordo com as suas mãos. Estes círculos representavam a posição das mãos do visitante/participante no ambiente virtual. O visitante/participante podia trocar de objeto, selecionando outro através do menu mas, para tal, tinha que tocar com as suas mãos ‘virtuais’ num dos objetos miniatura do menu superior.

Para cada objeto foi definido um tipo de interação diferente, o que implicou que o visitante/participante tinha que executar diferentes movimentos de corpo ao interagir. Como pode ser visto no Quadro 9, foram escolhidos quatro objetos 3D, nomeadamente dois *Shabtis* um da 19^a dinastia e outro da 22^o dinastia, um *Combs* do período Naqada I e um *Udjats* do período Tardio. O 1^o objeto, um *Shabtis* da 19^a dinastia, podia ser aumentado e reduzido através da amplitude dos braços. O 2^o objeto, outro *Shabtis*, mas da 22^a dinastia imitava o movimento do corpo do visitante/participante, mas no sentido oposto. O 3^o objeto, um *Combs* permitia ao visitante/participante controlar a velocidade de rotação com a posição da mão esquerda na horizontal, enquanto que a mão direita tinha um foco que permitia iluminar o objeto. Por fim, o 4^o objeto um *Udjats*, podia ser rodado em qualquer eixo, seguindo a rotação do braço esquerdo, enquanto que a mão direita permitia controlar a iluminação.

Objetos 3D	Tipo de Interação	Descrição da Interação
 <p>Objeto 1 - Shabtis (19º Dinastia)</p>		O objeto aumenta e reduz consoante a amplitude dos braços. O objeto segue também a posição do corpo do visitante/participante.
 <p>Objeto 2 - Shabtis (22º Dinastia)</p>		O objeto imita todos os movimentos do visitante/participante, mas no sentido oposto.
 <p>Objeto 3 - Combs (Naqada I)</p>		O braço esquerdo controla a velocidade de rotação do objeto. A mão direita tem um foco de luz, que permite iluminar o objeto.
 <p>Objeto 4 - Udjats (Período tardio)</p>		O braço esquerdo controla a rotação do objeto. Este roda no(s) eixo(s) que o braço se movimentar. A mão direita tem um foco de luz, que permite iluminar o objeto.

Quadro 9. Objetos e Interações no 1º Protótipo

Fonte: Moutinho, A. (2013).

Resultados do 1º protótipo

Durante a avaliação do 1º protótipo todas as interações foram filmadas para controlo e análise da avaliação direta, no entanto a avaliação contou essencialmente com a observação direta e os comentários dos visitantes/participantes à doutoranda durante a interação. Esta apresentação, mais do que analisar a robustez do sistema, teve como principal objetivo entender qual a aceitação do visitante/participante face a esta instalação e se o movimento do corpo poderia ser uma possibilidade a ser explorada num contexto museológico. Por esta razão, a apresentação do 1º protótipo foi determinante, tanto a nível de melhorias de *software* como de potencialidades de investigação e sua utilidade.

O 1º protótipo não só foi testado pelos visitantes convidados como também pelos profissionais do Petrie Museum. As reações de interação foram muito positivas e espontâneas e

gerou inclusive algum debate entre os visitantes/participantes, sobre as potencialidades deste tipo de instalação em Museus. Um misto de surpresa e risos espontâneos, foram algumas reações dos visitantes/participantes, que funcionaram como sinal positivo, para os profissionais do Museu, de que esta instalação poderia ter uma boa aceitação dos visitantes em geral.

A opção de quatro objetos com quatro tipos de interação diferentes, tinha por objetivo entender quais os movimentos que os visitantes/participantes tinham mais facilidade e apetência a executar e, por outro lado, quais poderiam ser mais difíceis. No entanto, de forma geral todos os visitantes/participantes conseguiram interagir com os quatro objetos, sendo apenas o que os diferenciava, o tempo que cada um demorava a controlar a instalação.

Do ponto de vista desta investigação, este protótipo proporcionou reações espontâneas de satisfação e verificou-se que os visitantes/participantes executavam os movimentos de corpo previstos para o bom funcionamento da aplicação. Mostrou também que alguns visitantes/participantes apesar de não conhecerem a instalação ou terem conhecimento prévio de outras instalações do género, conseguiram interagir de forma bem sucedida e demonstravam um rápido entendimento sobre o funcionamento da instalação.

Um ponto menos positivo deste protótipo foi a ‘posição inicial’ que, por ser uma posição diferente dos movimentos que o ser humano executa de forma descontraída, criou entre alguns visitantes/participantes um certo desconforto. Observou-se que, regra geral, os visitantes/participantes não se sentiram confortáveis e à vontade em executar determinados movimentos, como a ‘posição inicial’, possivelmente por ser um movimento pouco confortável. Verificou-se também que se o sistema de identificação do esqueleto levasse mais que 10 segundos a identificar a posição, poderia levar a uma sensação de ‘ridículo’ por parte do visitante/participante que não sentia o sistema responsivo.

Contudo, de maneira geral, esta apresentação permitiu definir uma metodologia de avaliação para o protótipo seguinte, tendo por base a observação e a distribuição de questionários. Por outro lado o *feedback* dos visitantes/participantes esclareceu alguns aspetos que deveriam ser alterados ao nível do *software* da instalação.

Alterações a nível de *software*

Entre o 1º e o 2º protótipo foram feitas alterações a nível de *software* e da aplicação gráfica, nomeadamente, foi retirada a função de reconhecimento com base na ‘posição inicial’. No 2º protótipo o primeiro visitante/participante que surgisse no ângulo de visão da câmara *kinect* era o visitante/participante identificado pelo sistema.

No canto inferior direito do ecrã foi inserido um avatar animado, a demonstrar o tipo de interação para cada objeto. E no canto superior direito outro avatar mostrava o acesso ao menu. Os objetos 3D e os tipos de interação mantiveram-se de um protótipo para o outro, mas com transições mais suaves, isto é respondiam aos movimentos do visitante/participante de forma gradual e sem saltos nos movimentos.

4.2.2.2 2º Protótipo – 23 de março de 2012

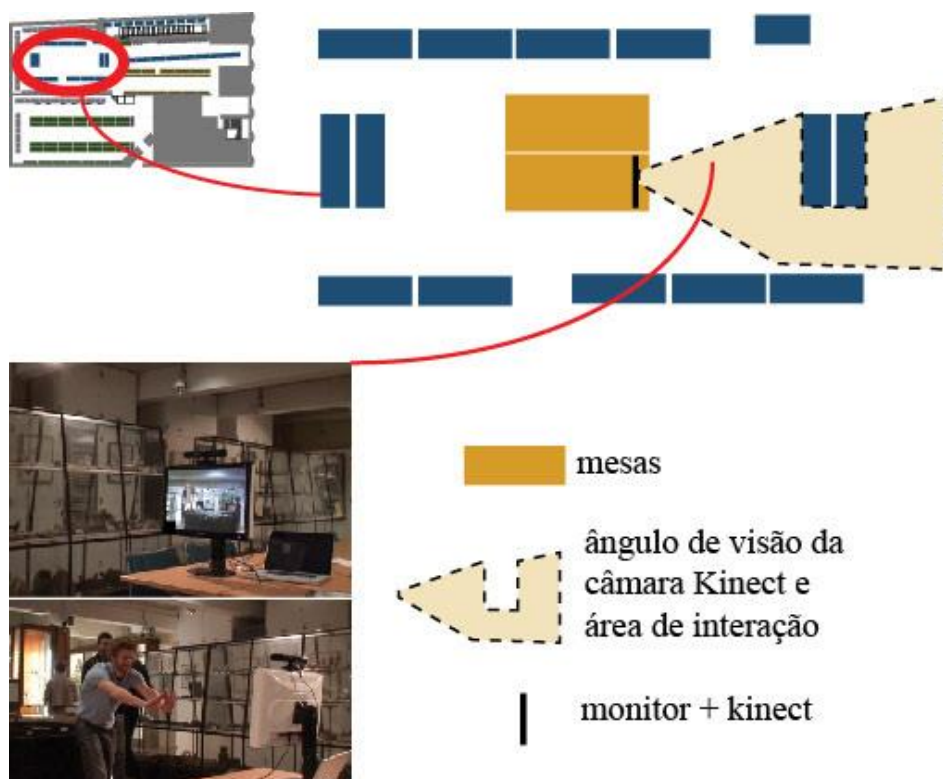
O segundo protótipo foi apresentado no dia 23 de março de 2012 entre as 13:00 e as 17:00, durante o horário de funcionamento normal do Petrie Museum. Esta apresentação contou com a participação de 12 visitantes/participantes, dos quais 5 eram alunos do Mestrado de Adaptive Architecture and Computation da Bartlett School da UCL e 7 eram visitantes/participantes espontâneos do Museu, que não sabiam da existência da instalação ou de qualquer experimentação no espaço do Museu.

Setup do 2º Protótipo

O 2º protótipo foi também instalado na sala principal do Petrie Museum, com o monitor e a câmara *kinect* direcionados para a entrada da sala. Nesta apresentação foram distribuídos um questionário e um formulário de permissão de utilização das imagens ou vídeos capturados durante a interação. Durante todo o período, as interações foram filmadas e a doutoranda esteve presente a distribuir os questionários e a responder a alguma dúvida que surgisse.

Arquitetura do Sistema

A Arquitetura do Sistema do 2º protótipo é idêntica ao 1º protótipo com a exceção do sistema de identificação/reconhecimento do esqueleto (Quadro 10). Neste protótipo não é necessário executar a ‘posição inicial’; qualquer visitante/participante que se aproximar do ângulo de visão da câmara era identificado como ‘*user 1*’, outros visitantes/participantes que surgissem no ângulo de visão eram identificados como ‘*user 2*’, ‘*user 3*’ e assim sucessivamente, mas não interferiam de qualquer maneira na interação do ‘*user 1*’. Quando o ‘*user 1*’ saísse do ângulo de visão da câmara, este era eliminado do programa e o ‘*user 2*’ passava a ser o ‘*user 1*’.



Quadro 10. Arquitetura de Sistema do 2º Protótipo.

Fonte: Moutinho, A. (2013).

Descrição do Funcionamento

O visitante/participante que entrasse no ângulo de visão da câmara *kinect* era imediatamente reconhecido como o ‘*user 1*’ e o objeto *shabtis* da 19ª dinastia surgia no ecrã, na dimensão relacionada com a amplitude dos braços do participante. Os objetos e os tipos de interação eram idênticos ao 1º protótipo, apenas com algumas transições mais suaves. Neste protótipo foi testada a utilidade de dois avatares para dar indicação sobre o tipo de movimento do corpo que podia ser executado para interagir com cada objeto. Neste sentido, no canto superior direito, estava um avatar em permanência a mostrar de que forma o visitante/participante podia interagir com o menu (levantava o braço direito e o menu surgia à sua frente). No canto inferior direito, o movimento do avatar mudava consoante o objeto selecionado. No caso do *shabtis* da 19ª dinastia, o avatar animado mostrava o movimento de abrir e fechar os braços na horizontal, no *shabtis* da 22ª dinastia o avatar rodava na mesma posição, no *Combs* o avatar esticava o braço esquerdo na horizontal e finalmente no *Udjats*, o avatar mostrava um movimento rotatório do braço esquerdo (Figura 18).

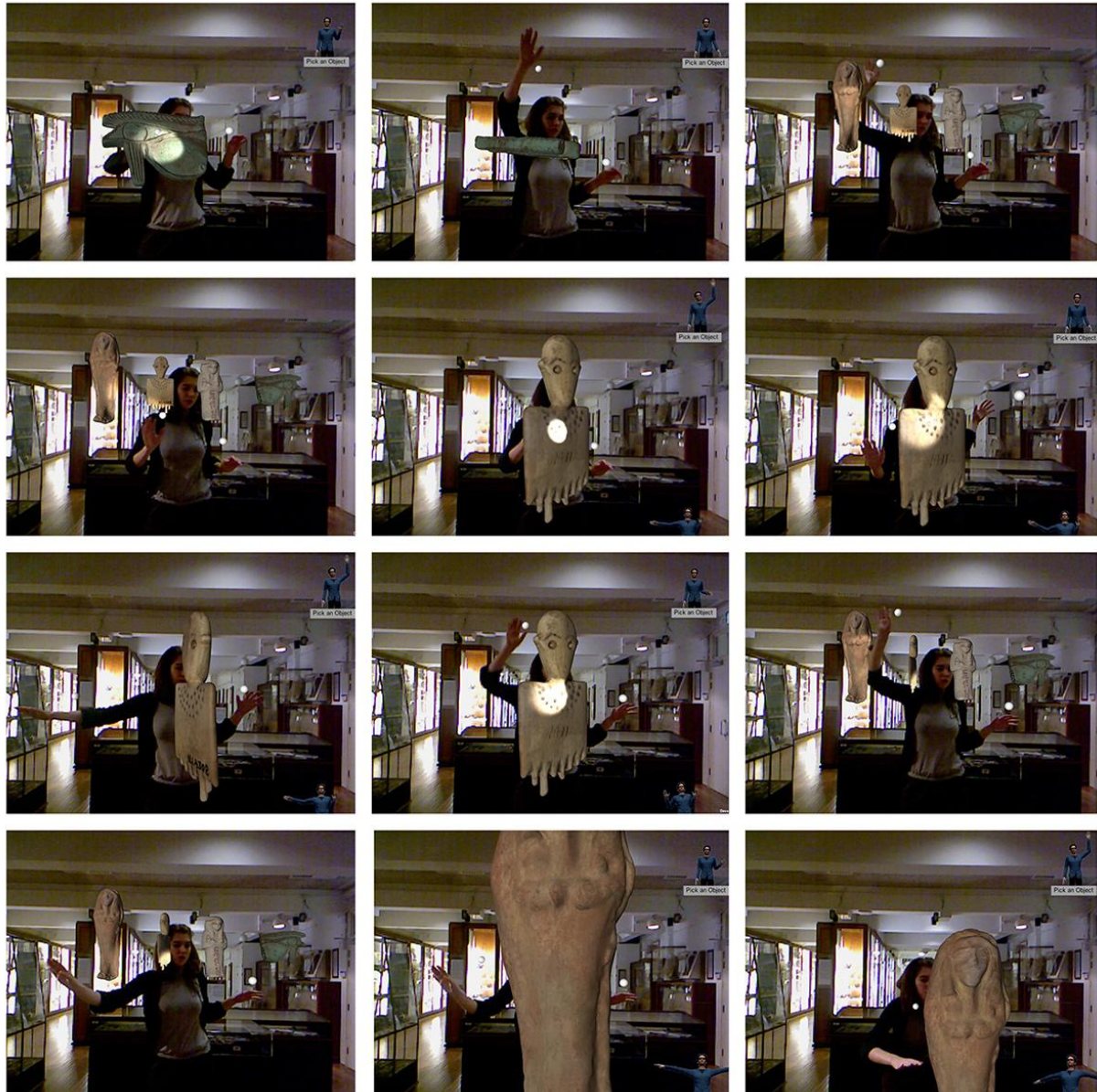


Figura 18. Sequência de Imagens de Interação com o 2º Protótipo, no Petrie Museum of Egyptian Archaeology
 Fonte: Moutinho, A. (2013).

Resultados

Os resultados obtidos da apresentação do 2º protótipo são relativos a três métodos de avaliação, observação direta, observação indireta e questionários (Quadro 11). No que respeita à observação direta e indireta, o objetivo era avaliar a facilidade de aprendizagem, rapidez de execução de determinadas tarefas, navegação no menu ou entendimento do tipo de interação, capacidade de resposta e *feedback* do sistema, tolerância ao erro por parte do participante, diversão, duração de uso e equilíbrio da atenção. A observação indireta foi útil no sentido de clarificar alguma dúvida sobre a observação direta e também para determinar o tempo que durou cada interação. Por outro lado, o questionário elaborado pretendia entender qual o *feedback* do

Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, Departamento de Museologia

participante, a sua satisfação geral e facilidade em executar determinados movimentos.

Observação Direta e Indireta	Questionários
Facilidade de aprendizagem; Rapidez em executar as tarefas; Capacidade de resposta e feedback do sistema; Tolerância ao erro por parte do participante; Diversão; Duração da interação; Equilíbrio da atenção; Navegação no menu.	Satisfação do visitante/participante face à instalação; Interesse do visitante/participante sobre os objetos 3D; Facilidade em executar os movimentos propostos; Familiarização com outros sistemas de reconhecimento gestual.

Quadro 11. Objetivos de Avaliação do 2º Protótipo

Fonte: Moutinho, A. (2013).

Observação Direta e Indireta

Os primeiros visitantes/participantes a interagir com o 2º protótipo foram 5 alunos convidados do Mestrado de Adaptive Architecture and Computation da Bartlett School of Graduate Studies. Estes estudantes mostraram alguns resultados particularmente interessantes; contudo não pode ser esquecido que estes alunos estão habituados a utilizar a câmara *kinect* nos seus projetos académicos.

Ao observar o tipo de interação, e por conhecer os visitantes/participantes envolvidos, é interessante poder estabelecer de forma subjetiva, uma comparação entre o comportamento do visitante/participante e forma como mostrou interagir. O 1º visitante/participante era uma pessoa bem disposta e extrovertida, ao interagir executou movimentos amplos e não previstos, realizou posições pouco convencionais e acabou por gerar um ambiente descontraído e divertido com os outros observadores que acabaram por rir da forma como ele estava a interagir e dos seus comentários (ver figuras em apêndice). O 2º visitante/participante assumiu uma interação mais séria e concentrada, executou todos os movimentos previstos e mostrou um rápido domínio dos seus movimentos corporais. Este visitante/participante pareceu rapidamente entender o funcionamento do protótipo e passou o restante tempo de interação a explorar os objetos, com movimentos muito suaves para observar os detalhes dos quatro objetos 3D. O 3º visitante/participante entendeu o funcionamento do protótipo e testou outros tipos de movimentos, como a rotação dos pulsos; contudo o sistema de identificação deste protótipo identificando determinados pontos do corpo humano, não identifica a rotação dos pulsos, apenas a posição da mão em função da posição do braço. O 4º participante, à semelhança do 1º, assumiu uma interação divertida, pois à medida que ia explorando os objetos experimentava novos movimentos

de corpo, alguns demasiado rápidos, que não eram identificados pela câmara. Finalmente o 5º visitante/participante mostrou-se um pouco envergonhado a executar movimentos com o seu corpo, definiu padrões de movimentos e executou-os de forma repetida durante toda a interação. Estes padrões mostravam movimentos simétricos ou assimétricos dos braços, ou seja, sempre que levantava um braço o outro baixava e vice versa (Fatah gen. Schiek & Moutinho, 2012).

Durante o período de interação destes 5 visitantes/participantes, os visitantes espontâneos deambulavam pelo Museu a observar os diferentes objetos, no entanto, outros visitantes não ficaram indiferentes ao protótipo; de forma discreta iam observando os visitantes/participantes tanto perto da instalação como, discretamente, do outro lado das vitrinas. Neste caso o efeito ‘*honey pot*’ (Brignull & Rogers, 2003) acabou por funcionar, pois assim que os alunos saíram do museu, alguns visitantes/participantes perguntaram se podiam interagir. Os 7 visitantes/participantes que se seguiram interagiram de forma bem sucedida, destacando-se um deles por uma postura bastante tímida. Este visitante/participante não permitiu a divulgação do vídeo e imagens capturadas. Durante toda a interação, apesar de querer interagir, tinha muita dificuldade em movimentar o seu corpo. A doutoranda teve que descrever os movimentos, para que o visitante/participante pudesse imitar e interagir. Após explicar a interação de cada objeto, o visitante/participante foi capaz de voltar a executar os movimentos, mas mesmo assim, com movimentos muito tensos e contraídos.

Os avatares animados nos cantos superior direito e inferior direito, mostraram-se de pouca utilidade. Os visitantes/participantes, regra geral, não se apercebiam da sua existência, possivelmente devido ao facto de existirem muitos elementos em simultâneo no ecrã, isto é, o objeto e o visitante/participante a movimentar-se, as pessoas que estavam a ser filmadas à volta e apareciam no mesmo ecrã e as pessoas à volta que estavam a observar a interação, todos estes elementos podiam resultar numa sobrecarga cognitiva e obrigar o visitante/participante a focar-se no objeto e o seu movimento.

A navegação no menu mostrou algumas dificuldades; os visitantes/participantes mais altos conseguiam tocar no menu com facilidade, enquanto que outros visitantes/participantes com estatura mediana tinham alguma dificuldade, selecionando o objeto apenas à 2ª tentativa.

A medida de retirar a ‘posição inicial’ foi positiva na medida em que facilitou o início de interação com os visitantes/participantes, pois em questão de segundos o visitante/participante via o *feedback* do objeto face ao seu corpo.

No entanto, não foi previsto que estando a câmara direcionada para a entrada principal do Museu, e sendo um local com relativo fluxo de passagem, o sistema de identificação, tanto podia

identificar o visitante/participante que estava a 2 metros de distância da câmara como o que estava a 4 metros.

Neste sentido, a doutoranda deparou-se com a situação de um visitante/participante querer interagir enquanto a câmara estava a capturar outro visitante no fundo da sala. O tempo de espera para que o sistema substituísse um visitante/participante por outro, por vezes demorou entre 30 segundos a 1 minuto, levando a um sentimento de insatisfação do visitante/participante que queria interagir, mas tinha que esperar pelo sistema.

Já no final da experimentação, quando o fluxo de visitantes estava mais fraco, a instalação teve alguns minutos sem nenhum participante. Foi então que alguns visitantes/participantes ao visitarem a exposição se aperceberam que o seu movimento tinha acionado algo no ecrã e alguns deles decidiram perguntar de que se tratava e interagir, enquanto que outros decidiram continuar a sua visita e não interagir.

Questionários

O modelo de questionário aqui apresentado consiste na 1ª versão dos questionários elaborados para avaliar a satisfação e o desempenho dos visitantes/participantes com esta instalação. Foram definidas apenas 5 questões fechadas e 1 aberta para comentários e observações. Este questionário, levou em média, entre 2 a 5 minutos a ser completado pelos visitantes/participantes. As 5 questões fechadas tinham por base uma escala de 5 pontos tipo *Likert*, onde o visitante/participante podia avaliar numa escala representada por +2, +1, sem opinião, -1 e -2. Onde o +2 significava ‘Muito Interessante’ ‘Fácil’ e ‘Confortável’ e o -2 significava ‘Pouco Interessante’, ‘Difícil’ e ‘Desconfortável’ (ver o questionário em apêndice). A última questão sobre a apreciação geral da instalação permitia classificar numa escala de 5 pontos: ‘Excelente’, ‘Muito Bom’, ‘Bom’ ‘Razoável’ e ‘Má’.

As 5 questões definidas foram as seguintes:

1. Classifique o seu interesse sobre cada objeto com base na primeira impressão.
2. Em termos de interação, classifique o nível de facilidade ao interagir com cada objeto.
3. Em termos de movimento do corpo, qual a sua opinião sobre os diferentes tipos de movimentos que experimentou?
4. Já tinha experimentado alguma instalação semelhante, como a Xbox 360° ou a Wii da Nintendo?
5. Por favor, classifique a sua experiência em geral com a instalação.

Os questionários eram anónimos e o visitante/participante tinha que referir qual o seu género (M/F), o grupo etário dividido em classes (10-20, 21-30, 31-40, 41-50 e superior a 50 anos) e ocupação (Estudante/Profissional/Outro).

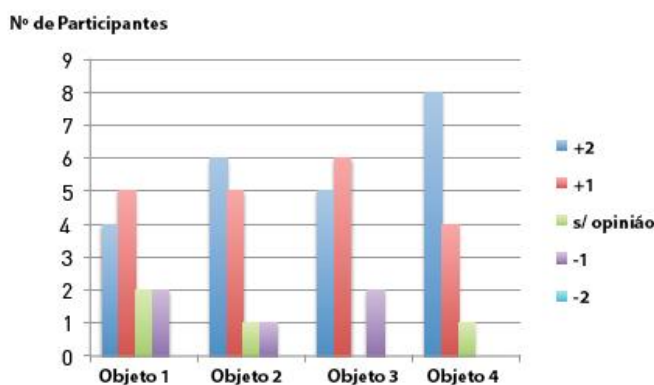
Todos os visitantes/participantes que interagiram com a instalação mostraram-se disponíveis a responder ao questionário. Dos 12 visitantes/participantes, 8 foram homens (4 com idade entre os 21 e 30 anos e 4 com idade entre os 31-40 anos) e 4 mulheres (3 com idade entre os 21 e 30 anos e 1 com idade entre os 31-40 anos).

Na 1ª questão, sobre o interesse dos objetos, as respostas foram bastante diferentes, com uma tendência entre a pontuação +2 e +1. O objeto com a melhor cotação foi o objeto 4 (Quadro 12).

	+ 2	+ 1	S/O	-1	-2
 Objeto 1	4	4	2	2	-
 Objeto 2	5	5	1	1	-
 Objeto 3	4	7	-	1	-
 Objeto 4	8	4	-	-	-

Quadro 12. Resultados sobre o Interesse nos Objetos 3D

Fonte: Moutinho, A. (2013).



Quadro 13. Resultados sobre o Interesse nos Objetos 3D

Fonte: Moutinho, A. (2013).

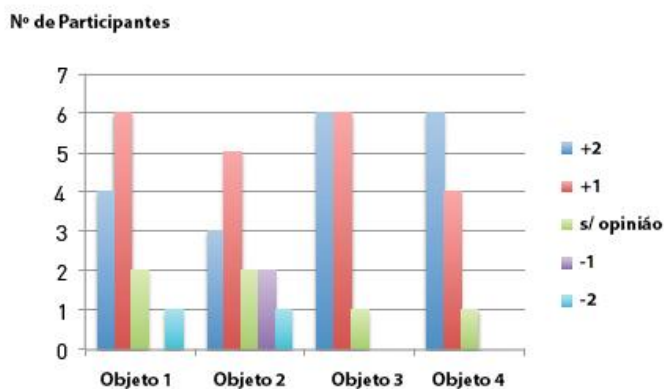
Na 2ª questão, sobre a facilidade de interação, a tendência foi a pontuação +1, e os objetos em que a interação era mais difícil era o objeto 1 e 2 (Quadro 14). Na 3ª questão, sobre os

tipos de movimento, o tipo 2 foi classificado como o tipo mais fácil, enquanto que o 4 como o mais difícil. O tipo 2 consiste em levantar o braço paralelo ao corpo, enquanto que o tipo 4 implica um movimento livre do corpo, incluindo uma rotação 360°.

	+ 2	+ 1	S/O	-1	-2
 Objeto 1	3	6	2	-	1
 Objeto 2	3	5	2	1	1
 Objeto 3	5	5	1	1	-
 Objeto 4	6	4	2	-	-

Quadro 14. Resultados sobre a Facilidade de Interação

Fonte: Moutinho, A. (2013).



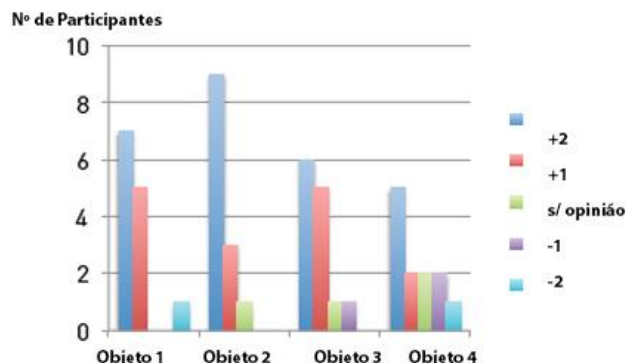
Quadro 15. Resultados sobre o Interesse nos Objetos 3D

Fonte: Moutinho, A. (2013).

	+ 2	+ 1	S/O	-1	-2
Tipo 1	6	5	-	-	1
Tipo 2	8	3	1	-	-
Tipo 3	6	4	1	1	-
Tipo 4	5	2	2	2	1

Quadro 16. Resultados sobre a facilidade em executar os movimentos

Fonte: Moutinho, A. (2013).



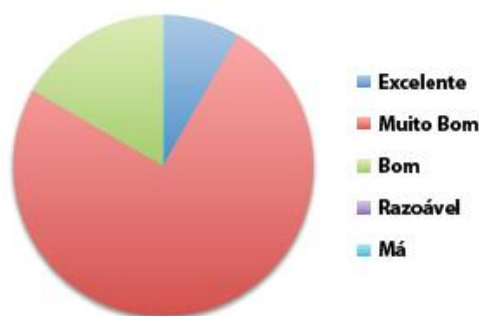
Quadro 17. Resultados sobre a Facilidade em executar os quatro tipos de Movimentos

Fonte: Moutinho, A. (2013).

Apesar das 3 questões terem tido respostas bastante diferentes, a opinião geral sobre o interesse dos objetos, a facilidade de interação e os tipos de movimentos foi positiva.

Relativamente a experimentar a câmara *kinect* da Microsoft ou a Wii da Nintendo, 7 visitantes/participantes (58.33%) referiram que já tinham experimentado e 5 visitantes/participantes (41.66%) referiram que nunca tinham experimentado.

No que diz respeito à classificação da satisfação geral com a instalação, 1 dos visitantes/participantes (8,33%) disse ‘Excelente’, 9 visitantes/participantes (75%) disseram ‘Muito Bom’ e 2 visitantes/participantes (16.66%) disseram ‘Bom’. As opções de ‘Razoável’ e ‘Má’, não foram escolhidas por nenhum participante, o que mostra uma adesão positiva e satisfação geral face à instalação (Quadro 18).



Quadro 18. Classificação da Satisfação Geral com o 2º Protótipo

Fonte: Moutinho, A. (2013).

Finalmente, em relação à parte aberta do questionário, 8 dos 12 visitantes/participantes decidiram deixar os seus comentários sobre a instalação e algumas sugestões de melhorias. Os comentários, na sua generalidade foram positivos e muito construtivos. Dividiram-se em sugestões técnicas de desenvolvimento e aperfeiçoamento da aplicação, tal como inserir legendas para

portadores de deficiências auditivas, inserir o nome e descrição sobre cada objeto 3D e aperfeiçoar a função de iluminação, tornando-a mais difusa. Os restantes comentários centraram-se na interação e movimento do corpo, como a inserção de instruções de como interagir para cada objeto e sobre o carácter inovador da instalação que exigia um esforço maior em ajudar os visitantes/participantes a entenderem o funcionamento e propósito da instalação (ver comentários em apêndice).

Alterações a nível de *Software* para o Protótipo seguinte

Uma vez detetado o problema de navegação no menu do 2º protótipo, o 3º protótipo implementou um menu que era acionado através do toque de uma das mãos num plano horizontal invisível, que se encontrava na mesma altura do menu visível (menu constituído pelos objetos em miniatura), onde o visitante/participante apenas tinha que levantar um dos braços. A mais valia de ser um plano horizontal como *trigger*, é que o visitante/participante poderia não estar na mesma coordenada 'z' (profundidade) do objeto, mas à mesma conseguia ativar a função de mudar de objeto.

Quando o sistema detetava que a coordenada 'y' (altura) de uma das mãos era igual ou superior à coordenada 'y' do plano horizontal invisível, o objeto mudava para o seguinte, seguindo a ordem de apresentação dos objetos no menu, da esquerda para a direita.

Devido à pouca utilidade dos avatares animados, constatado na observação direta do protótipo 2, estes foram retirados no 3º protótipo.

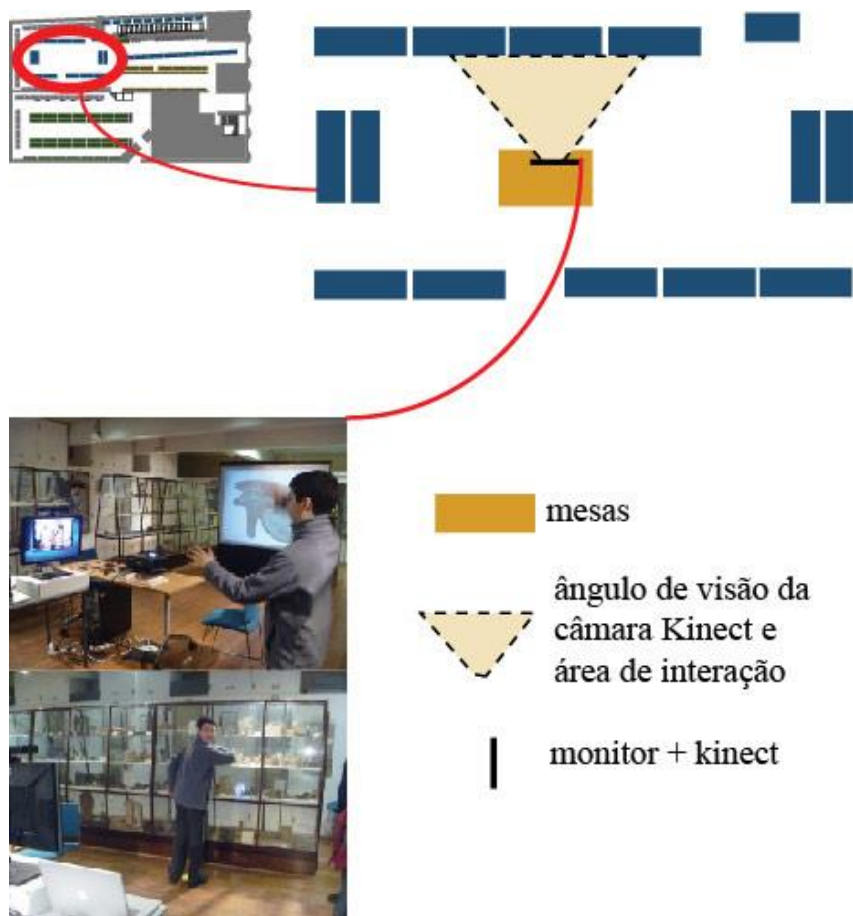
4.2.2.3 3º Protótipo – 03 de Maio de 2012

O terceiro protótipo foi apresentado no dia 3 de maio de 2012, durante um evento organizado pelo Petrie Museum, denominado *Museum of the Future: Geek Night at the Petrie*, que aconteceu entre as 18:00 e as 20:00. Neste evento, o Museu esteve aberto num horário noturno e os visitantes 'amigos do Museu' foram convidados a participar e experimentar sete aplicações e instalações em Realidade Aumentada desenvolvidas para o Museu. O 3º protótipo foi apresentado neste contexto e 10 visitantes/participantes interagiram e responderam ao questionário distribuído.

Setup do 3º Protótipo

O 3º protótipo foi também instalado na sala principal do Petrie Museum, no entanto, para evitar a captura de visitantes/participantes que estivessem no ângulo de visão da câmara, mas sem intenção de interagir, a câmara foi direcionada para um dos lados da sala, limitando-se desta forma o seu ângulo de visão (Quadro 19). Também nesta apresentação foram distribuídos questionários e a doutoranda esteve

presente durante todo o processo. A área de interação foi marcada no chão do museu, com recurso a uma fita adesiva preta, delimitando um quadrado com 1m*1m.



Quadro 19. Arquitetura de Sistema do 3º Protótipo

Fonte: Moutinho, A. (2013).

Arquitetura do Sistema

A Arquitetura do Sistema do 3º protótipo, não sofreu qualquer alteração em comparação com o 2º protótipo e o sistema de identificação do visitante/participante permaneceu idêntico, ou seja, o visitante/participante ao entrar no ângulo de visão da câmara era de imediato identificado.

***Storyline* da Instalação**

Nesta fase de desenvolvimento do protótipo, a Curadora Digital 3D do Petrie Museum definiu um *storyline* para a instalação, que tinha por objetivo explorar réplicas 3D, de objetos encontrados durante as escavações em Gurob. A Curadora selecionou 4 objetos da coleção do Museu que foram encontrados nas escavações (Figura 19).



Figura 19. Objetos das Escavações em Gurob selecionados pela Curadora Digital 3D do Petrie Museum
Fonte: Petrie Museum, 2013.⁶⁸

No entanto, dos objetos selecionados apenas um tinha já sido digitalizado em 3D ‘*accessories*’ (UC16759) da 18ª Dinastia, estando os outros em linha de espera para serem digitalizados pela empresa Arius3D. Neste sentido, o objeto que já existia em 3D foi inserido no 3º protótipo, em substituição do objeto *Combs* e a inserção dos restantes objetos 3D, ficaria para uma fase posterior de desenvolvimento.

Descrição do Funcionamento

Apesar da substituição de um dos objetos 3D, o tipo de interação permaneceu o mesmo. A interação do objeto substituído *Combs*, permaneceu a mesma para o objeto ‘*accessories*’ UC16759, ou seja, a mão esquerda controlava a velocidade de rotação do objeto, enquanto que a mão direita iluminava o objeto (Figura 20).

O sistema de interação com o menu superior foi alterado, sendo simplificado com o toque de uma das mãos num plano invisível que se encontrava na altura do menu composto pelos objetos miniatura.

⁶⁸ Catálogo online do Petrie Museum <http://petriecat.museums.ucl.ac.uk/default.aspx> (Acedido a 27 de setembro de 2014).

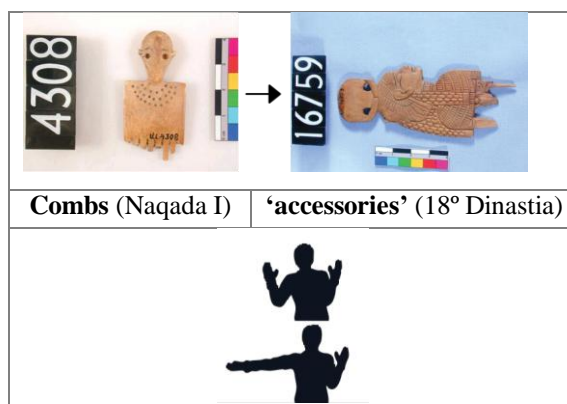


Figura 20. O objeto da esquerda foi substituído pelo objeto da direita, mas manteve-se o mesmo tipo de interação.

Fonte: Moutinho, A. (2013).

Metodologia de Avaliação

Os resultados obtidos da apresentação do 3º protótipo, seguiram a mesma metodologia de avaliação do 2º protótipo, ou seja, observação direta, observação indireta e questionários. No que respeita à observação direta e indireta, os objetivos foram os mesmos identificados na tabela de objetivos de avaliação do 2º protótipo (Quadro 11). No entanto, relativamente ao questionário, pretende-se entender de que forma os visitantes/participantes imaginam o tamanho real dos objetos 3D, qual a influência da presença de outros visitantes durante o processo de interação, o *feedback* do participante, a sua satisfação geral e facilidade em executar determinados movimentos.

Resultados com base na Observação Direta e Indireta

Na apresentação do 3º protótipo os visitantes que aderiram foram os ‘amigos do museu’ ou famílias com algum elo de ligação ao Museu; neste sentido acabou por se tornar numa apresentação pouco formal e com uma atmosfera descontraída para experimentar e interagir.

O primeiro aspeto detetado nesta apresentação estava relacionado com o objeto substituído; a maioria dos visitantes/participantes ao explorar o objeto, rapidamente ia ao menu, trocando o objecto por outro. Ao perguntar se essa era uma decisão consciente, alguns visitantes/participantes referiram que o objeto 3D por ser muito fino, não era interessante de ser explorado tridimensionalmente.

Outro aspeto interessante desta apresentação, é o facto de ter sido explorado pela primeira vez por crianças, dois irmãos com idades entre os 9 e 11 anos, que demonstraram um à vontade e facilidade em interagir que não havia sido observado anteriormente. Estas crianças estavam

acompanhadas e cada uma decidiu interagir 3 vezes com a instalação. Com duas interrupções para continuarem a ver a exposição e interagir com outras aplicações. Na última interação, as crianças começaram a dançar com os objetos e a fazer posições específicas para comunicar gestualmente, em particular com o objeto 2 que imitava o movimento do participante, mas no sentido oposto (Figura 21). O tempo total de interação destas crianças com a instalação foi o maior até então, chegando aos 10 minutos.



Figura 21. Conjunto de fotografias de duas crianças a dançar ao interagir

Fonte: Moutinho, A. (2013).

No entanto, com esta apresentação, ficou claro que as crianças a interagir, e por terem uma estatura menor, não conseguiam atingir a altura do plano horizontal do menu, para mudar de objeto, daí decorrendo uma certa frustração. As crianças chegaram mesmo a saltar para tocar no menu, mas nem sempre o sistema identificou o movimento, pelo salto ser muito rápido. De forma a resolver esta questão, no protótipo seguinte, o menu de topo foi repensado e foram feitas alterações no seu acesso.

Questionários

Este questionário foi a 2ª versão dos questionários elaborados para avaliar a satisfação e o desempenho do visitante/participante nesta instalação. Foram definidas 6 questões fechadas e 1 aberta para comentários e observações. Este questionário levou, em média, entre 2 a 5 minutos a ser completado pelos visitantes/participantes. Três perguntas com resposta ‘sim’ ou ‘não’, uma pergunta com escala de 5 pontos: ‘Excelente’, ‘Muito Bom’, ‘Bom’, ‘Razoável’ e ‘Má’, uma pergunta com escala que ia do +2, +1, sem opinião, -1 ao -2, onde o +2 significava ‘Confortável’ e o -2 significava ‘desconfortável’, por fim uma pergunta com várias opções de tamanho dos objetos (3cm, 6cm, 12cm, 24cm e 48cm) (ver o questionário em apêndice).

As 6 questões definidas foram as seguintes:

1. De que tamanho imagina cada um dos objetos?
2. Apercebeu-se da presença de outros visitantes à sua volta?
3. Se sim, essa presença poderá influenciar a sua interação com a instalação?
4. Em termos de movimento do corpo, qual a sua opinião sobre os diferentes tipos de movimentos que experimentou?
5. Já tinha experimentado alguma instalação semelhante, como a Xbox 360° ou a Wii da Nintendo?
6. Por favor, classifique a sua experiência em geral com a instalação.

Os questionários eram anónimos e o visitante/participante tinha que referir qual o seu género (M/F), o grupo etário (10-20, 21-30, 31-40, 41-50 e superior a 50 anos) e ocupação (Estudante/Profissional/Outro).

A inserção da questão sobre o tamanho real dos objetos imaginado pelos visitantes/participantes que estão a interagir com uma réplica 3D, surge da hipótese criada que a representação 3D e o seu tamanho digital visualizado pelo visitante/participante poderia influenciar a forma como o visitante/participante iria guardar informação na sua memória sobre determinado objeto, partindo do pressuposto que se o visitante/participante não tiver uma referência a nível da função ou utilidade de determinado objeto, irá imaginá-lo aproximadamente do tamanho que é visualizado digitalmente.

Alterações a nível de *software* para o protótipo seguinte

Nos protótipos anteriores, o visitante/participante tinha a possibilidade de se movimentar numa área delimitada na instalação, e o seu correspondente virtual seguia o mesmo caminho. Este

foi um problema identificado quando crianças tentaram interagir, pois tendo uma estatura pequena, não conseguiam chegar ao menu de topo. A forma de resolver esta questão foi limitando a interação a um ponto específico no espaço. Desta forma, independentemente da altura do participante, o seu avatar teria sempre o mesmo tamanho no espaço virtual.

No 4º protótipo foram inseridas instruções sonoras, com informações sobre os objetos e sobre a forma de interagir. Um dos objetos foi substituído e foi criado um novo tipo de interação aplicado em todos os objetos.

4.2.2.4 4º Protótipo – 28 de junho de 2012

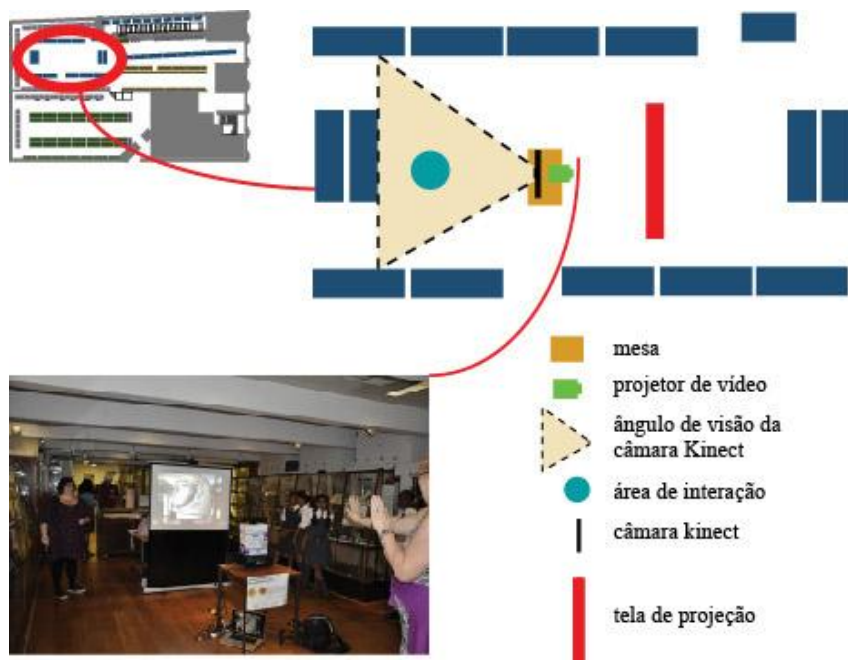
O 4º protótipo foi apresentado no dia 28 de junho de 2012 entre as 13:00 e as 17:00, durante o horário de funcionamento normal do Petrie Museum. Esta apresentação contou com a participação de 15 visitantes espontâneos do museu, que não sabiam da existência da instalação ou de qualquer experimentação no espaço do museu. Dos 15 visitantes, havia um grupo escolar de 8 meninas com 10 anos, acompanhadas por duas professoras.

Setup do 4º Protótipo

O 4º protótipo foi também instalado na sala principal do Petrie Museum, mas desta vez o monitor foi substituído por uma projeção de vídeo sobre uma tela colocada a meio da sala principal. O ângulo de visão da câmara estava limitado por uma estante a 3 metros da projeção, criando um espaço de interação definido, em que qualquer outro visitante passava por detrás da estante para dar a volta à sala. Foi colocado, como sinalética um círculo autocolante amarelo no chão do Museu, para o visitante/participante saber onde era o local de interação. Próximo da instalação foi colocado um poster com algumas informações dos objetivos gerais da instalação e a forma de interação (ver poster em apêndice).

Arquitetura do Sistema

A Arquitetura do Sistema do 4º protótipo, não sofreu qualquer alteração em comparação com o 3º. No entanto, neste protótipo a posição do esqueleto virtual do participante, não tinha a possibilidade de se movimentar no espaço virtual (Quadro 20).



Quadro 20. Arquitetura de Sistema do 4º Protótipo

Fonte: Moutinho, A. (2013).

Descrição do Funcionamento

O objeto *Shabis* da 19ª Dinastia foi substituído pelo objeto *Jars* do período Novo Reino, por ser outro objeto definido para a instalação final apresentada na exposição na UCL Qatar. Neste protótipo foi definido um novo tipo de interação com os objetos, tendo por base apenas o movimento dos braços. O braço direito controla o tamanho do objeto – quanto mais próximo do ecrã, maior o objeto fica, enquanto que quanto mais afastado menor é visualizado. O movimento do braço esquerdo controla a rotação do objeto nos diferentes eixos. A combinação dos dois braços permite explorar o objeto com maior detalhe (Figura 22).

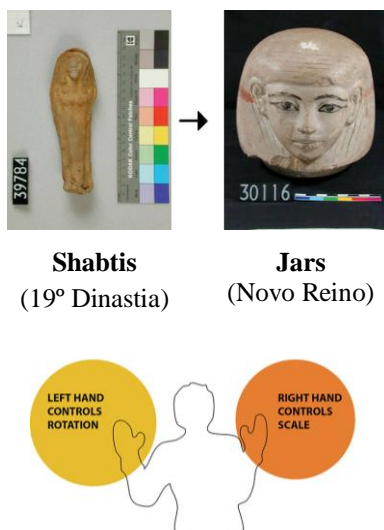


Figura 22. Objeto 3D substituído no Protótipo 4

Fonte: Petrie Museum, 2013.

A posição do menu foi alterada para o lado direito do ecrã, tendo o visitante/participante que deslocar a mão direita para cima dos objetos em miniatura e estes iam sendo substituídos pela ordem de apresentação no menu.

Nesta versão da instalação foram inseridas instruções sonora, sobre a forma de interagir e sobre aspetos interessantes de cada objeto, tal como a forma dramática como os olhos do objeto 30116 foram desenhados ou o detalhe do laço na parte de trás da cabeça (Figura 22). O visitante/participante ao iniciar a interação tinha acesso a um cubo vermelho, cujo objetivo era familiarizá-lo com o tipo de interação e navegação no menu. Neste momento, uma voz em língua inglesa referia que “através da combinação do movimento das mãos, poderia realmente começar a explorar, se quiser tornar o objeto maior, empurre a mão direita na direção do ecrã, se quiser rodar, pode fazê-lo com a mão esquerda”, após uma pausa de alguns segundos perguntava ao visitante/participante “já estás pronto para interagir com um objeto antigo? Escolhe um objeto com a mão direita junto ao lado direito do ecrã”. Depois do visitante/participante selecionar o objeto seguinte no menu lateral, o guia sonoro descrevia o 1º objeto, no que consistia e referia determinados aspetos para o visitante/participante observar com maior atenção (ver guia sonoro do protótipo 4 em Apêndice). Cada objeto era acompanhado da sua descrição e indicações específicas. Quando o sistema identificava a mudança de visitante/participante retomava ao cubo vermelho, com as instruções iniciais.

Metodologia de Avaliação e Resultados

Com o mesmo método de avaliação dos protótipos anteriores, nesta apresentação foi utilizada observação direta, indireta, diálogo com os visitantes/participantes e distribuição de questionários.

Resultados

Os primeiros visitantes/participantes a interagirem foi o grupo de oito alunas e duas professoras. As alunas sentaram-se em torno da instalação e cada uma esperou pela sua vez para poder interagir.

Uma das professoras, ao ouvir as instruções sonoras, percebeu o funcionamento da instalação e foi a mediadora, dando indicações às crianças de como interagir e gerindo o tempo de interação de cada aluna, de forma a que todas pudessem interagir. Rapidamente as crianças conseguiram perceber o funcionamento da instalação, mas mostravam-se mais interessadas em ver o objeto movimentar-se. Quando uma das professoras decidiu interagir, começou por fazer movimentos extremamente lentos, quase como se estivesse com receio de não conseguir interagir, mas, pouco tempo depois, mostrou um domínio pleno sobre os movimentos e mostrou às alunas os aspetos que o guia sonoro referia sobre cada objeto.

Os últimos visitantes/participantes a interagir com a instalação foram os estudantes de Arqueologia Egípcia, que fazem voluntariado no Petrie Museum. Foi interessante observar a forma entusiástica ao tentarem explorar os objetos, mostrando também um rápido domínio sobre os movimentos a executar.

Neste protótipo, o sucesso de interação foi muito superior aos protótipos anteriores, mas possivelmente porque o esqueleto virtual estava fixo numa posição virtual, os visitantes/participantes não executaram movimentos ou tipos de interação inesperados (Moutinho & Fatah gen. Schieck, 2012). Pelo contrário, conseguiram executar plenamente os movimentos previstos da combinação dos dois braços.

Questionários

Este questionário foi a 3ª versão dos questionários elaborados para avaliar a satisfação e o desempenho do visitante/participante nesta instalação. Foram definidas 6 questões fechadas e 1 aberta para comentários e observações. Três perguntas com resposta ‘sim’ ou ‘não’, uma pergunta com escala de 5 pontos: ‘Excelente’, ‘Muito Bom’, ‘Bom’, ‘Razoável’ e ‘Má’, uma pergunta com escala que ia do +2, +1, sem opinião, -1 ao -2, onde o +2 significava ‘Muito Fácil’ e o -2 significava ‘Muito Difícil’, uma pergunta com escala de 1 a 5 por fim uma pergunta com várias

opções de tamanho dos objetos (3cm, 6cm, 12cm, 24cm e 48cm) (ver o questionário em apêndice).

As 6 questões definidas foram as seguintes:

1. De que tamanho imagina cada um dos objetos?
2. Classifique o interesse de cada objeto 3D?
3. Já utilizou anteriormente a *kinect* da Xbox ou a Wii da Nintendo?
4. Em termos de movimento do corpo, qual a sua opinião sobre os diferentes tipos de movimentos que experimentou?
5. Apercebeu-se da presença de outros visitantes à sua volta?
6. Se sim, essa presença poderá influenciar a sua interação com a instalação?
7. Por favor, classifique a sua experiência em geral com a instalação.

Os questionários eram anónimos e o visitante/participante tinha que referir qual o seu género (M/F), o grupo etário (10-20, 21-30, 31-40, 41-50 e superior a 50 anos) e ocupação (Estudante/Profissional/Outro).

Todos os visitantes/participantes que interagiram com a instalação mostraram-se disponíveis a responder ao questionário. Dos 15 visitantes/participantes, (8 crianças do género feminino com idades entre os 9 e 10 anos e 1 rapaz do género masculino, com idade entre os 10 e os 20), 4 mulheres (2 com idade entre 21-30 anos, 1 com idade entre 41-50 e 1 com mais de 50 anos) e 3 homens (2 com idade entre 21-20 e 1 com idade entre os 31-40).

Na 1ª questão, sobre o tamanho real do objeto, a depender do objeto, alguns resultados eram mais próximos que outros (Quadro 21), mas a questão do tamanho real será abordada novamente na secção 4.4 Estudo sobre a Representação do Tamanho Real dos Objetos.

	3 cm	6cm	12 cm	24cm	48cm
Objeto 1 (14.5cm)	1	2	4	7	1
Objeto 2 (5.8cm)	3	3	6	2	1
Objeto 3 (9cm)	2	5	3	4	1
Objeto 4 (11cm)	1	3	4	1	6

Quadro 21. Questão nº 1 sobre o tamanho real dos objetos.

Fonte: Moutinho, A. (2013).

Na 2ª pergunta sobre o interesse dos objetos, as respostas foram bastante diferentes, com uma tendência entre a pontuação 3, 4 e 5 (Quadro 22), onde o 5 é “Muito Interessante” e o 1 é “Pouco Interessante”.

	Muito Interessante 5	4	3	2	Pouco Interessante 1
Objeto 1	9	5	1	-	-
Objeto 2	3	11	1	1	-
Objeto 3	2	7	5	1	-
Objeto 4	8	4	2	1	-

Quadro 22. Questão nº 2 sobre o interesse nos objetos.

Fonte: Moutinho, A. (2013).

Relativamente a experimentar a câmara *kinect* da Microsoft ou a Wii da Nintendo, 11 visitantes/participantes (66.66%) referiram que já tinham experimentado e 4 visitantes/participantes (26.66%) referiram que nunca tinham experimentado.

Dos 15 visitantes/participantes, 11 referiram que se sentiram observados, mas apenas 6 afirmaram que a observação influenciou a sua interação.

No que diz respeito à classificação da satisfação geral com a instalação, 11 visitantes/participantes (73.33%) disseram ‘Excelente’, 4 visitantes/participantes (26.66%) disseram ‘Muito Bom’ e 1 visitantes/participantes (8.33%) disseram ‘Bom’. As opções de ‘Razoável’ e ‘Má’, não foram escolhidas por nenhum participante. Esta foi a melhor classificação de todos os protótipos avaliados por questionário.

Finalmente, em relação à parte aberta do questionário, 12 dos 15 visitantes/participantes decidiram deixar os seus comentários sobre a instalação e algumas sugestões de melhorias. Dado o perfil dos visitantes/participantes, os comentários foram divididos por grupos etários. Curiosamente os visitantes mais jovens, nomeadamente este grupo de 8 alunas com idade entre os 9 e 10 anos mostrou-se muito interessado, atento e exigente com a instalação em si, com comentários pertinentes e com o recurso à linguagem científica utilizada neste contexto. Foi referido que seria preferível ter uma projeção com melhor **qualidade**, foi feita referência ao **caráter interessante** e de **entretenimento** da instalação, que tornou o Museu num espaço mais **divertido** e também foi feita referência que o nível de **interação e participação** pode atrair mais pessoas ao ver outras a interagir. O rapaz com idade entre 10 e 20 mencionou que os controlos utilizados tinham um **caráter intuitivo**, sendo **muito natural e fácil de utilizar** a instalação. As

duas professoras que acompanharam o grupo de crianças, referiram a vontade de ver o objeto 4 de frente e que foi interessante pois deu **vida aos 'itens'**.

Os restantes comentários foram sobre o **detalhe dos objetos 3D**, não sendo esperado que fosse possível observar mais detalhes com o **recurso à iluminação** no objeto; um aluno e profissional de tecnologias referiu algumas sugestões técnicas para resolver o problema da rotação; outro referiu sobre a possibilidade de ajudar a **centrar a atenção** num objeto e criar uma experiência mais *hands-on*; por fim, foi mencionado que o guia sonoro era útil e que dava alguma indicação ao visitante/participante de como **utilizar esta ferramenta** (ver transcrição dos comentários em Apêndice).

Sendo um espaço aberto e opcional de resposta, não deixou de ser interessante e curioso que os visitantes/participantes tenham escolhido os temas com as mesmas palavras que a doutoranda esteve a avaliar a instalação, desde o carácter intuitivo, divertido, entretenimento, fácil de utilizar, utilização da instalação no futuro, centrar a atenção e instalação como ferramenta.

Apesar dos resultados terem sido os melhores em termos de exploração dos objetos e atenção, neste protótipo não foram identificados movimentos ou interações inesperadas. Embora a aplicação estivesse mais robusta e fiel, em termos de investigação já se torna um objeto com menos potencial inovador que os primeiros protótipos.

Os profissionais do Museu queriam uma aplicação robusta em que os visitantes/participantes facilmente entendessem o seu funcionamento. Este protótipo aproximou-se deste objetivo, onde possivelmente a utilização da mesma interação para os quatro objetos, tornou a instalação mais intuitiva quanto ao seu funcionamento, mas menos interessante a nível de novos dados, que podiam surgir através de formas de interação não previstas.

A instalação final faz parte da exposição *3D Encounters: Where Science Meets Heritage*, já referida. Esta exposição surgiu no âmbito das comemorações do *Qatar UK 2013*, que é um Programa que celebrou a relação entre o Qatar e o Reino Unido durante o ano de 2013, através das artes, cultura, educação, ciência e desporto (Figura 23). Contudo, por não ter sido ainda aplicado qualquer método de avaliação na instalação do Qatar, não se irá entrar em detalhe sobre esta fase final da instalação.



Figura 23. 3D Encounters: Where Science Meets Heritage.

Fonte: UCL News 2013. <http://www.flickr.com/photos/uclnews/8491090069/in/photostream> Acedido a 3 de Maio de 2013.

4.2.3 Resultados obtidos

A avaliação realizada às diferentes fases do protótipo seguiu a abordagem de avaliação *in the wild*, na medida em que a instalação em desenvolvimento foi colocada no seu ambiente real e testada com os próprios visitantes/participantes do Museu. Esta abordagem permitiu reunir *feedback* dos visitantes/participantes de forma a implementar um processo de Design Iterativo, desenvolvendo e introduzindo melhorias com base nas apresentações públicas. Permitiu entender o comportamento dos investigadores como influenciadores no processo de Interação, observar movimentos não previstos, a facilidade na aprendizagem e o rápido domínio em geral sobre o movimento do corpo dos visitantes/participantes.

O Quadro 23 sintetiza o processo de design iterativo e avaliação realizado no Petrie Museum, assim como os resultados obtidos em cada avaliação e de que forma evoluíram para a apresentação seguinte. O processo de avaliação realizado permitiu o entendimento do nível de influência da presença da doutoranda no processo de interação, pelo que, nas instalações descritas no CAPÍTULO 5. EXPOSIÇÃO *BAIXA EM TEMPO REAL* : DESIGN E IMPLEMENTAÇÃO DE DUAS INSTALAÇÕES, a avaliação *in the wild* foi executado de forma menos intrusiva.

	Tipo de visitantes	Métodos de Avaliação	Objetivos a Avaliar	Resultados	Alterações para o protótipo seguinte
1º Protótipo 29 de Jan 2012	.15 alunos do Mestrado de Cultural Heritage Studies da UCL .sessão fechada ao público	.Observação direta e indireta .Troca de impressões com os visitantes/participantes	.Tipo de aceitação da tecnologia .Facilidade de Interação .Identificar problemas de <i>software</i> .identificar qual dos 4 movimentos os visitantes/participantes executavam mais facilmente	.Aceitação positiva desta tecnologia .Reações positivas e risos espontâneos de diversão .Para os profissionais do Museu este teste foi um indicador sobre o sucesso da instalação .os visitantes/participantes mostraram domínio sobre os 4 movimentos, o que diferenciava era o tempo de aprendizagem a interagir, sendo este de forma geral rápido (entre 10 a 50 segundos) . 'posição inicial' criou desconforto	. Movimentos mais suaves dos objetos . Retirar a 'posição inicial' .criação de 2 avatares com exemplificação dos movimentos a executar
2º Protótipo 23 de Março de 2012	. 5 alunos do Mestrado de Adaptive Architecture and Computation UCL . 7 visitantes espontâneos	.Observação direta e indireta .Troca de impressões com os visitantes/participantes .Questionários v1.0	Objetivos da Observação Direta e Indireta: .como ocorre a interação sem a 'posição inicial' .Identificar problemas de <i>software</i> .avaliar o impacto dos avatares na interação dos visitantes/participantes .facilidade de aprendizagem .capacidade de resposta e feedback do sistema .tolerância ao erro por parte do participante .diversão .tempo de utilização .equilíbrio da atenção .navegação no menu Objetivos do Questionário: .satisfação do visitante/participante face à instalação .Interesse sobre os objetos 3D .Facilidade em executar os movimentos propostos .Familiarização com outros sistemas de reconhecimento gestual	Observação Alunos do Mestrado .com os alunos do mestrado criou-se um ambiente descontraído e divertido .desde interações exageradas, com movimentos amplos a interações mais contidas e compenetradas .execução de movimentos imprevistos .tempo a explorar o conteúdo Visitantes Espontâneos .efeito honey pot, os visitantes observaram os alunos a interagir e no final perguntaram se podiam interagir .um visitante espontâneo com movimentos tensos e contraídos, apesar de querer interagir não se sentia confortável em movimentar o corpo .os visitantes/participantes não se aperceberam da existência dos avatares, possivelmente por haver muita informação no ecrã a competir pela atenção, acabavam por centrar a atenção no objetos 3D principal .dificuldade na interação com o menu superior Questionários .o objeto 4 foi selecionado como sendo o mais interessante visualmente, sobre a facilidade de interação a tendência foi positiva; .75% dos visitantes/participantes classificaram a instalação como "muito bom", 8,33% como "excelente", 16,66% como	.alteração do menu superior .os avatares foram retirados .manteve-se os movimentos e os objetos

				<p>“bom” e as opções “razoável” e “má” não foram selecionadas</p> <p>.Os questionários, dos 12 visitantes/participantes 8 decidiram deixar comentários e de forma geral foram positivos e construtivos</p>	
3º Protótipo 3 de Maio de 2012	<p>Evento do Museu “Museum of the Future:Geek Night”, onde o museu esteve aberto num horário noturno, a maioria dos visitantes eram “amigos do museu” 10 visitantes/participantes interagiram</p>	<p>.Observação direta e indireta</p> <p>.Troca de impressões com os visitantes/participantes</p> <p>.Questionários v1.1</p>	<p>Observação direta e indireta: Mesmos objetivos do protótipo anterior</p> <p>Questionário: Entender a forma como os visitantes/participantes imaginam o tamanho real dos objetos explorados</p>	<p>.foi explorado por crianças e estas dançaram com os objetos (9 e 11 anos)</p> <p>.voltaram a interagir com a instalação entre 2 a 3 vezes</p> <p>.tentaram comunicar com os objetos, criando uma cena teatral</p> <p>.tempo de interação chegou aos 10 minutos</p> <p>.problema com o menu, devido à estatura das crianças</p>	<p>.alteração do menu de topo</p> <p>.inserção de instruções sonoras, com informação sobre os objetos e a forma de interagir</p> <p>.um dos objetos foi substituído</p> <p>.limitação da área de interação</p> <p>.substituição de um ecrã por uma tela de projeção</p> <p>.inserção de um novo tipo de movimento de braços</p>
4º Protótipo 28 de Junho de 2012	<p>.horário normal de funcionamento do museu e participação de 15 visitantes espontâneos, com um grupo de 8 crianças entre os 9 e 11 anos</p>	<p>.Observação direta e indireta</p> <p>.Troca de impressões com os visitantes/participantes</p> <p>.Questionários v1.2</p>	<p>Analisar o impacto das últimas alterações</p>	<p>.instruções sonoras mostraram ser úteis no processo de interação</p> <p>.as crianças estavam mais interessadas em ver os objetos a movimentarem-se, enquanto que os adultos ouviam as instruções com atenção e tentavam procurar os pormenores que eram referidos nas instruções,</p> <p>.crianças com rápido processo de aprendizagem, em segundos entendiam o movimento a executar;</p> <p>.último tipo de movimento, foi bem sucedido;</p> <p>.classificação geral da instalação manteve-se semelhante ao último protótipo;</p> <p>.o grupo de crianças ao comentar a instalação nos questionários mostrou-se muito interessado e exigente, tecendo comentários sobre a ‘qualidade da projeção’, ‘caracter interessante’, factor de ‘entretenimento’, ‘divertido’, ‘intuitivo’ ‘natural e fácil de utilizar’ e referência à instalação como uma ‘ferramenta’. Não deixa de ser curioso, que as palavras utilizadas, sejam exatamente as que estão a ser avaliadas e foram escolhidas para comentar a interação sem qualquer influência</p> <p>.apesar dos resultados terem sido melhores em termos de exploração, e a aplicação estar mais robusta e fiel, neste protótipo não foram identificados movimentos ou interações inesperadas.</p>	

Quadro 23. Evolução dos protótipos elaborados no Petrie Museum entre janeiro e junho de 2012.

Fonte: Moutinho, A. (2013).

4.3 Padrões de Interação e Aprendizagem ao explorar a Instalação

Com base na observação direta e indireta ao longo da apresentação das diferentes fases do protótipo, observaram-se variadas formas de interação e desenvolveu-se um esquema evolutivo relativo ao processo de interação, dividido em 5 fases distintas (Figura 24).

A primeira fase – “observação e decisão” – diz respeito ao momento de decisão do visitante, se quer decidir, continuar a observar outros a interagir ou decidir não interagir. Existem múltiplos fatores que podem influenciar a decisão do visitante, tais como a observação prévia de alguém a interagir, a pré-disposição para experimentar algo novo, o conhecimento prévio sobre determinada tecnologia ou se está sozinho ou acompanhado.

A segunda fase – “funcionamento” – é relativa à aprendizagem do funcionamento da instalação. Esta fase pode demorar entre poucos segundos até alguns minutos. É possível aperceber-se enquanto o visitante/participante não se sente confiante, quer pela sua postura, o tipo de movimento tímido, se começar a olhar em volta à procura de auxílio, ou com movimentos muito diferentes, sem entender qual o tipo de movimento que está relacionado com qual movimento do objeto. Observaram-se ainda alguns visitantes/participantes com movimentos muito limitados e pouco abrangentes, demonstrando algum desconforto em movimentar o corpo e estar a ser observado por outros. De forma geral, a maioria dos visitantes/participantes foi rápida nesta fase, tendo existido algumas exceções. Nesta fase, observaram-se alguns visitantes/participantes com reações de surpresa ao ver a reação da instalação ao seu movimento.

A terceira fase – “explorar o conteúdo” – diz respeito ao conteúdo da instalação; nesta fase o visitante/participante já se sente confiante a dominar o sistema, demonstra movimentos suaves e incisivos e começa a observar os objetos com atenção, tentando seguir as instruções sonoras ou procurando detalhes nos objetos.

A quarta fase está associada à diversão, onde se veem reações muito espontâneas dos visitantes/participantes e a sua vontade de explorar outras potencialidades da instalação, tentando ser criativos na forma de interagir. Observaram-se visitantes/participantes a criar momentos performativos, tal como recitar um poema, fazer uma cena teatral, tentar abraçar ou mesmo dançar com os objetos. Esta fase é acompanhada com risos espontâneos e expressões de diversão.

Por último, a quinta fase é relativa ao visitante/participante que decide voltar a interagir após uma interrupção e geralmente é uma continuação do entusiasmo da fase quatro.

Em cada fase descrita houve visitantes/participantes que decidiram não prosseguir para a fase seguinte e paravam a interação. Com maior percentagem, os visitantes/participantes ficavam pela terceira fase, sendo que apenas alguns chegavam às fases 4 e 5.

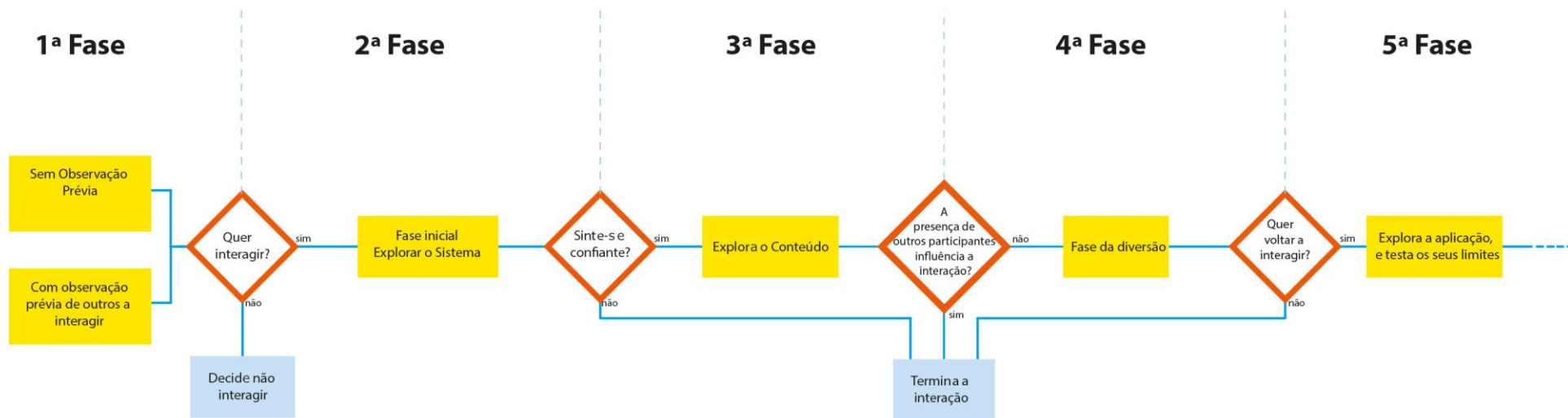


Figura 24. Fases de Interação e Aprendizagem

4.4 Estudo sobre a Representação do Tamanho Real dos Objetos

4.4.1 Enquadramento

Com o decorrer das experimentações da instalação descrita na secção anterior, surgiram algumas dúvidas sobre o impacto do ‘tamanho representado’ na percepção dos visitantes/participantes relativamente aos objetos expostos. Neste sentido, a doutoranda decidiu fazer outra intervenção no Museu, neste caso através de uma aplicação móvel que permitiu aos visitantes/participantes explorarem os mesmos objetos 3D, mas visualizados no seu tamanho real.

No entanto, com instalações em RA interage-se com objetos virtuais que nos permitem navegar entre diferentes escalas, rotação e também a visualização no tamanho real. Explorar o papel da representação no tamanho real de objetos poderá ser uma ferramenta importante em contextos como a Museologia, Medicina, Educação, onde o tamanho real é portador de informação significativa. O estudo realizado sugere que devemos ter em consideração a existência de processos de aprendizagem naturais de percepção visual e de construção da memória, e também, que o tamanho real poderá um significativo impacto na construção do conhecimento dos visitantes/participantes do museu.

Com base no estudo desenvolvido por Talia Konkle (2011) sobre a importância do tamanho real de objetos físicos na construção de conhecimento, tentou-se entender se, da mesma forma que o tamanho real do **objeto físico** pode ter influência direta na construção do conhecimento, o **tamanho representado do objeto aumentado** a influenciará também.

4.4.2 Objetos e o Tamanho Visual Canónico

A natureza da representação e organização dos objetos tem sido abordada através de diferentes perspetivas. No entanto, os objetos são entidades físicas num mundo real e a nossa experiência de interação com eles surge à medida que nos movimentamos no mundo. Neste sentido, o tamanho físico dos objetos tem um impacto incontornável na nossa experiência com eles, tanto na forma como se coordenam as ações motoras com os objetos, como ao nível da informação do objeto que é projetada na retina.

De maneira geral, modelos recentes de reconhecimento dos objetos têm por base uma hierarquia de características apreendidas, como a cor, orientação, classe particular do objeto ou características conceptuais. Talia Konkle (2011) propõe que o tamanho dos objetos

no mundo real é uma propriedade básica da representação dos objetos com consequências tanto comportamentais como neurais (Konkle, 2011). De acordo com a mesma autora “nós interpretamos os objetos como entidades físicas num mundo tridimensional. O seu tamanho tem um impacto determinante na nossa experiência, e também na forma como interagimos com os objetos. Tendemos a usar as mãos para manipular pequenos objetos, enquanto que com objetos maiores, movemos ou posicionamos o corpo de acordo”⁶⁹ (Konkle, 2011).

Quando reconhecemos um objeto, será que sabemos qual o seu tamanho no mundo real? De acordo com Konkle, os objetos têm um tamanho canónico visual com base no tamanho real do objeto, e que automaticamente se acede à informação de tamanho real quando se reconhece um objeto. A experiência da visão natural necessita de ser caracterizada em relação ao tamanho físico do objeto, distância de visualização e tamanho na retina experienciada.

A tese de doutoramento de Konkle apresenta evidência tanto comportamental como neural que o tamanho real é uma propriedade básica da representação do objeto. Contudo, é importante realçar que nos seus estudos, a ‘experiência’ não foi manipulada. Pelo contrário, foi examinada a representação de objetos em observadores adultos, que adquiriram e estabeleceram uma experiência visual ao longo da vida. Neste sentido, pode-se apenas relacionar o estudo de Konkle com objetos que são do conhecimento dos utilizadores.

No entanto, num contexto museológico, nem todos os objetos e as suas características são do conhecimento comum. O visitante/participante cria a sua experiência com base no objeto que interage, seja este um objeto físico ou digital, sendo que o objeto digital pode ser representado com diferentes tamanhos. Neste caso, qual a função do tamanho representado nos objetos digitais? Terá o mesmo impacto que os objetos físicos? Será que o visitante irá memorizar o tamanho virtual como sendo o tamanho visual canónico do objeto?

Nos museus e acervos visitáveis⁷⁰, os visitantes/participantes relacionam-se muitas vezes com objetos, cuja função, forma e contexto lhes são desconhecidos. Por esta razão, qualquer instalação desenvolvida que remeta para estes objetos museológicos, tem que ter em atenção que esta poderá ser a única forma de interação entre o visitante e o objeto, e como tal tem um papel responsabilizador de transmissão de uma mensagem verdadeira. Neste sentido,

⁶⁹ “We interpret objects as physical entities in a three-dimensional world. Their size has a determinant impact on our experience, and also how we interact with them. We tend to use our hands to manipulate small objects, whereas with bigger objects we move and position our body.”

⁷⁰ O acervo visitável do Brooklyn Museum é um exemplo deste tipo de solução, ver <http://www.brooklynmuseum.org/exhibitions/luce/> (Acedido a 27 de setembro de 2014).

se as características físicas do objeto não forem replicadas fielmente, mesmo em termos de tamanho, tem que ser feita uma advertência para o visitante saber quais as alterações entre a representação e o real.

4.4.3 Representação do Tamanho Real em Computação Gráfica

Em Computação Gráfica pode-se representar o mesmo objeto com diferentes tamanhos, rodar, aproximar e afastar, alterar as condições de iluminação ou outras características. No entanto, não é possível representar o tamanho real dos objetos para todas as dimensões e resoluções de monitores. Cada imagem num ecrã é representada através de pixéis, os quais correspondem a pontos individuais de cor numa imagem digital. Um pixel não tem um tamanho específico, é uma representação abstrata de uma coordenada específica, como um ponto num mapa. Mesmo sem uma calibração universal da representação no tamanho real, pode-se assegurar o tamanho real, se se souber o tamanho e a resolução do ecrã em questão, de forma a saber quantos pixéis irão caber em cada centímetro/*inch* do monitor. Para se saber o número exato de pixéis precisa-se de calcular a diagonal em pixéis usando o Teorema de Pitágoras e depois calcular os *Pixeis per Inch* (PPI).

Além disso, se se tiver em consideração as especificações de cada ecrã, ao exportar o conteúdo gráfico, pode-se representar o tamanho real em qualquer ecrã. Por exemplo, pode-se representar um elefante no ecrã de um iPad (Figura 25, lado esq.), da mesma forma que se pode representar o elefante no seu tamanho real no mesmo ecrã (Figura 25, lado dto.), onde apenas vemos o olho. No entanto, ver um elefante representado no tamanho real, obriga a deslizar a imagem de um lado para o outro para ver a totalidade do elefante.

O conjunto de informação que se adquire de cada tamanho representado é diferente. No âmbito da aprendizagem a possibilidade de navegar em diferentes escalas é informativa, mas ter a possibilidade de visualizar o tamanho real (ex: zoom natural) poderá ter um impacto importante na construção de conhecimento e de processos de abstração.

Se uma imagem não está representada no tamanho real, o observador poderá necessitar da sua capacidade de se abstrair, de forma a extrair o tamanho real do que está representado. Evidentemente existem exceções, relativamente a objetos microscópicos ou de dimensão não reprodutível como se o objeto não for perceptível à vista humana, como representar a escala maior do universo ou o mundo das células micro, moléculas e átomos. (Morrison & Morrison, 1990).

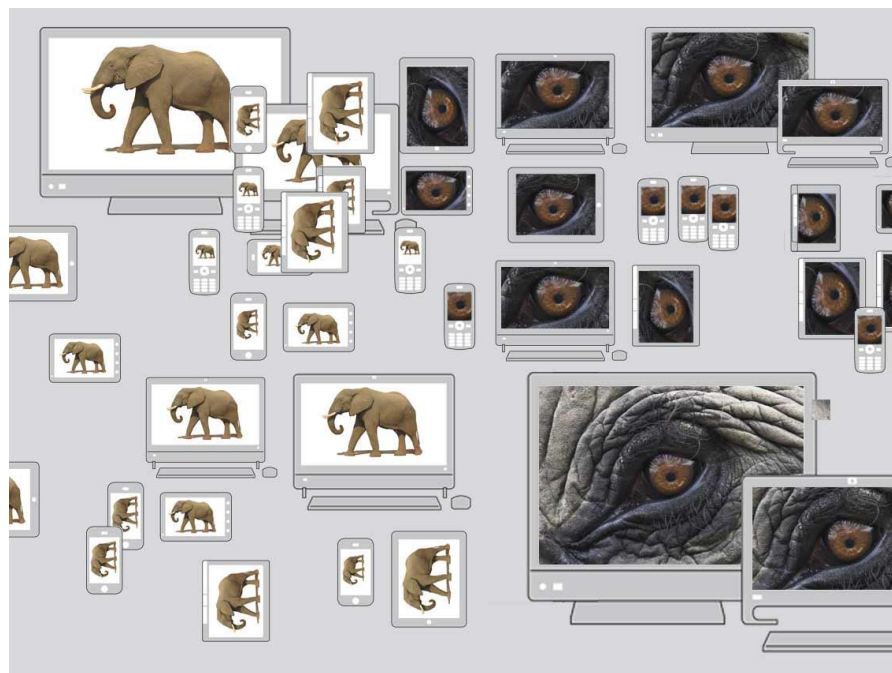


Figura 25. Elefante representado numa escala reduzida (esquerda) e o mesmo elefante representado no tamanho real (direita)

Fonte: Moutinho, A. (2013).

As experiências no Petrie Museum permitiram explorar a problemática da representação do tamanho real e o impacto que poderá ter no conhecimento construído dos objetos da coleção do museu.

A instalação apresentada no CAPÍTULO 4. EXPERIMENTAÇÕES NO PETRIE MUSEUM, permitia aos visitantes/participantes explorar objetos 3D, representados numa escala diferente e visualizados numa projeção de vídeo em relação com o seu corpo.

Numa segunda fase foi criada uma aplicação para um dispositivo móvel, onde os visitantes/participantes explorariam os mesmos objetos 3D, mas desta vez representados no tamanho real e visualizados em relação à mão do participante. Em ambas as experiências foi distribuído um questionário sobre o tamanho real dos objetos, no qual os visitantes/participantes tinham que selecionar o tamanho que imaginavam do objeto real.



Figura 26. Instalação do Corpo como Interface de Comunicação, onde o objeto está representado numa escala maior.

Fonte: Moutinho, A. (2013).

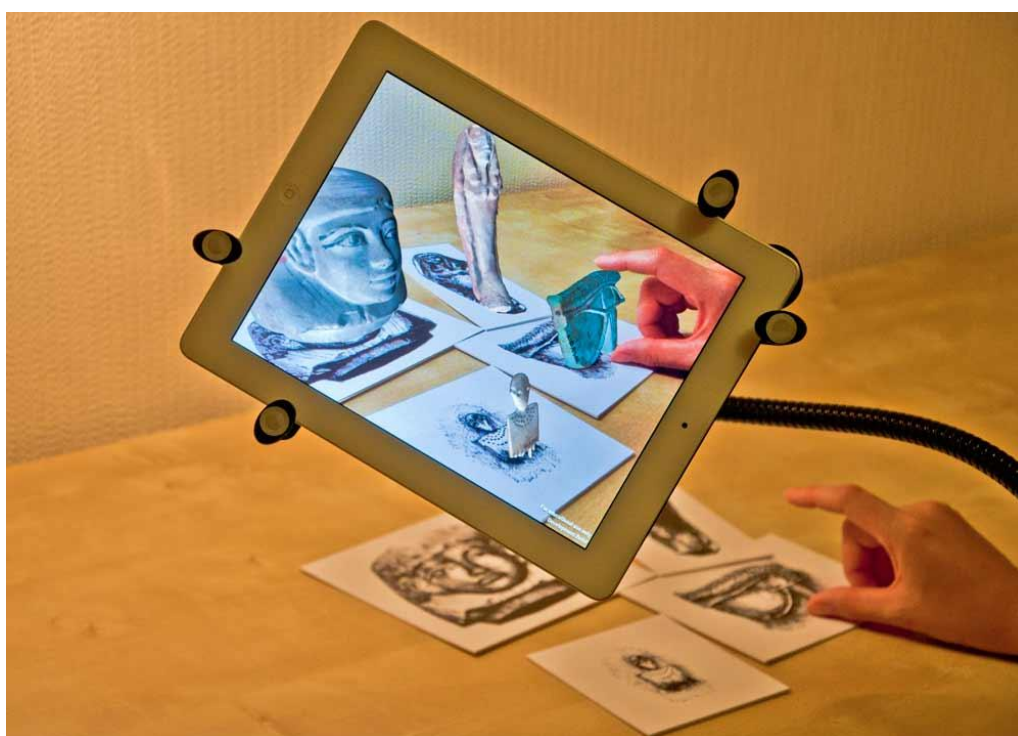


Figura 27. Aplicação desenvolvida para explorar os objetos representados no tamanho real.

Fonte: Moutinho, A. (2013).

4.4.4 Aplicação móvel desenvolvida

A aplicação foi desenvolvida em Unity 3D Pro, com recurso à plataforma Vuforia da Qualcomm de Realidade Aumentada. Foram criadas 4 reproduções de objetos representados à escala real, desenhados a tinta da china sobre papel. Sobre cada reprodução 2D foi colocada a representação 3D correspondente num ângulo de 90° com o plano horizontal. Os objetos 3D foram cedidos pelo Petrie Museum para o efeito da aplicação e fazem parte do acervo 3D do museu.

Quanto ao *setup* da apresentação, os cartões com os desenhos foram colocados sobre uma mesa na sala principal do Petrie Museum e o iPad foi colocado num suporte, paralelo à mesa, mas a uma distância de 30 centímetros (Figura 27). De forma a visualizar a informação *aumentada*, o visitante/participante tinha que escolher os cartões, colocá-los debaixo do iPad e interagir e visualizar o conteúdo aumentado através do ecrã do iPad.

4.4.5 Metodologia aplicada nas duas experiências

Ambas as experiências foram testadas num ambiente real, na galeria principal do Petrie Museum, durante o horário normal de funcionamento do museu e com a participação dos seus visitantes. Ambas as experiências utilizaram os mesmos objetos 3D e, dos visitantes/participantes que interagiram, metade foi convidada e a outra metade ofereceu-se para interagir. Os visitantes/participantes eram livres de parar a interação a qualquer instante, a doutoranda permaneceu próximo das instalações para responder a alguma pergunta, mas em nenhum instante foi feita referência ao tamanho dos objetos.

Na instalação apresentada no subcapítulo anterior, os dados utilizados para comparar com esta aplicação móvel são relativos aos 2 últimos questionários, os quais incluíam perguntas referentes à dimensão dos objetos, em 25 questionários (10 questionários do Protótipo de 3 de maio de 2012 e 15 questionários do Protótipo de 28 de junho 2012) e na aplicação móvel com representação do tamanho real foram recolhidos 30 questionários. Nenhum dos visitantes/participantes voluntários tinha qualquer conhecimento prévio sobre os objetos.

4.4.6 Comparação dos Resultados dos Questionários

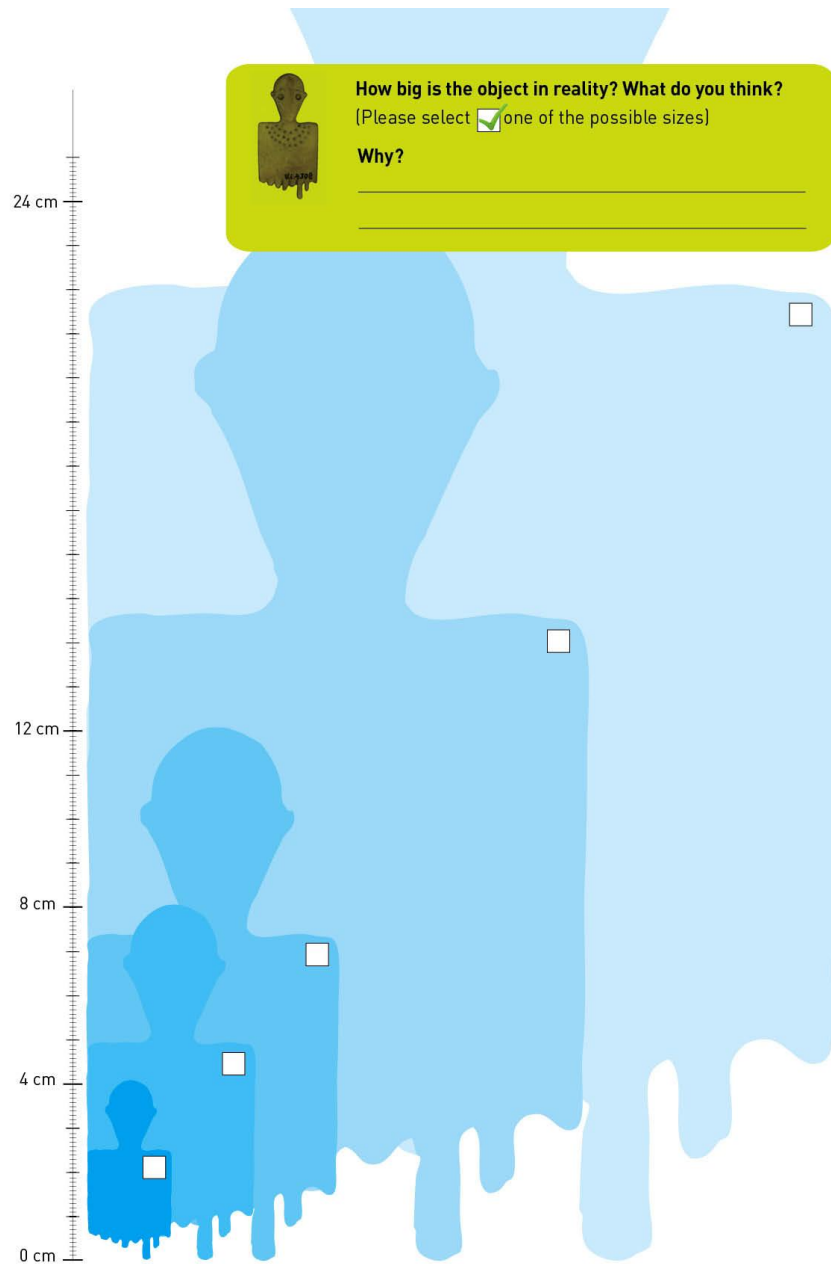
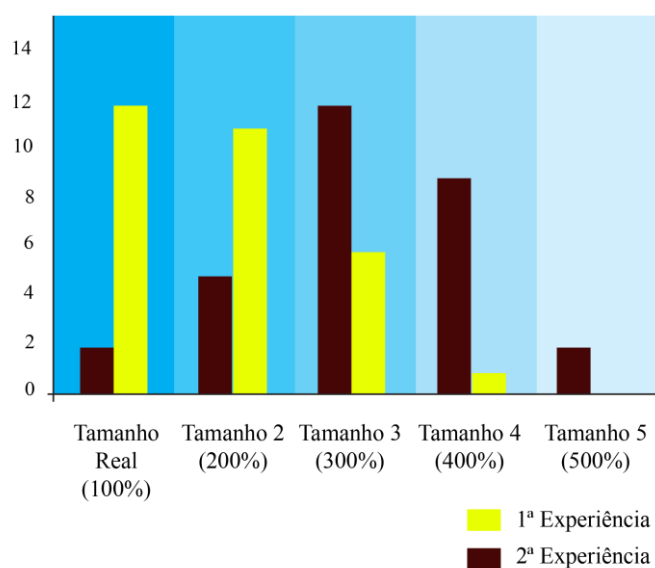


Figura 28. Pergunta sobre o tamanho real, do questionário distribuído, os quadrados a branco correspondem às opções de tamanho que o visitante/participante podia selecionar para este objeto.
 Fonte: Moutinho, A. (2013).



Quadro 24. Resultados das duas Experiências sobre o tamanho real, do objeto *Combs 4308*.

Fonte: Moutinho, A. (2013).

O primeiro objeto que foi representado na primeira experiência, foi percebido pela maioria dos visitantes/participantes como sendo 3 vezes maior que na realidade. No entanto, na segunda experiência (aplicação móvel), o mesmo objeto foi representado com 4 centímetros (tamanho real) e o visitante/participante podia vê-lo em relação à sua mão. Neste caso os resultados dos questionários indicam que foi percebido pela maioria como tendo o tamanho real.

Os resultados relativos aos 3 objetos restantes aproximam-se do que foi descrito acima e, neste sentido, concluiu-se que a primeira instalação, por apresentar os objetos a uma escala muito superior ao seu tamanho real, fez com que os visitantes/participantes tivessem tendência a imaginá-los 3 a 8 vezes maiores do que o seu tamanho real. Enquanto que os resultados sobre a aplicação móvel demonstraram que os mesmos objetos eram imaginados ou no tamanho real ou num tamanho acima.

4.4.7 Resultados obtidos

Apesar de as pessoas serem capazes de reconhecer objetos representados com diferentes escalas, a escala do objeto representado e a sua relação com o contexto envolvente, digital e/ou físico, irá trazer para cada visitante/participante um conjunto diferente de interpretações. Diferentes escalas para objetos conhecidos podem produzir significados diferentes. No entanto, se não se tiver conhecimento prévio sobre o objeto e as suas

características, utilizar escalas diferentes pode ter uma influência direta na forma como o visitante/participante irá representar o objeto e imaginá-lo.

Utilizar a representação do tamanho real é uma ferramenta importante em contextos como a Educação, Medicina, Museologia, Arqueologia ou outros campos científicos. Além disso, as escalas diferentes e o tamanho real devem ser utilizados de forma consciente, sabendo as suas vantagens e possíveis implicações na construção do conhecimento.

Neste sentido, o Museu e os profissionais de Museu têm responsabilidade neste processo que, ao usarem estas ferramentas, têm que estar conscientes que a mera escolha do tamanho do objeto representado poderá induzir o visitante em erro, levando-o a armazenar informação desse objeto com um tamanho diferente.

Apesar de existir uma tendência no sentido dos visitantes se tornarem mais críticos sobre o conteúdo das exposições em museus, ainda existe uma grande percentagem de pessoas que entende que toda a informação que aparece no museu é verdadeira e não pode ser colocada em causa. Por esta razão, o museu, ao desenvolver as suas instalações digitais, tem que estar consciente que ao alterar as características dos objetos, tal como o tamanho representado, poderá induzir em erro os visitantes, pois estes poderão armazenar informação de acordo com a interação que tiveram, mesmo que tenha sido apenas com a representação digital do objeto.

CAPÍTULO 5. EXPOSIÇÃO *BAIXA EM TEMPO REAL* : DESIGN E IMPLEMENTAÇÃO DE DUAS INSTALAÇÕES

Capítulo 5. Implementação de duas Instalações

No capítulo anterior foi apresentado o caso de estudo desenvolvido no Petrie Museum, com detalhe no desenvolvimento iterativo de uma instalação que tem por base o reconhecimento gestual. Foram apresentados os resultados de várias avaliações executadas e este processo auxiliou na definição de uma estratégia para a avaliação do caso de estudo que se segue.

Este capítulo pretende aprofundar os vários procedimentos necessários para conceber, desenvolver e implementar duas instalações em RA. Ambas foram criadas em simultâneo com o desenvolvimento da exposição *Baixa em Tempo Real*. Neste sentido, iremos fazer uma análise sobre as decisões a nível do design da exposição, que definiram de que forma as instalações seriam instaladas e a sua relação com a exposição num todo.

As instalações serão apresentadas como sendo o segundo caso de estudo desta investigação e serão divulgados os resultados de avaliação, centrados no *feedback* dos visitantes/participantes da exposição, nos técnicos da galeria e nos *stakeholders* da galeria.

5.1 Enquadramento da exposição *Baixa em Tempo Real*

A exposição *Baixa em Tempo Real* consiste num projeto do Departamento de Museologia da Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias - ULHT, desenvolvido em parceria com outras Faculdades da ULHT e com a Fundação Millennium bcp, e foi apresentado na galeria Millennium entre o dia 02 de fevereiro e 24 de maio de 2013. Este projeto contou com a chancela do Comissariado para o Ano de Portugal no Brasil e, entre 05 de março e 10 de junho de 2013, a Exposição *Baixa e Catete em Tempo Real* foi apresentada no Museu da República, no Rio de Janeiro.

A exposição *Baixa em Tempo Real* foi desenvolvida com base na colaboração entre alunos do 1º, 2º e 3º ciclos da Universidade Lusófona, professores, investigadores, artistas e colaboradores pontuais. Este projeto multidisciplinar surgiu da colaboração do Departamento de Museologia com a Licenciatura em Animação Digital, a Licenciatura em Cinema Vídeo e Comunicação Multimédia e o Mestrado em Comunicação Alternativa e Tecnologias de Apoio.

A Exposição *Baixa e Catete em Tempo Real* consistiu na mesma exposição criada para a galeria Millennium, mas com um módulo (uma sala do Museu) dedicado ao Bairro Histórico Catete, no Rio de Janeiro.

5.1.1 Descrição da exposição *Baixa em Tempo Real*

A exposição *Baixa em Tempo Real* foi um projeto desenvolvido num contexto académico que teve por objetivo abordar a baixa lisboeta numa perspetiva histórica e contemporânea. O discurso museológico foi pensado de forma a transmitir várias mensagens e suscitar curiosidade sobre determinados temas de forma lúdica e pedagógica. (Moutinho, A. (2013).

De acordo com o coordenador do projeto, Professor Doutor Mário Moutinho, a construção do conceito expográfico teve sempre por base a procura de soluções que pudessem ser implementadas com orçamentos extremamente reduzidos, relativamente aos equipamentos a adquirir e aos corpóreos a executar (Moutinho, M., 2013).

As diferentes instalações pretendiam criar um espaço que proporcionasse um ambiente descontraído, propício à aprendizagem e à construção de conhecimento, onde os visitantes/participantes fossem instigados a interagir e participassem ativamente nas diferentes instalações.

A exposição apresentada na galeria Millennium contou com uma instalação *Táctil* (2) e *Multimédia* (3), uma instalação de vídeo chamada entre algumas lojas da Baixa de Lisboa e algumas lojas do Catete no Rio e Janeiro(8), uma instalação de vídeo chamada entre a exposição *Baixa em Tempo Real* e a exposição *Baixa e Catete em Tempo Real* (12), a instalação *Mural da Baixa* com monumentos da Baixa visualizados em Realidade Aumentada (1), a instalação *Reconhecimento Gestual* para manipulação de uma Réplica 3D da Coleção do Núcleo Arqueológico da Rua dos Correeiros - NARC (4), a instalação do poeta Fernando Pessoa como interface de comunicação (6), um painel da calçada portuguesa em sabão artesanal (11), Maquetas e Modelos Tridimensionais (9) e a aplicação *Baixa Gestual* com a tradução em Língua Gestual Portuguesa dos conteúdos multimédia da exposição (Figura 29, os números apresentados acima correspondem à legenda da imagem). O site da exposição www.baixaemtemporeal.net teve uma ligação em tempo real (captura de vídeo em tempo real) desde a montagem à desmontagem da exposição, 24 horas por dia, durante os quatro meses. A partir das 18h era projetado, nas montras da galeria, com frente para a rua, uma aplicação interativa, que alterava o conteúdo de visualização com base no movimento das pessoas, que passavam na Rua Augusta.

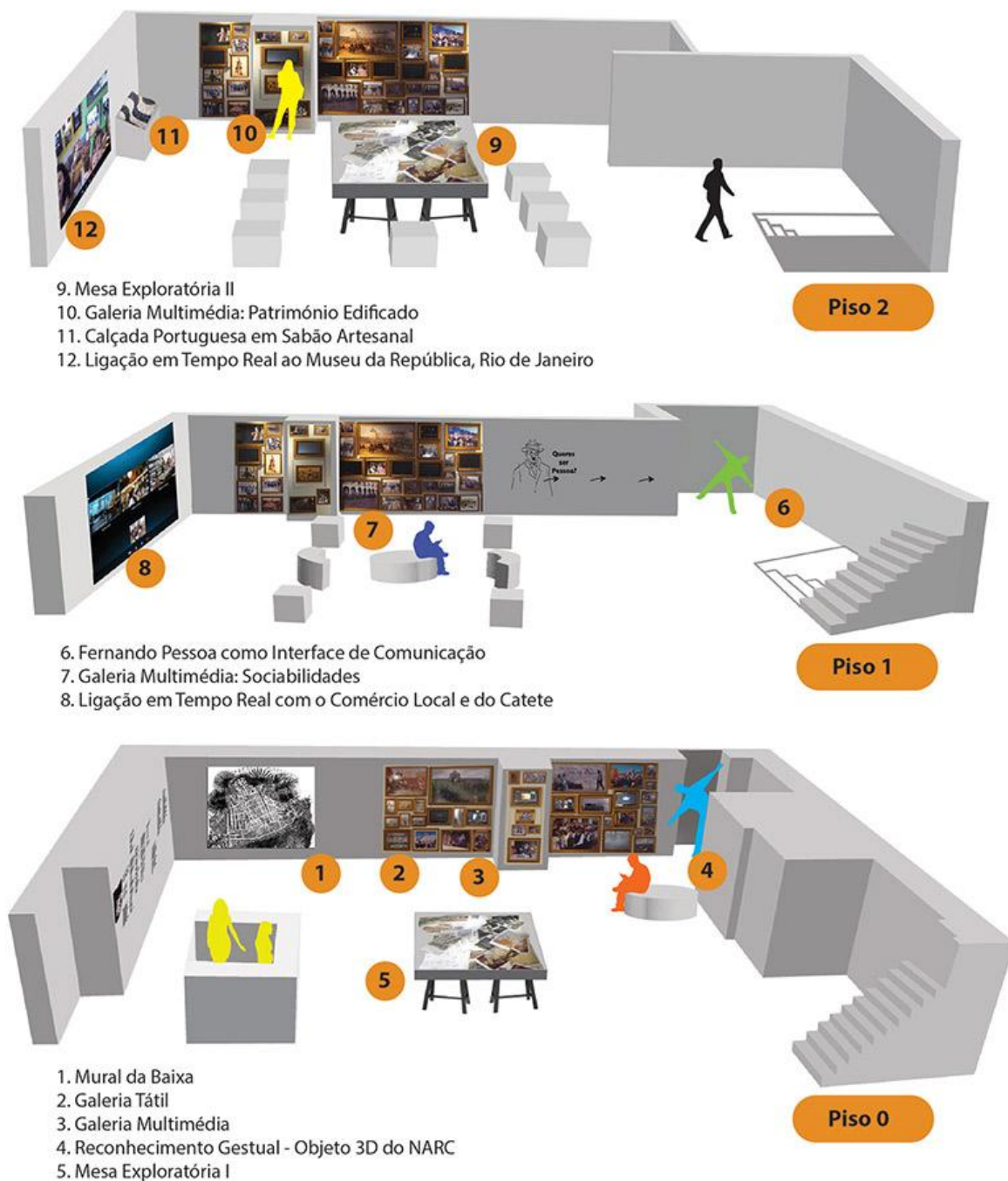
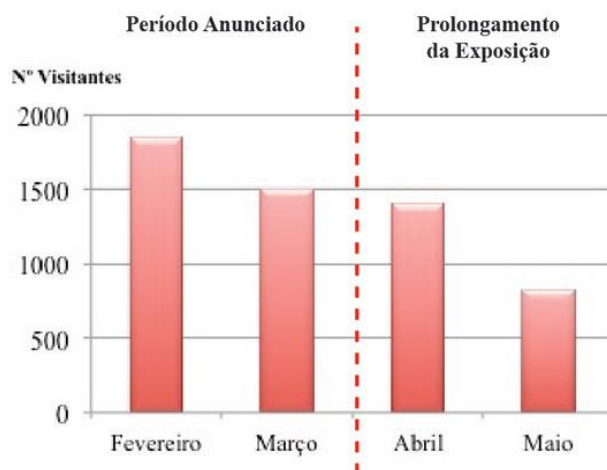


Figura 29. Distribuição dos Módulos da exposição *Baixa em Tempo Real* na galeria Millennium.
 Fonte: Moutinho, A. (2013).

Esta exposição esteve aberta durante 92 dias e teve 5567 visitantes. Numa primeira fase foi anunciado que a exposição estaria aberta de 02 de fevereiro a 30 março, e este período foi o de maior afluência, com 1842 visitantes no mês de fevereiro e 1504 no mês de março. Durante estes 2 meses observou-se que os mesmos visitantes apareciam duas e três vezes na exposição e acabavam por trazer novas pessoas. Apesar de ter havido algumas ações de divulgação realizadas em alguns meios de comunicação⁷¹, o fator multiplicador das visitas teve por base a divulgação que os próprios visitantes fizeram junto dos seus amigos e familiares. A Fundação Millennium bcp decidiu prolongar a exposição até ao dia 24 de maio mas, apesar do comunicado de imprensa, não foram efetuadas outras medidas de divulgação e a grande maioria dos visitantes entre abril e maio, já não aparecia de propósito para a exposição, muitos referindo que achavam que a exposição já estaria fechada. Neste sentido, em abril houve 1397 visitantes e em maio 824 visitantes (Quadro 25).



Quadro 25. Número de visitantes na exposição *Baixa em Tempo Real*.

Fonte: Moutinho, A. (2013).

A exposição foi dividida pelos 3 pisos da galeria Millennium e conforme pode ser observado na Figura 29, o piso 0 contava a História da Baixa desde as manifestações sociais e acontecimentos mais recentes (2012) através de imagens e vídeos, até ao século XIII permitindo ao visitante/participante explorar uma réplica 3D de um objeto arqueológico da Coleção do Núcleo Arqueológico da Rua dos Correeiros - NARC.

No 1º piso, a temática era ‘Sociabilidades’ e o visitante podia olhar a Baixa através

⁷¹www.visitlisboa.com/Conteudos/Not/2013/02/Baixa---Em-tempo-real.aspx
www.lazer.publico.pt/exposicoes/315976_baixa-em-tempo-real_agendalx.pt/evento/baixa-em-tempo-real#.UaKKQEC86DK (Acedido em 10 de Maio de 2013).

de vídeos, imagens, manipular um *avatar* de Fernando Pessoa, ou interagir em tempo real com os comerciantes e visitantes/participantes que se encontravam em algumas lojas ou restaurantes na Baixa de Lisboa e no Catete do Rio de Janeiro.

O 2º piso tinha por tema o ‘Território’ e apresentava o Território da Baixa, a calçada portuguesa, o património edificado e o processo de reconstrução após o Terramoto de 1755. Neste piso havia também uma ligação em tempo real (vídeo chamada) com o Museu da República no Rio de Janeiro, funcionando como uma ‘janela’ para os dois lados, que permitia a comunicação entre os visitantes/participantes de ambos os espaços expositivos.

De todas as instalações e recursos da exposição, quatro instalações utilizaram RA, duas instalações fixas e duas aplicações móveis: *Reconhecimento Gestual*, *Fernando Pessoa como interface de comunicação*, *Baixa Gestual* e *Mural da Baixa*.

Das quatro instalações, apenas duas foram selecionadas para propósitos de avaliação, nomeadamente o *Mural da Baixa* e o *Reconhecimento Gestual*. Estas instalações serão apresentadas em seguida, assim como o processo de desenvolvimento, requisitos técnicos e implementação no espaço da galeria.

5.2 Instalação *Mural da Baixa*

A instalação *Mural da Baixa* tem por objetivo possibilitar o acesso a conteúdos e temáticas tratados na exposição de forma lúdica e pedagógica. Esta instalação é composta por um mural pintado e uma aplicação móvel⁷². A aplicação móvel possibilita a leitura de objetos modelados em 3D e sons do quotidiano da Baixa são sobrepostos em RA ao mural pintado (Figura 30).

O *Mural da Baixa* propõe diferentes leituras sobre a Baixa e permite o acesso a várias camadas de informação, quer seja através da observação da pintura a diferentes distâncias, através da aplicação em RA onde se podem observar alguns dos monumentos e objetos mais emblemáticos da Baixa de Lisboa, ou ouvir diferentes apontamentos sonoros que se encontravam distribuídos pelo *Mural da Baixa*. Esta instalação surge de forma muito natural e orgânica da ligação entre arte e tecnologia, que sem interferência conseguem viver e usufruir desta união (Moutinho, A., 2013).

Desde o conceito à implementação da instalação foi necessário quatro meses. Em outubro de 2012 a ideia foi definida, assim como o grupo que a iria desenvolver, em novembro a tela foi pintada juntamente com a modelação dos objetos 3D, em dezembro a aplicação em RA foi criada e testada a sua funcionalidade apenas com visitantes/participantes envolvidos na exposição e, finalmente em janeiro, a tela foi instalada na galeria Millennium.



Figura 30. *Mural da Baixa* na galeria Millennium.
Fonte: Moutinho, A. (2013).

⁷² A aplicação *Mural da Baixa* foi desenvolvida para iPad e iPhone e disponibilizada gratuitamente na App Store. Link da aplicação *Baixa Mural* <https://itunes.apple.com/us/app/baixa-mural/id601445999?mt=8> (Acedido a 10 de maio de 2013).

5.2.1 Descrição do desenvolvimento da instalação *Mural da Baixa*

Objetos 3D

Numa primeira fase, foi feito um levantamento de 20 monumentos, lojas, estátuas e meios de transporte mais emblemáticos desta área de Lisboa, nomeadamente o Teatro D. Maria, Café Nicola, Carrinho das Castanhas, Elevador de Santa Justa, Teatro D. Maria II, Estátua de D. João I, Enlatados Tricana, Elétrico 28, Azulejos do Martinho da Arcada, Retrosaria Bijou, Estátua D. José, Arco do Triunfo, Luís de Camões, Calçada Portuguesa, Fernando Pessoa, Varina, Mural da Tolerância, a Confeitaria Nacional, Animatógrafo e Estação do Rossio. Desta lista de elementos da Baixa foi selecionado o Teatro D. Maria II, a fachada do Animatógrafo, a retrosaria Bijou, o Elétrico 28, o Elevador de Santa Justa, a Estátua de Fernando Pessoa no Chiado, a Estátua de D. João I na Praça da Figueira e a Estação do Rossio.

Após a seleção foi realizado um levantamento fotográfico no local e pesquisa sobre plantas e desenhos técnicos sobre cada elemento/edifício selecionado. Todo o material recolhido foi entregue aos alunos envolvidos neste projeto, que estavam no momento a frequentar o 2º ano da Licenciatura em Animação Digital da ULHT. Os objetos 3D foram modelados em Maya e Mudbox (Figura 31. Renders do elétrico 3D).

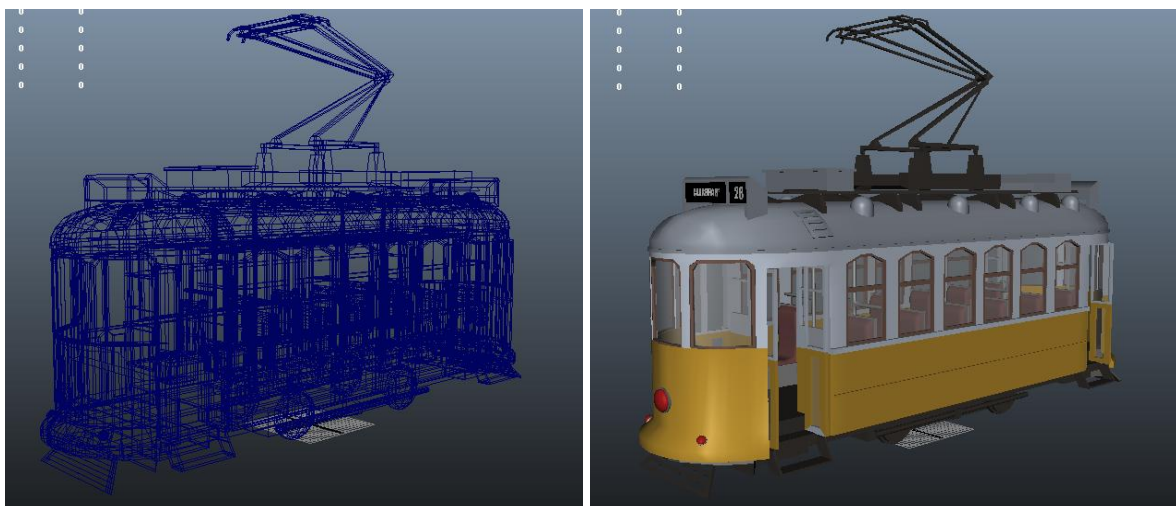


Figura 31. Renders do elétrico 3D (wireframe do objeto à dta.)

Fonte: Moutinho, A. (2013). (Os objetos foram desenvolvidos por David Ferreira, João Garcia e Rui Silva.)

Pintura do Mural

Em simultâneo ao desenvolvimento dos objetos 3D, a artista plástica Joana Pereira colaborou na produção de um mural com 2x3 metros, pintado em tinta da china sobre tela, com uma interpretação da morfologia da Baixa. O mural foi criado através de elementos florais que remetem para produtos das trocas comerciais desde o tempo dos Descobrimentos até à atualidade. Exemplos desses produtos são a flor da canela, a flor do tabaco, a flor da cana do açúcar, do café, e do chá, que se enquadram na zona da Praça do Comércio, Rua Augusta e Praça da Figueira. A flor de linho, o algodão e a folha de amoreira de onde provém a seda liga-se à Rua dos Fanqueiros, conhecida pela Rua dos Tecidos. Na Rua dos Douradores a flor do cardamomo, da pimenta preta e do açafrão devido os cheiros intensos provenientes do comércio que aí se desenvolve atualmente (Moutinho & Pereira, 2013, p. 144). Quem observar o mural com proximidade pode ver o detalhe de todos estes elementos florais que se unem e constroem o mapa da Baixa/Chiado (Figura 32). Observando-o à distância, pode-se perceber a planta ortogonal da Baixa Pombalina.

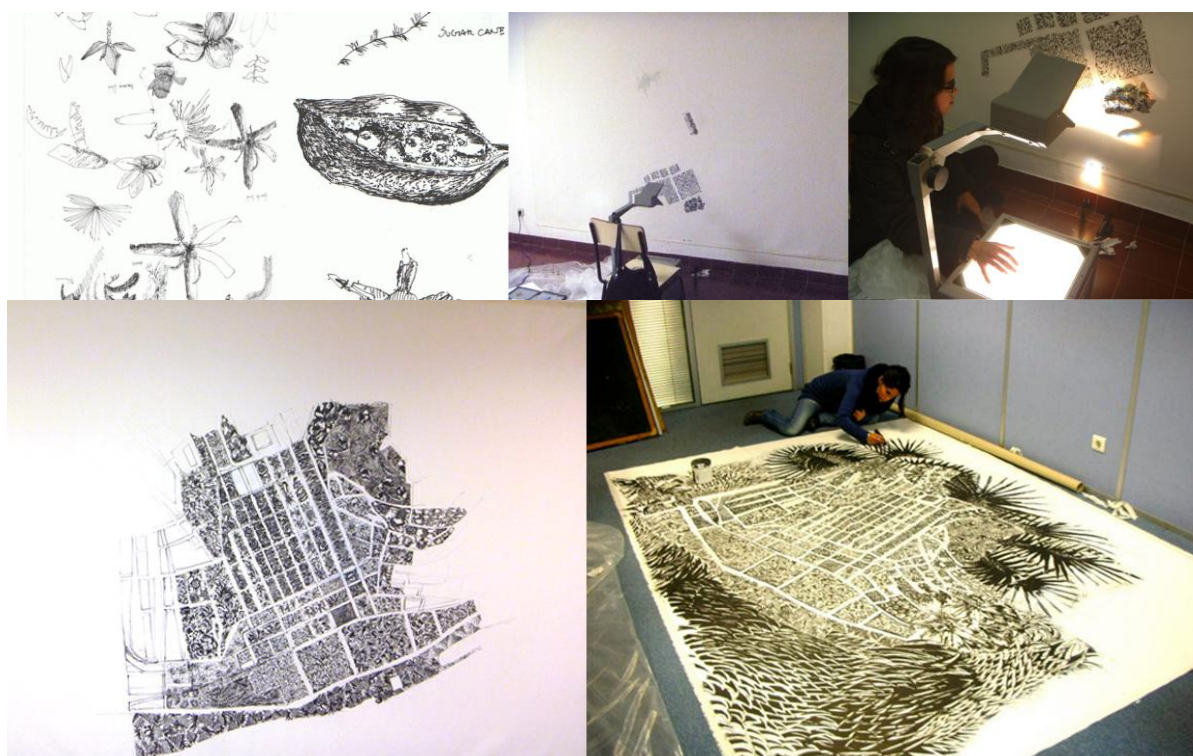


Figura 32. Evolução da Pintura do Mural da Baixa (de cima para baixo e da esq. para a dta.)
Fonte: Moutinho, A. (2013).

Aplicação móvel

Cada objeto encontrava-se posicionado no mural e estava georreferenciado na planta da Baixa/Chiado, correspondente à localização do monumento/estátua real.

A aplicação foi desenvolvida em Unity 3D, com recurso à plataforma Vuforia⁷³ de RA, pela doutoranda, no âmbito do Laboratório de Museologia e Computação da Universidade Lusófona. O *Mural da Baixa* é uma aplicação em RA e utiliza marcadores naturais (ou *NFT*). Alguns pormenores do mural pintado foram fotografados e posteriormente trabalhados no programa Adobe Photoshop, para retirar alguma distorção possível da imagem fotografada, limpar imperfeições não existentes no real e tornar a imagem mais contrastada (ver tutorial no Apêndice III). Após o tratamento das imagens, estas foram transformadas em imagens reconhecíveis, através das características da própria imagem e do contraste (Figura 33 *Trackers* dentro do Painel Vuforia (esq.) imagem com pontos reconhecíveis (dta.)). Com base nestas imagens, os objetos 3D foram colocados numa posição específica dentro do Unity 3D, sobre os seus marcadores.

O visitante/participante, ao percorrer o painel com o iPad ou iPhone podia encontrar os vários objetos e sons⁷⁴ distribuídos no espaço do mural e observar ou ouvir cada um em pormenor.

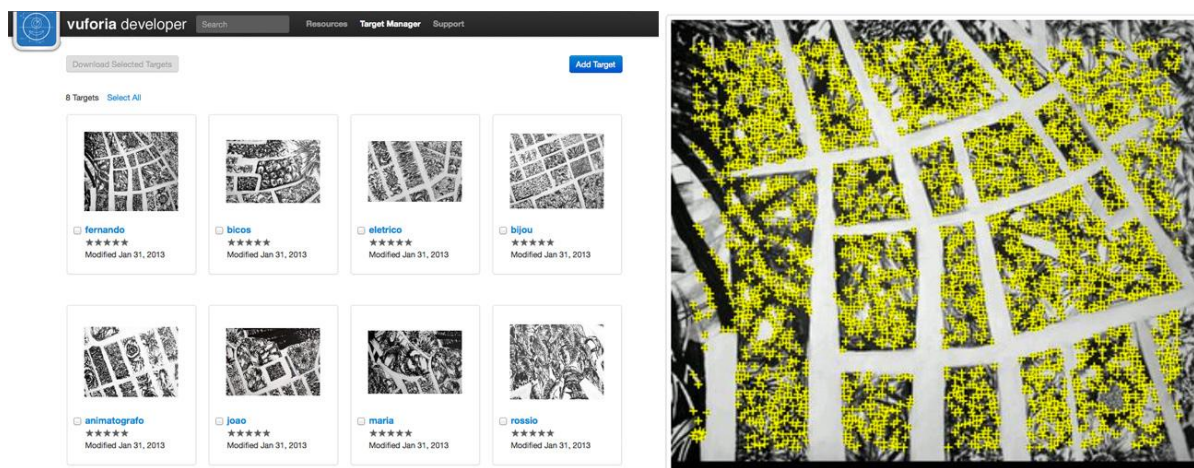


Figura 33. *Trackers* dentro do Painel Vuforia (esq.) imagem com pontos reconhecíveis (dta.)

Fonte: Moutinho, A. (2013).

⁷³ Vuforia é um software de RA desenvolvido por Qualcomm Connected Experiences, Inc. <http://www.qualcomm.com/products/vuforia>. (Acedido a 10 de Setembro de 2014).

⁷⁴ A introdução do som no painel foi uma sugestão de Pedro Leite, docente do departamento de Museologia da ULHT.

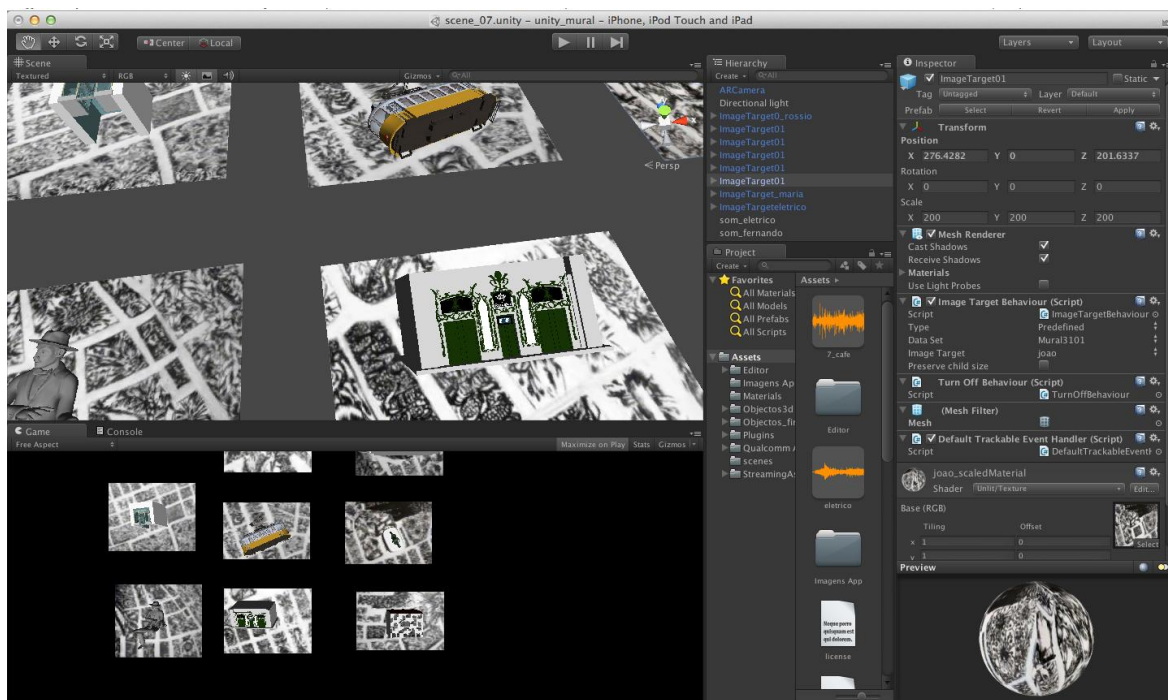


Figura 34. Modelos 3D no Unity 3D sobre os marcadores (dta.).

Fonte: Moutinho, A. (2013).

5.2.2 Requisitos técnicos e de *software*

Devido à impossibilidade de ter um iPad para cada visitante na exposição, por questões financeiras e de logística, foi decidido que seria adquirido apenas 1 iPad (iPad 2, 16GB, Wi-Fi) para o *Mural da Baixa* e que a aplicação estaria disponível *online* e gratuitamente para qualquer visitante que tivesse um iPad ou iPhone.

Contudo, neste processo de colocar a aplicação *online*, vários percalços surgiram, atrasando a sua disponibilização. Uma vez que o objetivo era colocar a aplicação disponível na App Store, seria necessário ter uma aplicação sem qualquer ‘marca de água’. Neste sentido, a Universidade Lusófona teve que adquirir duas licenças: o Unity Pro Comercial e o Add-on para exportar para iOS. Apenas em março foi possível que os visitantes/participantes fizessem o *download* da aplicação, no espaço da galeria. Relativamente ao processo de colocação na App Store, foi preparado um formulário com a descrição da aplicação, o site de apoio (www.baixaemtemporeal.net), *screenshots* para diferentes modelos de iPad e iPhone e a aplicação foi compilada⁷⁵.

Por fim, a aplicação ficou disponível e tanto os visitantes/participantes com iPad ou iPhone na exposição em Lisboa ou no Rio de Janeiro puderam fazer o *download* da aplicação

⁷⁵ Para submeter uma aplicação é necessário ter uma licença de *Apple Developer*⁷⁵ e uma vez a aplicação submetida, é necessário aguardar a avaliação da Apple, que pode demorar até duas semanas.

e explorar a instalação com o seu próprio dispositivo, (Figura 35). Uma vez a aplicação *online*, qualquer visitante/participante que quisesse experimentar, também o podia fazer sem ter que ir à exposição física, apenas tinha que imprimir as imagens disponibilizadas *online* e apontar o dispositivo iOS para estas imagens.

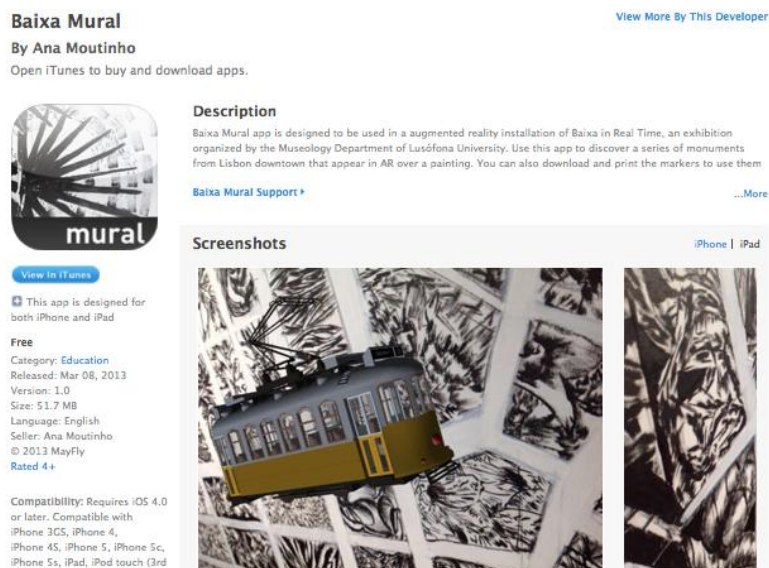


Figura 35. App Store, aplicação *Baixa Mural*⁷⁶, disponível para iPad e iPhone.
Fonte: Moutinho, A. (2013).

5.2.3 Implementação e localização da Instalação *Mural da Baixa*

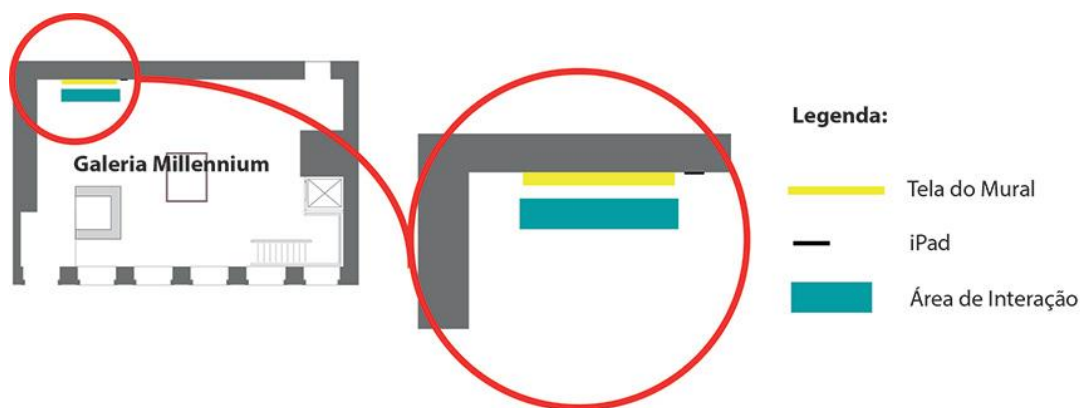
A localização da instalação respondeu a dois fatores essenciais: o primeiro é que o mural teria que estar num local de ótima visibilidade, com iluminação e, por outro lado, teria que estar relativamente perto dos técnicos da galeria, para que estes pudessem dar auxílio aos visitantes/participantes e, ao mesmo tempo, garantir que o iPad permanecesse na galeria.

A localização escolhida foi a parede em frente à entrada principal, supondo que seria a instalação que o visitante iria ver ao entrar na galeria, estando o iPad discretamente colocado do lado direito do mural, envolvido pela legenda descritiva em língua portuguesa e inglesa e com instruções de utilização⁷⁷ (Quadro 26).

⁷⁶ Apesar do nome da Instalação ser *Mural da Baixa*, optou-se por registar na App Store a aplicação com o nome *Baixa Mural*, como sendo a tradução para Inglês de *Mural da Baixa*.

⁷⁷ Legenda da instalação *Mural da Baixa* afixada na galeria: “O Mural propõe diferentes leituras sobre a Baixa e permite o acesso a várias camadas de informação. Com o recurso a uma aplicação em Realidade Aumentada podemos observar alguns dos monumentos e objetos mais emblemáticos da Baixa de Lisboa ou ouvir diferentes apontamentos sonoros que se encontram distribuídos pelo mural. O visitante/participante pode percorrer o painel com o iPad ou iPhone para encontrar os vários objetos e sons distribuídos no mural, podendo observar cada um em pormenor.”

Devido à dificuldade em encontrar uma solução comercial de segurança para o iPad, no momento da instalação, teve que ser criado um novo sistema, que, por um lado, evitasse que qualquer visitante levasse o iPad e que, por outro lado, garantisse a integridade do dispositivo, caso este caísse das mãos do visitante/participante. Neste sentido, foi criada uma moldura de madeira, presa por um fino cabo de aço, que podia ser deslocado de um lado para o outro, numa calha acima do quadro. Neste sentido, se por alguma razão, o visitante/participante soltasse o iPad, este ficaria suspenso no ar e não chegava a tocar no chão (Figura 36).



Quadro 26. Localização do *Mural da Baixa* na galeria Millennium

Fonte: Moutinho, A. (2013).



Figura 36. Suporte do iPad na galeria.

Fonte: Moutinho, A. (2013).

5.3 Instalação *Reconhecimento Gestual*

A instalação *Reconhecimento Gestual*, foi a segunda instalação selecionada para a avaliação. Esta instalação permitia que os visitantes/participantes interagissem com um objeto arqueológico 3D, através do movimento do corpo (Figura 37).

A galeria Millennium encontra-se localizada no mesmo edifício do NARC.

Em consequência, foi acrescentado ao plano expositivo, uma instalação que fizesse a ponte de ligação entre a Baixa histórica e contemporânea, tratada na exposição e os vestígios e objetos arqueológicos do NARC. O objeto selecionado consistiu num pichel do séc. XIII, vaso utilizado para servir vinho, importado da região de Saintonge, que ilustra o papel de centro comercial marítimo que Lisboa desempenhava neste período.

O visitante/participante podia controlar a rotação do objeto com o braço esquerdo nos diferentes ângulos e reduzir ou ampliar com o movimento do braço direito. Com a combinação do movimento dos dois braços o visitante/participante podia explorar o objeto em qualquer posição. Esta instalação permitiu o acesso sem constrangimentos de conservação ou segurança aos objetos, e o visitante/participante podia visualizar os objetos 3D nos diferentes ângulos, ampliar ou iluminar determinados pormenores.

Esta instalação surge como uma versão final dos protótipos desenvolvidos no Petrie Museum (cf. CAPÍTULO 4. EXPERIMENTAÇÕES NO PETRIE MUSEUM), com alterações ao nível dos objetos 3D e alteração de algumas funcionalidades, tais como a eliminação do menu superior e das indicações sonoras.



Figura 37. Instalação *Reconhecimento Gestual* na galeria Millennium.

Fonte: Moutinho, A. (2013).

5.3.1 Descrição do Desenvolvimento da instalação *Reconhecimento Gestual*

Objeto 3D

O objeto selecionado da coleção do NARC teria que responder aos seguintes critérios: ser um objeto com volume, colorido e com detalhes. Uma vez que só haveria um objeto 3D para ser manipulado, o objeto escolhido teria que ser visualmente apelativo; outros parâmetros como a relevância do objeto ou a sua temática, também foram tidos em consideração, mas com menor importância, durante o processo de seleção, uma vez que o principal objetivo era entender como os visitantes/participantes interagiam com este recurso e quais os elementos mais apelativos.

Na fase de desenvolvimento da aplicação gráfica, realizou-se o *scanner* do objeto através de um dispositivo David Laserscanner⁷⁸. Foi adquirido e instalado o laser *scanner* no NARC, onde foram feitos testes com três objetos. Contudo, este processo mostrou-se moroso e os resultados estavam longe de ser realistas. Por esta razão, decidiu-se não continuar com o processo do laser *scanner* e foi decidido modelar o objeto 3D para atingir o nível de detalhe e realismo pretendido. Para tal, foram tiradas seis fotografias de cada ângulo do objeto real e entregues ao modelador que criou uma réplica em 3D, com tamanho inferior a 10 MB.



Figura 38. Pichel modelado em 3D (esq.) e fotografia do pichel verdadeiro (dta.)

Fonte: Moutinho, A. (2013). Objeto 3D foi modelado por David Ferreira, aluno da Licenciatura de Animação Digital da ULHT.

⁷⁸ <http://www.david-laserscanner.com/> (Acedido a 5 de maio de 2013).

Aplicação em RA

A instalação *Reconhecimento Gestual* é do tipo RA fixa, com base no marcador do tipo silhueta (ou rastreio do esqueleto).

A aplicação gráfica foi desenvolvida em Unity 3D Pro com base no ZigFu Development Kit para Unity, permitindo a ligação entre o Unity 3D e a câmara *kinect* da Microsoft.

O código utilizado nesta instalação é o mesmo que foi utilizado no Petrie Museum. No entanto, como seria utilizado apenas um objeto, o menu foi retirado e o visitante/participante manipulava o mesmo objeto apenas como o movimento dos braços e as mesmas combinações de movimentos, através das quais o braço direito controlava a dimensão do objeto e o braço esquerdo controlava a rotação nos três eixos.

Do esqueleto virtual do visitante/participante, apenas aparecia a localização das mãos, representada por duas pequenas esferas de cor cinzenta.

5.3.2 Requisitos técnicos e de *software*

Para o desenvolvimento desta instalação foi utilizado o *software* de desenvolvimento de jogos, Unity Pro 3D – versão 4.1, com base no Zigfu Development Kit - versão 1.1⁷⁹. Relativamente ao equipamento utilizado foi um Hp Compap Elite 8300 FF, Inter® Core (TM) i5-3470 CPU @3.20 GHZ, 4.00 GB de memória RAM, Sistema Operativo de 64-bit Windows 7, uma câmara *kinect* câmara da Microsoft e um projetor de vídeo Epson EB-X11 com 2,600 *lúmens* e 3.000:1 de contraste.

A câmara *kinect* foi instalada à mesma altura do projetor, mas em lados opostos e com inclinações diferentes. Optou-se por colocar a câmara *kinect* acima e inacessível aos visitantes por questões de segurança.

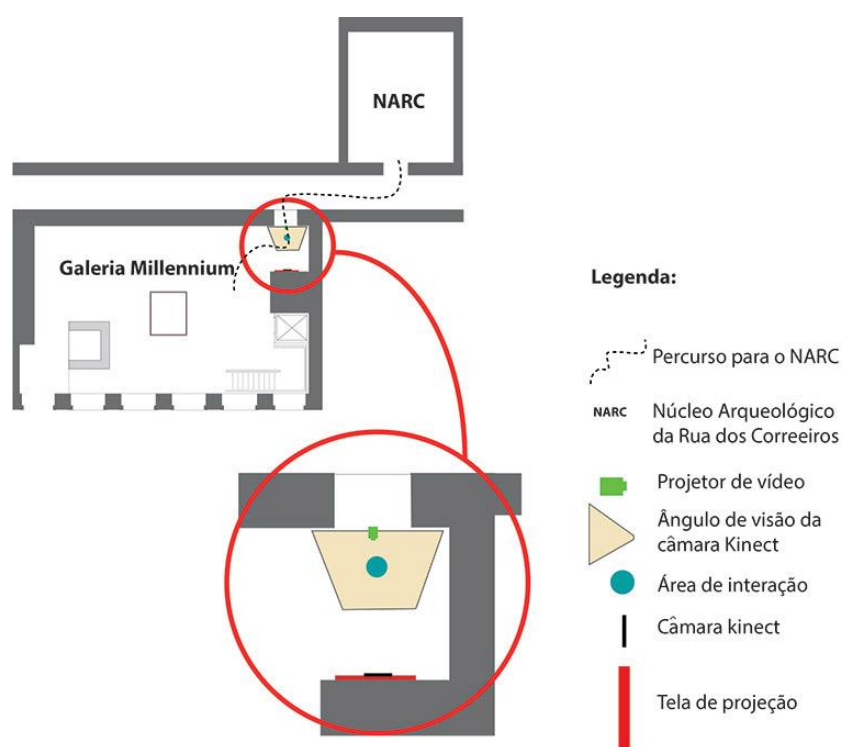
5.3.3 Implementação e localização da instalação *Reconhecimento Gestual*

O local selecionado para a instalação tinha que responder a dois requisitos: o primeiro era ter uma área com espaço limitado, para evitar a deteção de pessoas que pudessem estar a passar atrás, o segundo era estar relativamente próximo da exposição do NARC, pois esta instalação era o ponto de ligação entre a exposição *Baixa em Tempo Real* e o NARC (Quadro 27).

⁷⁹ Para a Exposição foi adquirida a licença de *individual developer*, de forma a retirar a marca de água que aparecia no canto inferior direito. <http://zigfu.com/> (Acedido a 10 de 2014).

Ao lado da instalação, foi colado na parede uma legenda em vinil, em língua portuguesa e inglesa, com referência à história do objeto real e instruções de interação⁸⁰. Foi colocado no chão um círculo de cor amarela a sinalizar a área de interação do visitante/participante e este ao entrar nesta área ativava o sistema e de imediato via o resposta aos seus movimentos no objeto 3D.

Uma vez apresentado o processo de criação e desenvolvimento das instalações *Mural da Baixa* e *Reconhecimento Gestual*, vai-se, de seguida, de seguida descrever de que forma a avaliação foi planeada e executada.



Quadro 27. Localização da instalação *Reconhecimento Gestual* na galeria Millennium.

Fonte: Moutinho, A. (2013).

⁸⁰ Legenda da Instalação afixada na galeria: “O objeto selecionado consiste num pichel do séc. XIII. Este vaso era utilizado para servir vinho e foi importado da região de Saintonge entre 1250 e 1350, é um artefato que ilustra o papel de centro comercial marítimo que Lisboa desempenhava neste período. O visitante controla a rotação do objeto com o braço esquerdo nos diferentes ângulos e reduz ou amplia com o braço direito. Com a combinação do movimento dos dois braços o visitante/participante pode explorar o objeto e visualizar nos diferentes ângulos, ampliar ou iluminar determinados pormenores.”

5.4 Metodologia de Avaliação aplicada à exposição *Baixa em Tempo Real*

Neste subcapítulo será apresentado, em detalhe, de que forma foi conduzida a avaliação à exposição *Baixa em Tempo Real* e quais os procedimentos executados. A metodologia de avaliação definida para a exposição *Baixa em Tempo Real*, em particular aplicada às instalações: *Mural da Baixa* e *Reconhecimento Gestual*, teve por base as seguintes premissas: utilização de avaliação qualitativa e quantitativa aos visitantes espontâneos da exposição, técnicos da galeria e *stakeholders*, numa abordagem de avaliação *in the wild* e durante a fase formativa da avaliação (Quadro 28. Tipos de Avaliação e Quadro 29. Abordagem de Avaliação).

Poderá surgir alguma dúvida se a fase de avaliação foi sumativa ou formativa, por a avaliação se processar quando a exposição já estava em pleno funcionamento. No entanto, isto justifica-se pelo facto desta exposição ter um cariz experimental, no sentido em que as suas instalações museológicas foram sofrendo alterações com base no *feedback* e observação dos visitantes/participantes, desde a abertura da exposição até ao seu encerramento. Por estarem em desenvolvimento, entendemos que as instalações estavam ao nível de protótipo avançado. Vê-se esta experiência como um laboratório experimental em contexto real, que tem por objetivo avaliar a exposição e as suas instalações museológicas.

Relativamente aos métodos de avaliação qualitativos foram definidos os seguintes: diálogo com os *técnicos* e *stakeholders*, observação direta dos visitantes e técnicos e observação indireta apenas aos visitantes. Relativamente aos métodos quantitativos, foram utilizados questionários distribuídos aos visitantes, técnicos e *stakeholders* (Quadro 30).

Uma vez que se optou pela avaliação *in the wild*, os visitantes/participantes não seriam ‘convidados’ a interagir e por esta razão não teriam qualquer compromisso em interagir de forma bem sucedida. Optou-se por este método porque se entendeu que permite ter uma noção da dinâmica social, da interação colaborativa, da forma como as pessoas interagem com as instalações e que de outra maneira não seria espontâneo.

É certo que esta abordagem poderá ter alguns riscos associados, mas em última instância, revela o verdadeiro interesse do visitante/participante na exposição e os resultados podem ser vistos como sendo mais autênticos. Pois mesmo o visitante que se recusou a interagir, ou os seus comentários para os técnicos da galeria, são de extrema utilidade nesta investigação.

Tipos de Avaliação	
Preliminar	
Formativa	X
Sumativa	

Quadro 28. Tipos de Avaliação

Fonte: Moutinho, A. (2013).

Abordagem da Avaliação	
Laboratorial	
Semi-laboratorial	
<i>In the wild</i>	X

Quadro 29. Abordagem de Avaliação

Métodos de Avaliação			
	Visitantes	Técnicos	<i>Stakeholders</i>
Questionários	X	X	X
Entrevistas			
Observação Direta	X	X	X
Observação Indireta	X		
Testes			
Data Logs			
Diálogo		X	X

Quadro 30. Métodos de Avaliação Aplicados

Fonte: Moutinho, A. (2013).

5.4.1 *Setup* da Avaliação

Os questionários foram distribuídos a partir de abril de 2013, pelos técnicos da galeria, até ao final da exposição, dia 24 de maio de 2013. A doutoranda, de fevereiro a abril, esteve diariamente na galeria, a realizar melhorias nas instalações com base no *feedback* dos visitantes/participantes e comentários e observar comportamentos diretamente ou indiretamente através da câmara que estava ligada a capturar a galeria em tempo real.

No caso desta investigação, a doutoranda concebeu algumas instalações com o intuito de serem avaliadas. Por esta razão, desde o início do processo expositivo, não só foi pensada a avaliação em si, como foi escolhido o local de interação de forma estratégica, nomeadamente o piso 0 da galeria, para que pudesse ser criada uma dinâmica de interação e a relação com outras instalações menos tecnológicas.

Processo de Recrutamento dos Candidatos

Nesta avaliação, não houve recrutamento de candidatos para interagir. Quis-se evitar

que, sendo o visitante/participante convidado a interagir, pudesse querer executar todas as ações da melhor forma ou sentir-se intimidado por fazer parte de um estudo. Neste sentido, os candidatos à avaliação foram os visitantes/participantes da exposição, dos quais 79 voluntariamente responderam ao questionário distribuído. Os visitantes tinham uma informação na entrada da exposição a indicar que a exposição se encontrava a ser filmada em tempo real e que se tratava de uma exposição exploratória, criada num contexto académico.

Os questionários foram distribuídos durante o horário normal de funcionamento da Galeria Millennium aos visitantes/participantes da exposição, sendo que, no final da exposição, os visitantes/participantes eram abordados pelos técnicos da galeria, que perguntavam se teriam disponibilidade para responder a um questionário sobre a exposição e, em particular, sobre as instalações. Era referido que a exposição tinha sido desenvolvida num contexto académico e que responder ao questionário era contribuir para a melhoria das instalações em futuros projetos.

Questionários

Com base no estudo efetuado previamente no Petrie Museum e na observação entre fevereiro e março de 2013, foram criados três questionários, um para os visitantes/participantes, um para os técnicos da galeria, que estiveram diariamente a observar os comportamentos e padrões dos visitantes/participantes e um para a Fundação Millennium bcp que acolheu este projeto. Os objetivos de cada questionário eram diferentes para cada grupo que foi avaliado.

5.4.2 Questões de Investigação analisadas nos questionários

Nesta secção serão apresentados, de forma detalhada, todas as características e objetivos da avaliação e de que maneira cada método de avaliação foi utilizado, de modo a responder aos objetivos.

Será apresentado o questionário aos visitantes/participantes, aos técnicos de galeria e aos *stakeholders*. Apesar de cada questionário ter perguntas diferentes, as três versões utilizam diferentes escalas para medição, conforme o tipo de pergunta e objetivo a avaliar, nomeadamente a escala de *Likert*, a escala diferencial semântica, a escala de escolha múltipla, a escala check-list e a escala dicotómica simples (cf. Capítulo 3.3).

Questionário aos visitantes/participantes

O questionário elaborado para os visitantes/participantes da exposição encontra-se dividido em 3 partes: a primeira parte sobre a exposição em geral e para entender o perfil do participante, a segunda parte incide na instalação *Mural da Baixa*, e a terceira parte na instalação *Reconhecimento Gestual*.

Este questionário era composto por 7 páginas, 43 questões de resposta fechada e 2 questões de resposta aberta (ver o questionário no Apêndice II).

Os questionários eram anónimos e o visitante/participante tinha que referir qual o seu género (M/F), o grupo etário (5-10, 11-20, 21-30, 31-40, 41-50 e superior a 50 anos) e ocupação (Estudante/Profissional/Outro).

Na primeira parte as perguntas definidas foram sobre a forma de visitar a exposição e o nível de satisfação que ela suscitava:

1. É a primeira vez que está a visitar a exposição *Baixa em Tempo Real*?
2. Antes de visitar já tinha ouvido falar na Exposição?
3. Quanto tempo demorou a visitar a exposição?
4. Veio de propósito a esta Exposição?
5. Veio acompanhado?
6. De forma geral como classificaria a sua experiência com a Exposição?
7. Descreva o percurso que fez na galeria, desde a porta de entrada até subir para o 1º piso.

Sendo este um questionário distribuído a visitantes/participantes de uma exposição num contexto real, a resposta a estas perguntas permitia entender o perfil do visitante, se estava sozinho ou acompanhado; numa visita de estudo; com família ou amigos; se era a primeira vez que estava a visitar ou se voltou a visitar a exposição para ver um determinado aspeto; de que forma os meios de comunicação social ou opinião de amigos poderão ter influenciado na decisão de visitar a exposição e por fim entender o nível de satisfação com a exposição e a opção do percurso para a ver.

Na segunda parte as perguntas definidas incidem especificamente sobre a instalação *Mural da Baixa*:

1. Durante a interação com o Mural, esteve a segurar/controlar o iPad?
2. Esteve a explorar o mural sozinho(a) ou acompanhado(a)?
3. Já tinha visto alguma instalação deste género?
4. De que forma percebeu o funcionamento da instalação *Mural da Baixa*?
5. Recorreu ao mapa de auxílio
6. Como classifica o tipo de interação com o mural?
7. Como classifica o processo de encontrar os objetos 3D
8. Foi a 1ª vez que utilizou o equipamento iPad?
9. Sentiu-se? Intimidado a interagir com o iPad?

10. Utilizou o iPad disponível na galeria ou fez o *download* da aplicação?
11. Por favor assinale com uma X, apenas 5 monumentos/objetos 3D que tenha encontrado no *Mural da Baixa*.
12. Como caracteriza o nível de detalhe dos modelos 3D apresentados no mural?
13. Depois de ter explorado o mural decidiu voltar a interagir?
14. Já tinha ouvido falar em Realidade Aumentada?
15. Sente-se familiarizado com o seu funcionamento?
16. Esta instalação tem a forma física de uma tela pintada com 2x3 metros. Chegou a observar com atenção a pintura?
17. Existe alguma relação entre a pintura e os objetos expostos?
18. Qual a sua opinião estética sobre a pintura?
19. Quanto tempo demorou a explorar o mural?
20. Qual o grau de diversão ao interagir com esta instalação?
21. De forma geral como classificaria esta instalação?

Estas perguntas permitem explorar o carácter colaborativo desta instalação, qual a familiarização do visitante/participante com a Realidade Aumentada, a forma como se processou a interação, a existência de informação retida após a interação ou o nível de satisfação e diversão com esta instalação. Por fim, a pergunta aberta era: ‘O que gostaria de ver implementado nesta instalação?’, o que permitiu aceder à opinião pessoal do visitante e opções de melhoria da instalação.

Finalmente, a terceira parte é específica da instalação *Reconhecimento Gestual*:

1. Ao explorar o objeto arqueológico, chegou a interagir com os seus braços?
2. Já tinha visto alguma instalação deste género?
3. De que forma percebeu o funcionamento da instalação?
4. Interagir com o movimento do corpo pode ser intimidador?
5. Como classifica o tipo de interação com esta instalação?
6. Enquanto interagia com o movimento do corpo sentiu-se observado/a?
7. Conseguiu manipular o objeto com sucesso?
8. Durante o processo de interação, sentiu que houve uma evolução no controlo do objeto?
9. Esta instalação suscitou alguma curiosidade em procurar o objeto verdadeiro no NARC?
10. Chegou a ver o objeto verdadeiro no NARC?
11. Comparando o objeto 3D com o objeto original, de que forma caracteriza a sua representação?
12. Para que servia este objeto arqueológico?
13. Quanto tempo demorou a interagir com esta instalação?
14. Como classifica esta instalação?
15. Qual o tamanho real do objeto original? O que o leva a acreditar que é esse o tamanho real?

Esta parte do questionário permitiu entender de que forma se processou a interação, a atenção do visitante/participante face à instalação e aos outros visitantes, a facilidade e

sucesso a interagir, o impacto da instalação como impulsionador para o visitante/participante procurar o objeto original. Por fim, a pergunta aberta ‘Como complementar esta instalação?’ deixava espaço para sugestões do visitante.

Questionário aos técnicos da galeria

O questionário destinado aos técnicos da galeria tinha por objetivo entender o tipo de visitantes que frequenta a galeria Millennium e, em particular, os visitantes que visitaram a exposição *Baixa em Tempo Real*, de forma a compreender as suas motivações, padrões de comportamento, e tipos de interação.

Por outro lado, este questionário pretendeu entender o ponto de vista de quem está a auxiliar e guiar os visitantes/participantes a usufruir a exposição, qual o seu nível de participação e intervenção na experiência do visitante/participante e por fim quais os receios e surpresas que esta exposição lhe pode ter suscitado.

Os técnicos permaneceram na galeria durante todo o período de duração da exposição e observaram os visitantes/participantes a interagir, muitas vezes auxiliando e ensinando de que forma o podiam fazer.

Este questionário encontrava-se dividido em 3 partes: a primeira parte sobre a exposição e o visitante/participante em geral; a segunda parte sobre a instalação *Mural da Baixa*; e a terceira parte sobre a instalação *Reconhecimento Gestual*.

Este questionário era composto por 7 páginas, 19 questões de resposta fechada e 18 questões de resposta aberta (ver o questionário no Apêndice I).

Os questionários eram anónimos e foram entregues aos 3 técnicos da galeria.

Na primeira parte as perguntas definidas foram sobre a exposição e o visitante em geral:

1. De forma geral quanto tempo demora um visitante na exposição (em média)?
2. Qual foi o máximo de tempo que um visitante esteve na exposição?
3. De todas as instalações da exposição, assinale 3 que goste mais.
4. Se tivesse que caracterizar de forma subjetiva os visitantes que visita a galeria Millennium, de que forma o agrupava e caracterizava?

Estas perguntas tinham por objetivo entender a opinião que os técnicos da galeria tinham sobre a exposição em si e sobre a visita e satisfação geral dos visitantes/participantes.

Na segunda parte, as perguntas definidas incidem especificamente na instalação *Mural da Baixa*, sendo que as primeiras 5 perguntas eram relativas à opinião do técnico de Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, Departamento de Museologia

galeria face à instalação e as restantes 12 perguntas diziam respeito à opinião que os técnicos da galeria tinham sobre o visitante:

1. Já tinha visto alguma instalação deste género?
2. Foi no contexto desta exposição que utilizou um iPad pela primeira vez?
3. Antes desta exposição já tinha ouvido falar em Realidade Aumentada?
4. Sente-se familiarizado com o seu funcionamento? (em termos técnicos, como se processo o reconhecimento das imagens)
5. Por favor assinale com uma 'x', apenas os monumentos/objetos 3D que tenha encontrado no *Mural da Baixa*.

Pretendeu-se avaliar o entendimento que os técnicos de galeria tinha sobre a RA como tecnologia e o seu à vontade com dispositivos móveis, como o iPad. Por fim, aferir quais os objetos 3D existentes no mural que o técnico reteve.

6. De que forma os visitantes se comportam antes e durante a interação com o mural? De forma subjetiva se tivesse que categorizar os comportamentos dos visitantes, de que forma o fazia?
7. Por certo já teve que abordar vários visitantes para explicar o funcionamento da instalação, sem eles terem pedido a sua ajuda, de que forma vê esta acção? É confortável de executar?
8. Se não tivesse que explicar o funcionamento da instalação por iniciativa própria, considera que muitos visitantes nem chegariam a explorar?
9. Quando se aproxima do visitante para o ajudar a interagir com o mural, sem que ele tenha pedido a sua ajuda, que tipo de reação já presenciou?
10. A maioria dos visitantes pergunta como funciona a instalação? Ou sentem-se envergonhados por não saberem?
11. Após perceberem o funcionamento, de que forma caracteriza a interação dos visitantes com a instalação?
12. Aproveitou-se de algum visitante que depois de lhe explicar o funcionamento, ele não tenha conseguido interagir?
13. Como foi o processo de manter a bateria do iPad? Foi fácil ou difícil de assegurar?
14. Quais os comportamentos de aprendizagem ao interagir com o iPad? (por faixa etária)
15. De forma geral como classifica a satisfação dos visitantes com esta instalação?
16. Comentários (seus) sobre esta instalação
17. Comentários dos visitantes sobre esta instalação

Estas questões eram relativas ao entendimento dos técnicos da galeria sobre a aproximação do visitante à instalação, quais os tipos de comportamento de aprendizagem identificados no interagir e nível de satisfação dos visitantes. Também eram abordados aspetos de manutenção da instalação e reações dos visitantes quando ; abordados pelos técnicos com informações sobre como interagir. Sendo esta tecnologia de forma geral inovadora, a forma de interação pode não ser intuitiva, neste sentido pretendemos ainda

entender o papel dos técnicos da galeria no processo de interação, na medida em que a sua presença ou ausência altera o tipo de interação.

Por fim, a terceira parte é específica da instalação *Reconhecimento Gestual*, sendo que as primeiras 11 perguntas eram relativas à opinião dos técnicos de galeria face à instalação e as restantes 6 diziam respeito à opinião que os técnicos têm sobre o visitante:

1. Já tinha visto alguma instalação deste género?
2. Sendo a Arqueologia o seu campo de acção profissional, de que forma vê este tipo de instalação como recurso expográfico na arqueologia?
3. À partida, interagir com o movimento do corpo pode ser intimidador?
4. Como classifica o tipo de interação com esta instalação?
5. É constrangedor mostrar o funcionamento desta instalação, tendo que movimentar o corpo?
6. Já sentiu receio que durante a sua demonstração do funcionamento da instalação esta não funcionasse?
7. O objeto comporta-se sempre da maneira como pretende?
8. Comparando o objeto 3D com o objeto original, de que forma caracteriza a sua representação?
9. Ao longo destes dois meses a mostrar aos visitantes como interagir com o objeto 3D, sente-se mais confiante?
10. Sentiu uma evolução no controlo do objeto?
11. Comentários (seus) sobre esta instalação.

Neste conjunto de questões pretendemos entender se os técnicos de galeria se sentiam confortáveis ao demonstrar o funcionamento da instalação através do movimento do seu corpo e saber a sua opinião sobre a utilização da RA aplicada à Expografia.

12. Esta instalação suscitou alguma curiosidade nos visitantes em procurar o objeto verdadeiro no NARC?
13. Aconteceu alguma vez o visitante do NARC reconhecer o objeto na vitrine sem ter sido referido?
14. Observou algum tipo de interação não expectável ou fora do comum?
15. De forma geral qual o nível de facilidade de interação dos visitantes com a exposição?
16. De forma geral como classifica a satisfação dos visitantes com esta instalação?
17. Comentários dos visitantes sobre esta instalação

Estas questões centravam-se na relação entre o objeto 3D e o objeto material da coleção e em que medida a instalação *Reconhecimento Gestual* estimulou os visitantes a procurarem o objeto material na exposição arqueológica do NARC. Por fim, também se quis entender o *feedback* que os visitantes deram aos técnicos da galeria sobre a exposição e quais os seus comentários.

Questionário aos *stakeholders*

O questionário elaborado para os *stakeholders* da exposição tinha por objetivo

conhecer o ponto de vista da Fundação Millennium bcp, como entidade de acolhimento que apoiou o desenvolvimento da exposição *Baixa em Tempo Real*. Neste sentido, encontrava-se dividido em 3 partes: a primeira parte sobre a exposição em geral e a Fundação Millennium bcp; a segunda parte sobre a instalação *Mural da Baixa* e a terceira parte sobre a instalação *Reconhecimento Gestual*.

Este questionário era composto por 6 páginas, 28 questões de resposta fechada e 6 questões de resposta aberta (ver o questionário no Apêndice II).

Na primeira parte, as perguntas definidas foram sobre a exposição e a Fundação Millennium bcp:

1. De todas as instalações da Exposição, assinale 3 que goste mais.
2. De forma geral como classifica a sua experiência com a Exposição?
3. Esta Exposição foi desenvolvida por alunos, professores e investigadores, que trabalharam neste projeto de forma voluntária. A Fundação já se envolveu noutros projetos que tenham por base o voluntariado?
4. A Fundação Millennium bcp já trabalhou em parceria com outras Universidades no desenvolvimento de exposições?
5. A exposição *Baixa em Tempo Real* conseguiu atingir as espetativas da Fundação?
6. Tendo acompanhado o processo de desenvolvimento da Exposição, consegue inumerar duas vantagens e duas desvantagens em trabalhar com um grupo que tenha por base o voluntariado?
7. Em que medida esta Exposição se adaptou às políticas de gestão e missão da galeria?
8. Para assegurar o bom funcionamento da Exposição, a Fundação equipou a galeria Millenium com: (...) Estas alterações foram um investimento na galeria a longo prazo?

Este grupo de perguntas pretendeu permitir entender de que forma os *stakeholders* da galeria Millennium vêm a colaboração com uma instituição de ensino e de forma geral qual a satisfação com a exposição implementada. A segunda parte do questionário refere-se à instalação *Mural da Baixa*:

1. Já tinha vista alguma instalação deste género?
2. Como classifica o tipo de interação com o mural?
3. Como classifica o processo de encontrar os objetos 3D?
4. Qual o grau de diversão ao interagir com esta instalação?
5. Por favor assinale com uma 'x', apenas os monumentos/objetos 3D que se lembra de ter visto no *Mural da Baixa*.
6. A Realidade Aumentada consiste na sobreposição de elementos digitais à nossa realidade envolvente por meio de um dispositivo móvel. Antes desta exposição já tinha ouvido falar em Realidade Aumentada?
7. Antes da exposição já tinha experimentado Realidade Aumentada noutra aplicação/instalação?
8. É uma tecnologia que a fundação pretende utilizar nas próximas exposições?
9. De forma geral, como classifica esta instalação?
10. O que gostaria de ver implementado nesta instalação?

Este conjunto de questões pretendeu permitir entender se existiram projetos anteriores que utilizassem a RA e se existe intenção de aplicação futura.

Por fim, a terceira parte é específica da instalação *Reconhecimento Gestual*, sendo que as primeiras 10 perguntas eram referentes à opinião do visitante/participante e as restantes questões eram referentes à Fundação Millennium bcp.

1. Já tinha vista alguma instalação deste género?
2. Interagir com o movimento do corpo pode ser intimidador?
3. Como Classifica o tipo de interação com esta instalação?
4. Enquanto interagia com o movimento do corpo sentiu-se observado/a=
5. Conseguiu manipular o objeto com sucesso?
6. Durante o processo de interação, sentiu que houve uma evolução no controlo do objeto?
7. Comparando o objeto 3D com o objeto original, de que forma caracteriza a sua representação?
8. De forma geral, como classifica a sua experiência com esta instalação?
9. Qual o grau de diversão ao interagir com esta instalação?
10. O que gostaria de ver implementado nesta instalação?
11. Como classifica a importância de uma instalação interativa relacionada com o NARC?
12. Este tipo de instalações interativas com objetos 3D da coleção, faz sentido no contexto do NARC?
13. Cada vez mais, os museus estão a digitalizar em 3D as suas coleções, de forma a disponibilizar online, permitir impressões 3D e explorar os objetos através de instalações e aplicações interativas. Descreva de que forma o NARC e a Fundação se posicionam face a esta tendência.

Este conjunto de questões pretendeu esclarecer de que forma os *stakeholders* se posicionam face à RA e qual a opinião pessoal sobre a instalação *Reconhecimento Gestual*.

5.4.3 Observação Direta e Indireta

Relativamente à Observação Indireta, durante todo o período da exposição, uma câmara esteve a gravar, em permanência, o piso 0 da galeria Millennium. Foi escolhido um ângulo da sala que permitisse ter uma noção dos percursos escolhidos, das interações e ações dos visitantes referentes às duas instalações em análise. Neste sentido, dispões-se de 540 horas de captura de vídeo, com todas as interações dos visitantes/participantes, durante o período em que a exposição esteve aberta. Para a gravação de vídeo, foi utilizada a plataforma de *transmissão* de vídeo em tempo real denominada *Livestream*⁸¹.

Por outro lado, durante grande parte da exposição, a doutoranda esteve na galeria a observar os visitantes, efetuar melhorias ou resolver falhas nos sistemas.

⁸¹ <http://new.livestream.com/> (Acedido a 10 de Setembro de 2014).

Este subcapítulo apresentou o processo relativo à avaliação, desde a estratégia definida, os objetivos a analisar, o *setup* das instalações na galeria, a forma como os questionários foram recolhidos e a captura de vídeo em tempo real da exposição, ao longo dos quatro meses da sua duração.

Em seguida, vai-se centrar na análise do material recolhido, nomeadamente os questionários e os registos de vídeo e quais os resultados que podem ser extraídos e combinados, para responder aos objetivos da avaliação.

5.5 Resultados da Avaliação

A avaliação centrou-se em vários aspetos do comportamento dos visitantes/participantes com a exposição *Baixa em Tempo Real* e em particular com as duas instalações apresentadas anteriormente.

O processo de análise quer dos questionários aos visitantes/participantes e aos técnicos da galeria quer da observação indireta, foi realizado em simultâneo, pelo que cada ponto avaliado apresentado em seguida é fundamentado por um cruzamento de dados dos diferentes métodos de avaliação utilizados.

Neste sentido, apresentam-se os resultados de acordo com 5 pontos, nomeadamente:

- o tipo de visitante da exposição (motivações, tempo de visitação, tipos de grupos);
- relação entre os visitantes e os técnicos da galeria;
- interação com o *Mural da Baixa* (tempo de interação, diversão, usabilidade, carácter inovador da RA, tipos, de interação, retenção na memória da informação apresentada e entendimento sobre o funcionamento da instalação);
- interação com a instalação *Reconhecimento Gestual* (relação entre o objeto digital e o real, tipos de interação, movimento do corpo, usabilidade e satisfação);
- percursos selecionados e áreas de interação.

Recolhemos 79 questionários, que foram respondidos pelos visitantes/participantes da exposição, 3 questionários pelos 3 técnicos da galeria e 3 questionários pelos *stakeholders* da galeria. Os 79 questionários foram analisados com recurso à ferramenta de análise *SPSS Statistics* da *IBM*. No entanto, os restantes questionários por se tratar de amostras pequenas, foram analisados individualmente.

Relativamente aos questionários dos visitantes/participantes, por se tratar da abordagem de avaliação *in the wild*, não houve uma seleção prévia do tipo de candidatos a participarem nesta avaliação; neste sentido, sem um critério de seleção dos inquiridos, todos os que mostraram disponibilidade em responder aos questionários foram aceites. Contudo, este tipo de abordagem tem implicações, no sentido em que o conjunto final pode não

demonstrar uma homogeneidade no tipo de inquiridos, quer por faixa etária ou por sexo. Dos 79 inquiridos, 38 foram do sexo feminino, 35 do sexo masculino e 6 não deram resposta. Relativamente à faixa etária, 8 visitantes/participantes tinham idade entre os 5 e 20 anos, 14 visitantes/participantes entre os 21 e 30 anos, 18 visitantes/participantes entre os 31 e 40 anos, 13 visitantes/participantes entre os 41 e 50 anos, 25 visitantes/participantes com mais de 50 anos e 1 sem resposta.

Sendo a avaliação executada num contexto real de exposição, nem todos os visitantes aceitaram responder ao questionário, quer porque tinham pouco tempo, porque o questionário era muito extenso ou por outras razões não identificadas. As motivações que levam um visitante a responder voluntariamente a um questionário, não fazem parte deste estudo, no entanto a percentagem da faixa etária que mais respondeu aos questionários tinha idade superior a 50 anos, o que não significando que corresponda ao tipo de visitante que mais frequenta a galeria Millennium, pode significar que é o tipo de visitante com mais tempo disponível ou disposição para participar neste tipo de estudo.

Por esta razão, a combinação de vários métodos de avaliação, tal como a observação direta e indireta, questionários aos técnicos da galeria e *stakeholders* são cruciais neste abordagem de avaliação *in the wild*, pois permitem analisar outros grupos que podem não estar interessados em responder a questionários.

Dentro do grupo de visitantes/participantes que aceitaram responder ao questionário, verificou-se que, em média, o visitante demorava 15 minutos a responder; no entanto houve também quem respondesse em apenas 5 minutos ou em 50 minutos. O tempo que o visitante demora a responder pode estar diretamente relacionado com o seu tipo de comprometimento na execução desta tarefa. Regra geral, foi observado que quanto mais tempo o visitante demorava a responder ao questionário, maior a probabilidade de não haver perguntas esquecidas e haver um contributo nas questões abertas.

O piso 0 da galeria foi filmado durante todo o período de funcionamento da exposição. Para a análise deste material de vídeo procedeu-se da seguinte maneira: os grupos de visitantes eram escolhidos aleatoriamente e seguidos durante todo o tempo de visita à exposição. Uma vez que a porta de entrada e saída se encontra no piso 0, pudemos monitorizar o tempo de entrada e saída da exposição dos visitantes e a interação com as instalações no mesmo piso.

O piso 0 continha 4 instalações, um painel com a ficha técnica, a recepção da exposição, um quiosque interativo da galeria Millennium e um local onde os visitantes

podiam descansar. Com base na observação indireta, identificou-se que a atenção dos visitantes no piso 0 se dividia em múltiplos aspetos, quer pelas próprias instalações, pelo número de visitantes existente na sala ou pelos comportamentos dos outros visitantes (do mesmo grupo ou de desconhecidos).

Tipo de visitante da exposição

As primeiras perguntas do questionário tinham por objetivo conhecer os visitantes/participantes e entender as suas motivações. Relativamente às motivações que levaram os visitantes/participantes à Exposição, dos 79 inquiridos, 34 foram de propósito à exposição *Baixa em Tempo Real*, 22 estavam a passar na Rua Augusta e decidiram entrar, 18 foram visitar o NARC, 4 entraram na exposição por outros motivos não especificados e 1 não respondeu a esta questão (Figura 39).

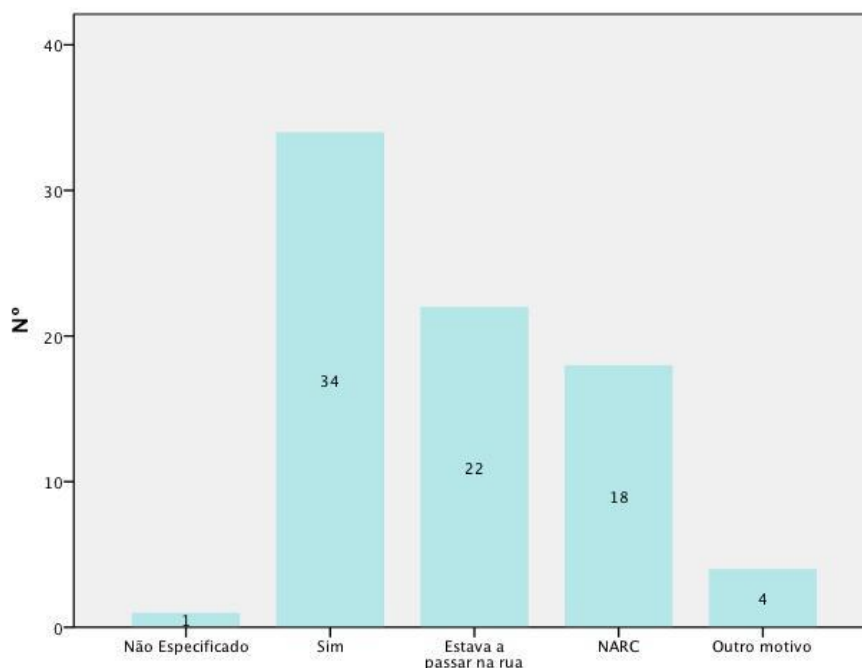


Figura 39. Motivos que levaram os visitantes/participantes à exposição *Baixa em Tempo Real*

Dos 79 inquiridos, 48 tinham conhecimento da existência da exposição, quer pelo facebook (2), por entrevista ou anúncio em revista (15), através de um amigo(a) (24) ou através de outro meio (7); 30 não tinham conhecimento prévio da exposição e 1 não especificou (Figura 40).

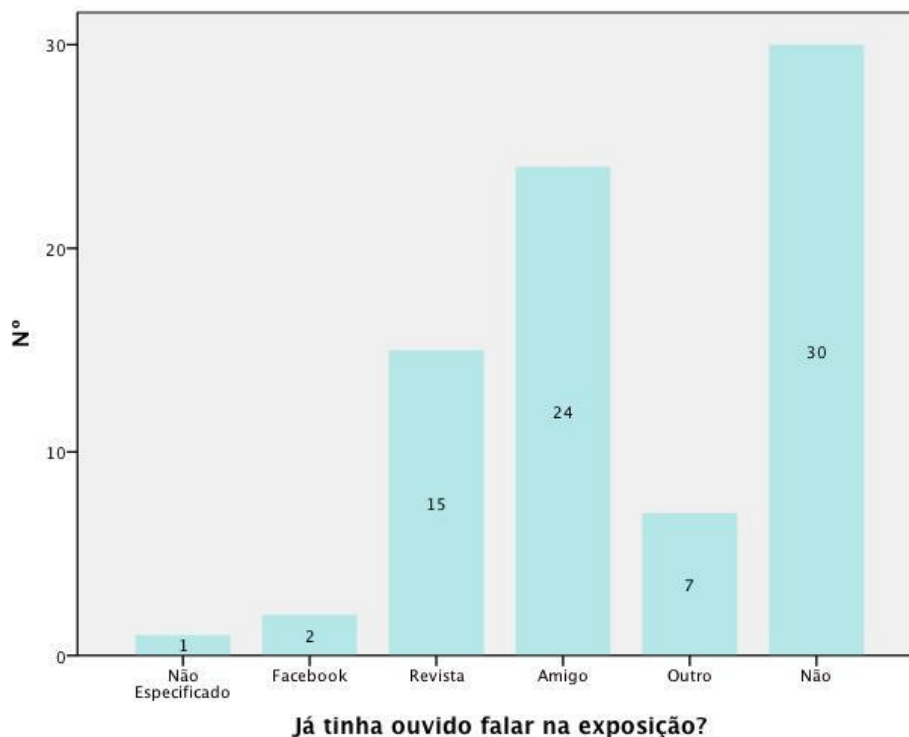


Figura 40. De que forma o visitante soube da exposição *Baixa em Tempo Real*

De acordo com os questionários dos visitantes/participantes, o tempo médio de visita à exposição foi entre os 20 e 30 minutos; através da observação indireta, observou-se que em média permaneceram entre 20 a 40 minutos na exposição.

Observaram-se também diferentes tipos de grupos que visitaram a exposição, desde o visitante que vê a exposição sozinho, grupos com 2 a 4 elementos, grupos familiares, grupos escolares ou grupos de excursões. Assim, identificaram-se 4 categorias distintas: o visitante ocasional, o visitante regular, o grupo familiar e o grupo escolar. O visitante ocasional pode ser apresentado como sendo aquele que passeia na Rua Augusta, que pode ou não conhecer a galeria Millennium e que decide entrar na exposição. De forma geral, faziam muitas perguntas, deixavam comentários no livro de agradecimentos e centravam a visita no piso 0 da galeria.

O visitante regular é caracterizado por voltar mais que uma vez à exposição e geralmente trazer amigos ou conhecidos. No caso de trazer conhecidos, fazia a visita guiada, mostrando o funcionamento das instalações. Era um tipo de visitante muito atento ao conteúdo, que observava todos os aspetos e fazia muitas perguntas aos técnicos da galeria. Se encontrasse alguma falha na exposição, apontava erros ou factos, tal como a falta de

referência ao regicídio, ou a estátua de D. João I estar virada ao contrário na instalação *Mural da Baixa*.

O grupo familiar pode ser caracterizado por demonstrar curiosidade e criar uma certa dinâmica na exposição, tende a dispersar-se e chamar a atenção entre si, sempre que encontra um elemento que considera relevante. A maioria demonstra satisfação na exposição e tece comentários sobre a sua experiência pessoal na cidade. As crianças, de forma geral, interagem com todas as instalações e por vezes são auxiliadas pelos seus familiares adultos.

O grupo escolar, a depender da faixa etária, criou diferentes dinâmicas na exposição. De forma geral, até aos 10, 11 anos de idade, as crianças viam a exposição com muita agitação, a correr de um lado para o outro, a falar alto e a chamar a atenção de alguns elementos do grupo. Observaram-se pequenos grupos, de 2 e 3 elementos, que se deslocavam em conjunto e iam alternando de instalação à medida que estas iam ficando disponíveis. Grupos com idade superior aos 12 anos, apresentavam um comportamento mais calmo, conversando entre eles, trocando impressões sobre as instalações e também interagindo com elas. Verificou-se que alguns professores utilizaram tanto a mesa exploratória como a galeria multimédia para ensinar determinado aspeto, sendo que neste momento, o grupo se concentrava em torno do professor para ouvir a explicação.

Relação entre os visitantes e os técnicos da galeria

Os técnicos da galeria tinham instruções para abordar os visitantes e auxiliar nos primeiros instantes de interação, dando indicações e demonstrando o funcionamento das instalações. No entanto, a forma como os visitantes reagiram a esta aproximação dos técnicos foi muito diferente. A maioria observou a demonstração, agradeceu-a e depois continuou a interagir, mas também foi observado que alguns visitantes se afastaram, viraram as costas aos guias da galeria ou responderem de forma desagradável.

Interação com a instalação *Mural da Baixa*

Relativamente à interação com o *Mural da Baixa*, verificaram-se vários tipos de comportamentos, que podem ser divididos em 2 grupos: os visitantes/participantes que decidiram interagir e os visitantes que decidiram não interagir.

No que diz respeito ao primeiro grupo, observou-se o visitante que, sem ler a legenda ou ter auxílio dos técnicos da galeria, segurou no iPad e começou a interagir e entender o funcionamento da instalação de forma intuitiva; o visitante que aceitou o auxílio dos técnicos da galeria e, depois de observar a demonstração, decidiu explorar; o visitante que foi auxiliado por alguém do seu grupo que lhe explicou o funcionamento, ou alguém que leu a legenda em simultâneo à interação e ia dando indicações de como interagir ou que objetos encontrar ou, por fim, o visitante que lia a legenda atentamente e, depois, segurava no iPad e procurava interagir.

Relativamente ao visitante que decidiu não interagir observaram-se diferentes comportamentos: o visitante que observava à distância mas não se aproximava; o visitante que lia a legenda durante alguns segundos e sem experimentar seguia para a instalação seguinte; o visitante que era abordado pelo técnico da galeria, observava a demonstração, mas preferia não utilizar o iPad; o visitante que não verbalizava as suas intenções e que se intimidava com o auxílio dos técnicos da galeria; ou o visitante que dizia aos técnicos que não queria ver e afastava-se.

Também, de acordo com faixa etária, se notaram diferentes comportamentos, que podem ser divididos em 4 categorias: criança, adolescente, adulto e sénior.

As crianças, de forma geral, apresentavam um comportamento destemido, deslocavam-se diretamente à instalação, seguravam no iPad e procuravam interagir, de acordo com os técnicos da galeria “conseguem segurar corretamente e explorar facilmente” é “algo natural e de fácil utilização” e entendiam o funcionamento de forma intuitiva e “automaticamente”.

O adolescente apresentou um tipo de interação semelhante ao da criança. Contudo, de acordo com os técnicos da galeria, “abusam da confiança e tentam utilizar o iPad para outros fins”, tal como tirar fotografias ou tentar aceder à internet.

Por sua vez, no caso dos adultos, é necessário dividir em dois grupos, os adultos que estão familiarizados com este tipo de tecnologia, que seguravam no iPad corretamente e, se cobriam a câmara com os dedos, procuravam outra posição para segurar o iPad. Quanto aos adultos que interagiam com o iPad pela primeira vez, de forma geral, tapavam a câmara com os dedos, tinham dificuldade em seguir o desenho ou inclinavam mal o iPad. O comportamento dos sénior é semelhante ao dos adultos, com a diferença que alguns preferiam apenas observar a demonstração dos técnicos da galeria, ao invés de segurarem o dispositivo.

Relativamente ao nível de dificuldade a interagir, 38 inquiridos responderam que era “Muito Fácil e Intuitivo”, 34 que era “Razoável” e 3 “Difícil”. Estes resultados demonstram que os inquiridos não apresentaram dificuldade em interagir com esta instalação (Figura 41). Relativamente ao tempo de visita, a maioria respondeu que demorou cerca de 3 minutos a explorar o mural sendo que 18 demoraram mais que 3 minutos e 25 menos que 3 minutos (Figura 44).

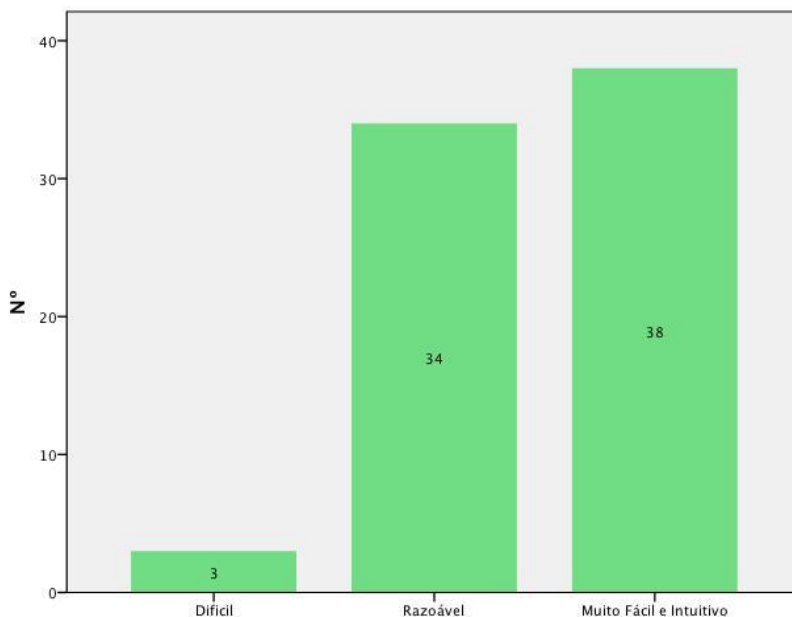


Figura 41. Classificação Geral do Tipo de Interação com o Mural da Baixa

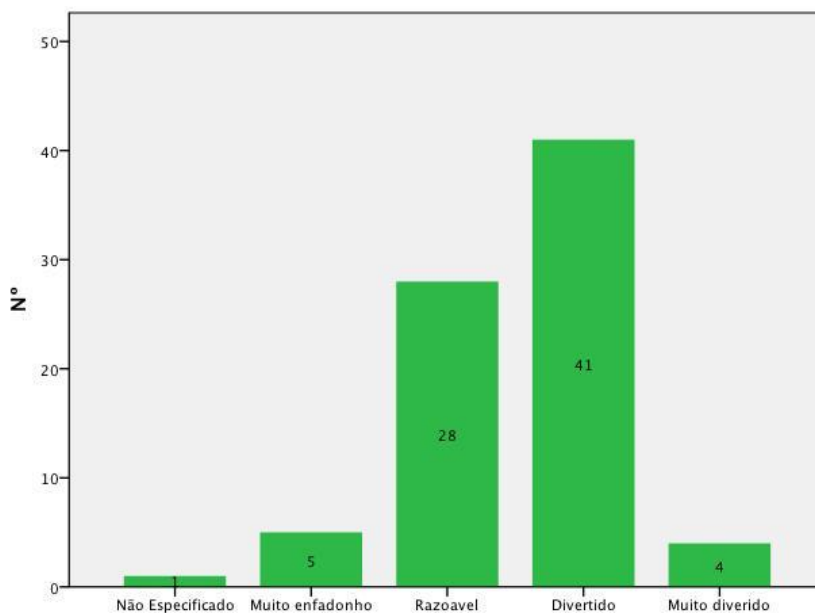


Figura 42. Classificação do Grau de Diversão com o Mural da Baixa

Relativamente ao grau de diversão, esta instalação teve 41 visitantes/participantes a afirmar que a instalação foi muito divertida, 28 responderam razoável, 5 que era muito enfadonha, 4 que era muito divertida e 1 não especificou (Figura 42). Estes resultados demonstram que 93% dos inquiridos afirma que a instalação é divertida e apenas 7% afirma o contrário.

Com base na observação indireta descrevemos dois grupos que interagiram com o mural de forma distinta, ambos compostos por um homem e uma mulher, o primeiro com idades entre os 40 e 50 e o segundo com idades entre os 35 e 45.

No primeiro grupo, os dois visitantes entram na galeria, mas logo se separam, sendo que a mulher foi para o *Mural da Baixa* e observou a pintura e o homem foi para o centro da galeria observar a instalação Multimédia, a uma certa distância (00:00:00 – início da contagem do tempo). Passados dois minutos, os 2 reuniram-se em torno do *Mural da Baixa* e o técnico da galeria mostrou o funcionamento da instalação. Ao terminar, o homem segurou o iPad, mas, segundos depois, entregou-o à mulher (00:02:00). Enquanto esta interagia com o mural, ele tirou-lhe fotografias a interagir. Em seguida (00:04:00) o homem foi ler a legenda do mural e voltou para observar a interação, dando indicações à mulher. Os dois continuaram a explorar até que o homem se afastou novamente para tirar fotografias da interação. Ao fim de 5 minutos de interação, a mulher deixou o iPad no suporte e o homem tirou fotografias à legenda (00:05:00). Ambos seguiram para a instalação táctil, mas, ao minuto 7 (00:07:00), ambos voltaram ao mural para observar a pintura e outro técnico demonstrou o funcionamento da instalação à mulher (00:08:00) e ela continuou a interagir enquanto o homem foi ler a ficha técnica da exposição; aos 10 minutos os dois voltaram novamente a explorar o mural em conjunto e o homem continuou a tirar fotografias, sendo que a mulher explorou o mural de diferentes ângulos com o iPad. Aos (00:12:00) deixaram o iPad no seu suporte e deslocaram-se para a instalação *Táctil e Multimédia*, e prosseguiram a visita à exposição.

No segundo grupo, a mulher entrou primeiro e observou o mural, segundos depois o técnico da galeria demonstrou o funcionamento e ela começou a interagir. Ao fim de 2 minutos a mulher deixou o iPad no seu suporte e começou a ler a legenda do *Mural da Baixa*. Aos 3 minutos seguiu para a legenda da instalação táctil e começou a tocar nas imagens.

Ao minuto 5 o homem chegou à galeria e dirigiu-se ao *Mural da Baixa*, segurando no iPad, a mulher voltou atrás e exploraram o mural juntos. Ao minuto 6 deixaram o iPad no

seu suporte e começaram a falar e andar em direção aos pisos superiores. 7 minutos depois voltaram ao piso 0 e dirigiram-se ao mural, interagiram por mais 1 minuto e, depois saíram da exposição.

O segundo exemplo demonstra algo que aconteceu com muita frequência, nomeadamente o voltar à mesma instalação 2 e 3 vezes, mesmo que por um período curto de tempo, para explorar outro aspeto da instalação ou demonstrar o seu funcionamento a alguém. Dos inquiridos, 16 voltaram a interagir com a instalação, sendo que 3 voltaram mais que duas vezes e 59 decidiram não voltar a interagir, 1 não especificou.

Relativamente ao *Mural da Baixa*, com maior tendência, observaram-se os visitantes que primeiro leem a legenda e, depois, tomam uma das seguintes opções:

1. decidem interagir, isto é, pegam no iPad e procuram os marcadores;
2. os visitantes que decidem não interagir e continuam para a instalação seguinte; e por fim,
3. os que são abordados pelos técnicos da galeria e são auxiliados a interagir.

Também há os visitantes que, sem ler a legenda, seguram no iPad e procuram de forma intuitiva interagir. Neste grupo identificou-se 4 padrões de interação:

1. durante a interação, vão à legenda e à imagem procurar de que forma interagir;
2. um visitante que acompanha vai à legenda e dá instruções ao outro de como interagir;
3. se manifestarem sinais que não estão a perceber, os técnicos da galeria aproximam-se e dão indicações;
4. não precisam de auxílio, não olham para a legenda e quando terminam a interação, voltam a colocar o iPad no seu suporte.

De forma a complementar esta informação, sobre o funcionamento das instalações, dos visitantes/participantes que responderam ao questionário, 16 afirmaram que, sem conhecimento sobre o funcionamento das instalações, decidiram interagir, 32 foram auxiliados pelos técnicos da galeria, 15 leram a legenda, 11 viram alguém a interagir e 5 não especificaram (Figura 43). Relativamente ao mapa de auxílio, 28 visitantes/participantes afirmam que utilizaram, 34 dizem que não foi necessário, 13 não se aperceberam da existência do mapa e 4 não especificaram.

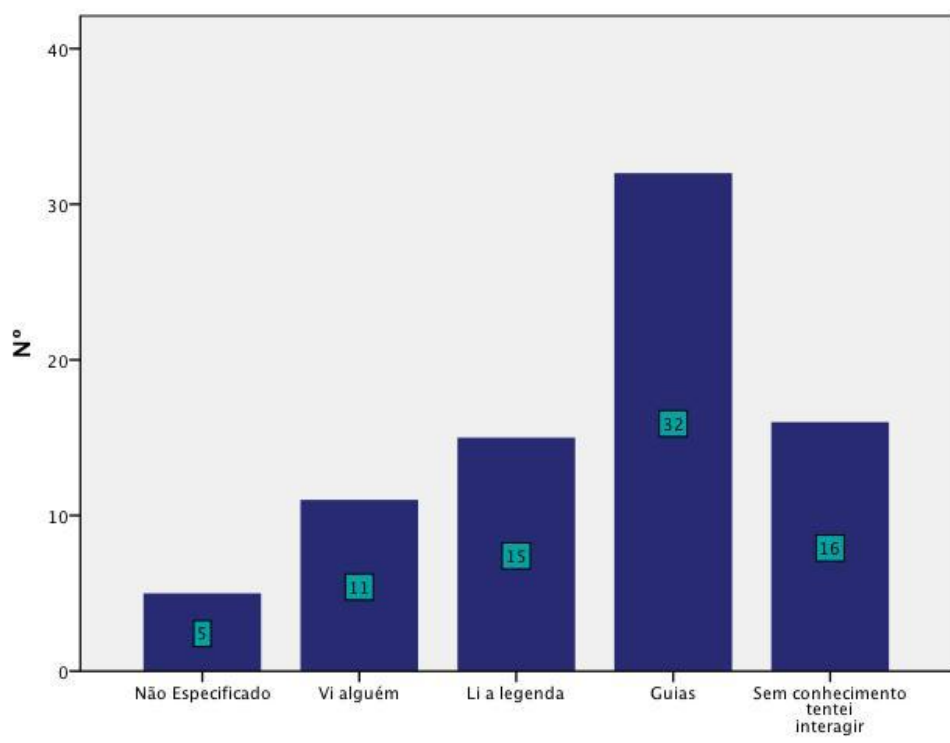


Figura 43. De que forma o visitante percebeu o funcionamento do *Mural da Baixa*

Neste tipo de instalação, apesar de ter sido inicialmente pensada para ter um visitante/participante por iPad, observou-se que 54 interagiram acompanhados, 24 sozinhos e 1 não especificou. Ou seja, possibilitou interações colaborativas, tendo sido observados grupos até 13 pessoas em volta do mesmo iPad.

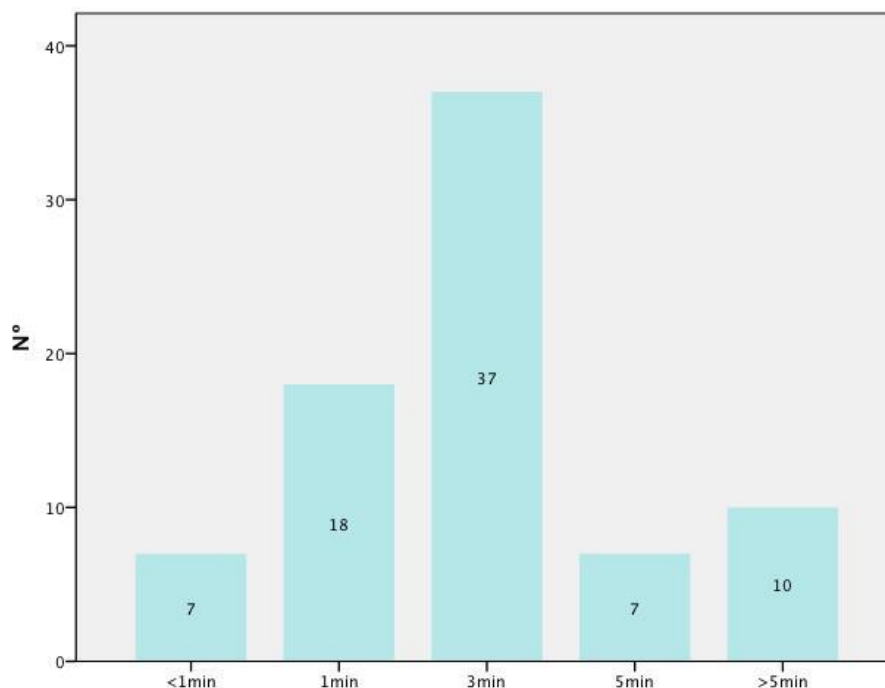


Figura 44. Tempo Aproximado de Exploração do *Mural da Baixa*

De forma geral, os visitantes/participantes não têm conhecimento sobre o que representa a RA ou o seu funcionamento. O facto de se utilizar tecnologias com as quais os visitantes/participantes ainda não se sentem familiarizados, implica que as instalações necessitem de maior apoio por parte dos técnicos da galeria e que muitos visitantes/participantes não percebam de imediato como interagir. Dos 79 inquiridos, 21 afirmaram que era a primeira vez a utilizar um iPad, 55 já tinham interagido anteriormente e 3 não especificaram.

Uma das questões solicitava ao visitante que seleccionasse os objetos que tinha visto no *Mural da Baixa*: 3 visitantes/participantes acertaram apenas num objeto, 6 visitantes/participantes acertaram em dois objetos, 9 visitantes/participantes acertaram em três objetos, 14 visitantes/participantes acertaram em quatro objetos, 34 visitantes/participantes acertaram em cinco objetos, 5 visitantes/participantes acertaram em seis objetos e 2 visitantes/participantes acertaram em mais de sete objetos, 1 não especificou. Os resultados são muito positivos, o que significa que os visitantes/participantes retiveram na memória os objetos que encontraram no mural.

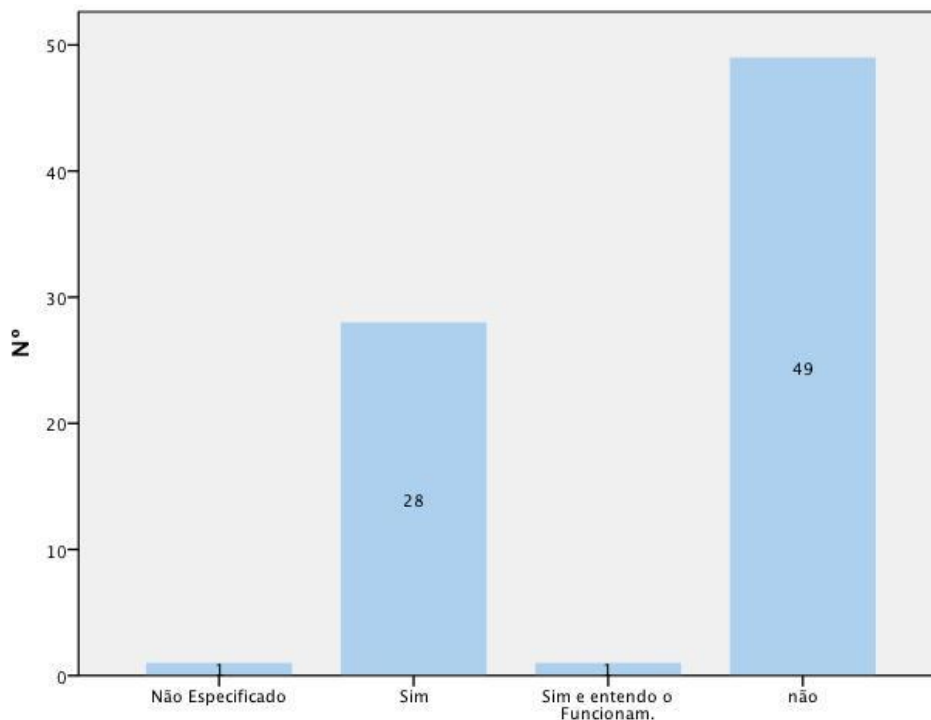


Figura 45. Conhecimento sobre a RA

Interação com a instalação de *Reconhecimento Gestual*

Na instalação de *Reconhecimento Gestual*, pretende-se observar questões diferentes da instalação anterior, nomeadamente, a relação entre o objeto digital e o real, os tipos de interação, os movimento do corpo, a usabilidade e o nível de satisfação com a instalação.

A instalação de *Reconhecimento Gestual* utilizava a réplica 3D de um objeto real da coleção do NARC, e um aspeto que se pretendia compreender era se esta instalação fazia o visitante/participante ter curiosidade em ir ver o objeto real ou não e se depois efetivamente o visitante tinha visto o objeto real. Neste sentido, de acordo com os questionários 25 visitantes/participantes sentiram curiosidade e viram o objeto real, 22 visitantes/participantes sentiram curiosidade mas não viram o objeto, 18 visitantes/participantes não sentiram curiosidade e não viram o objeto real e 4 visitantes/participantes não sentiram curiosidade mas viram o objeto real (Figura 46). A percentagem superior corresponde ao número de visitantes/participantes que sentiu curiosidade e efetivamente viu o objeto correspondente.

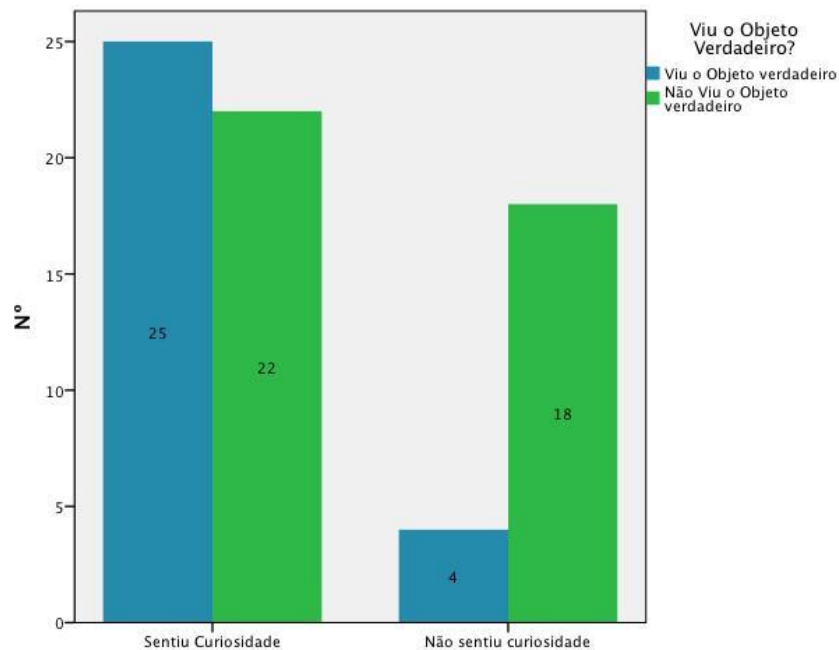


Figura 46. Curiosidade em ver o objeto real

Relativamente à forma de interagir, 54 visitantes/participantes afirmam que conseguiram manipular o objeto de forma bem sucedida, dos quais 40 sentiram evolução no controlo da instalação e 14 não sentiram evolução, e 13 visitantes/participantes afirmaram que não conseguiram manipular com sucesso o objeto, sendo que 8 sentiram evolução e 5 não sentiram (Figura 47).

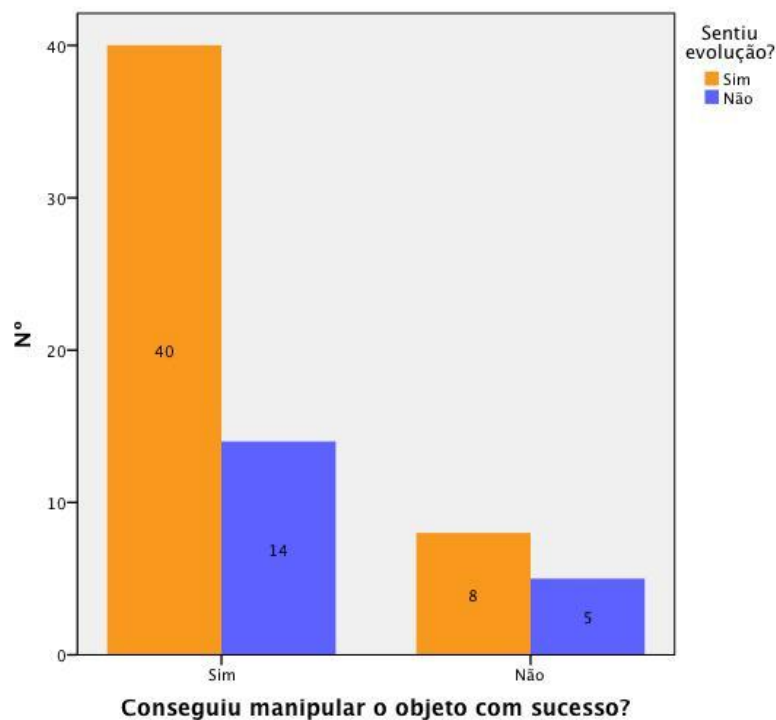


Figura 47. Relação entre manipular o objeto e sentir evolução no controlo

Relativamente ao nível de facilidade a interagir, os resultados foram semelhantes ao *Mural da Baixa*, no sentido em que 36 visitantes/participantes afirmaram que é “muito fácil e intuitivo”, 37 que é “razoável”, 1 que é “difícil” e 5 não especificaram (Figura 48).

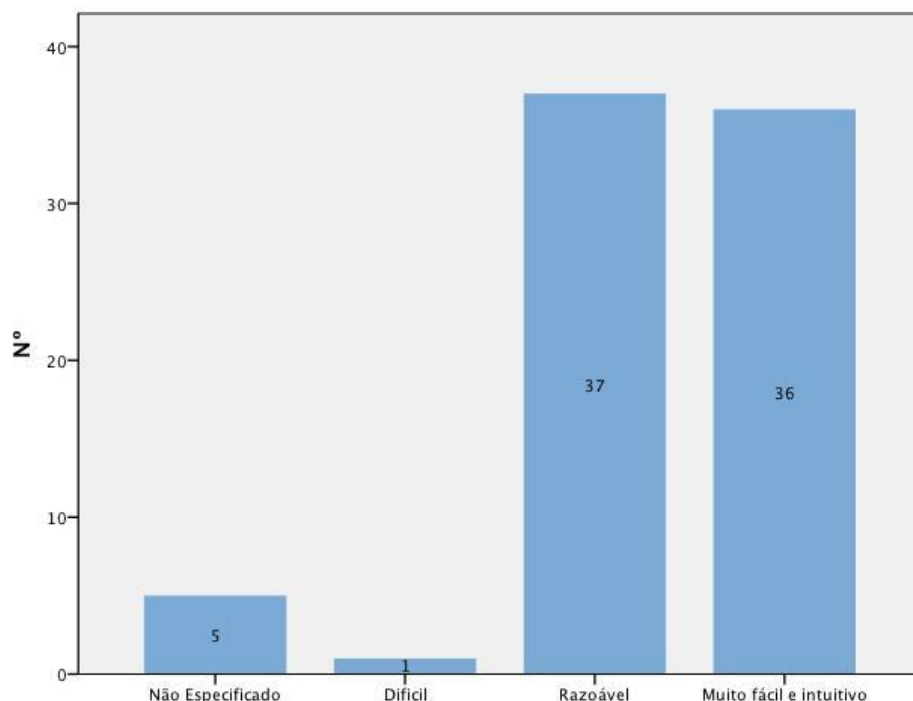


Figura 48. Classificação do Tipo de Interação

A classificação geral da instalação também demonstra um nível de satisfação alto, uma vez que 6 classificaram como “excelente”, 19 “muito bom”, 28 “bom”, 20 “razoável” e apenas 2 “má”, 4 não especificaram (Figura 49).

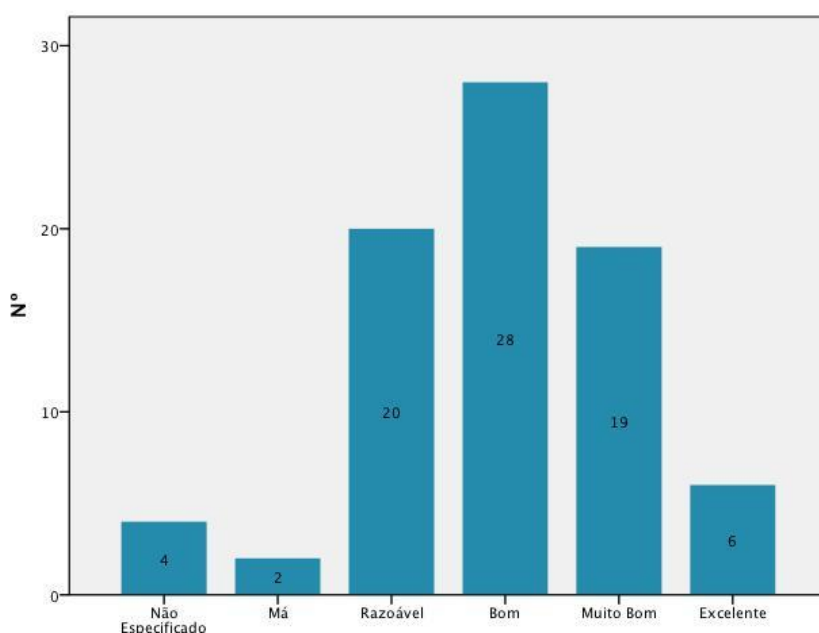


Figura 49. Classificação Geral da Instalação

Outro aspeto que se pretendeu entender foi o nível de aceitação e entendimento dos visitantes face à utilização do movimento do seu corpo para controlar a visualização de um objeto. A maioria dos visitantes/participantes (47), afirmou que não se sentiu observado, 19 afirmaram que se sentiram observados, mas isso não os incomodou, 2 afirmaram que se sentiram observados e que isso é desconfortável, 5 afirmaram que ninguém estava por perto para os observar e 6 não especificaram. Para confirmar a aceitação deste tipo de interação, 69 visitantes/participantes referiram que não se sentiram intimidados e apenas 5 referiram que se sentiram intimidados, 5 não especificaram a resposta (Figura 50).

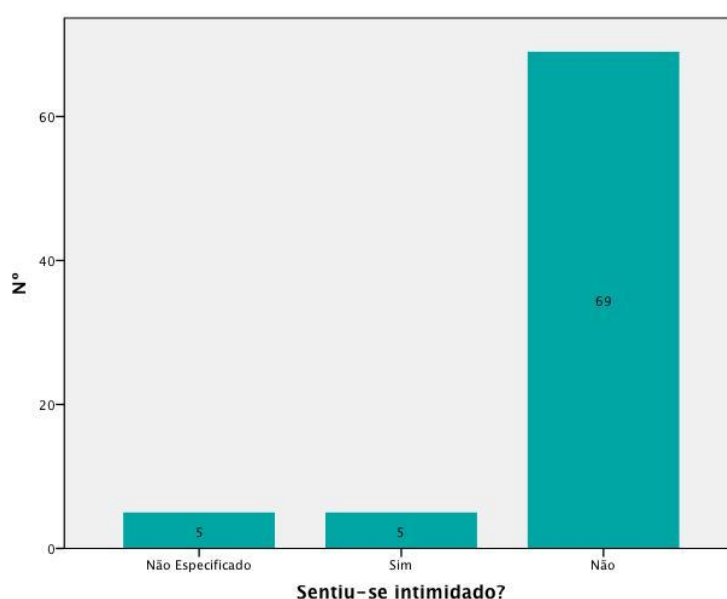


Figura 50. Questão referente à intimidação

Percursos selecionados e áreas de interação

Uma das questões do questionário dizia respeito ao percurso que o visitante/participante tinha escolhido no piso 0 da exposição. Pode-se observar pelos 9 percursos apresentados nas figuras Figura 51 e Figura 52, que não existe um único percurso que seja padrão na forma de navegação no espaço da exposição. Cada visitante escolheu o seu percurso de forma individual e consoante os elementos que mais chamavam a sua atenção. Alguns grupos permaneciam juntos enquanto que outros ficavam dispersos, chamando a atenção entre si sempre que encontravam algo relevante.

A forma de interação, também se alterou nos momentos de maior fluxo, sendo que o fato dos visitantes/participantes se observarem entre si, também funcionava como elemento apelativo, e assim que a instalação ficava livre, outro grupo deslocava-se para interagir.

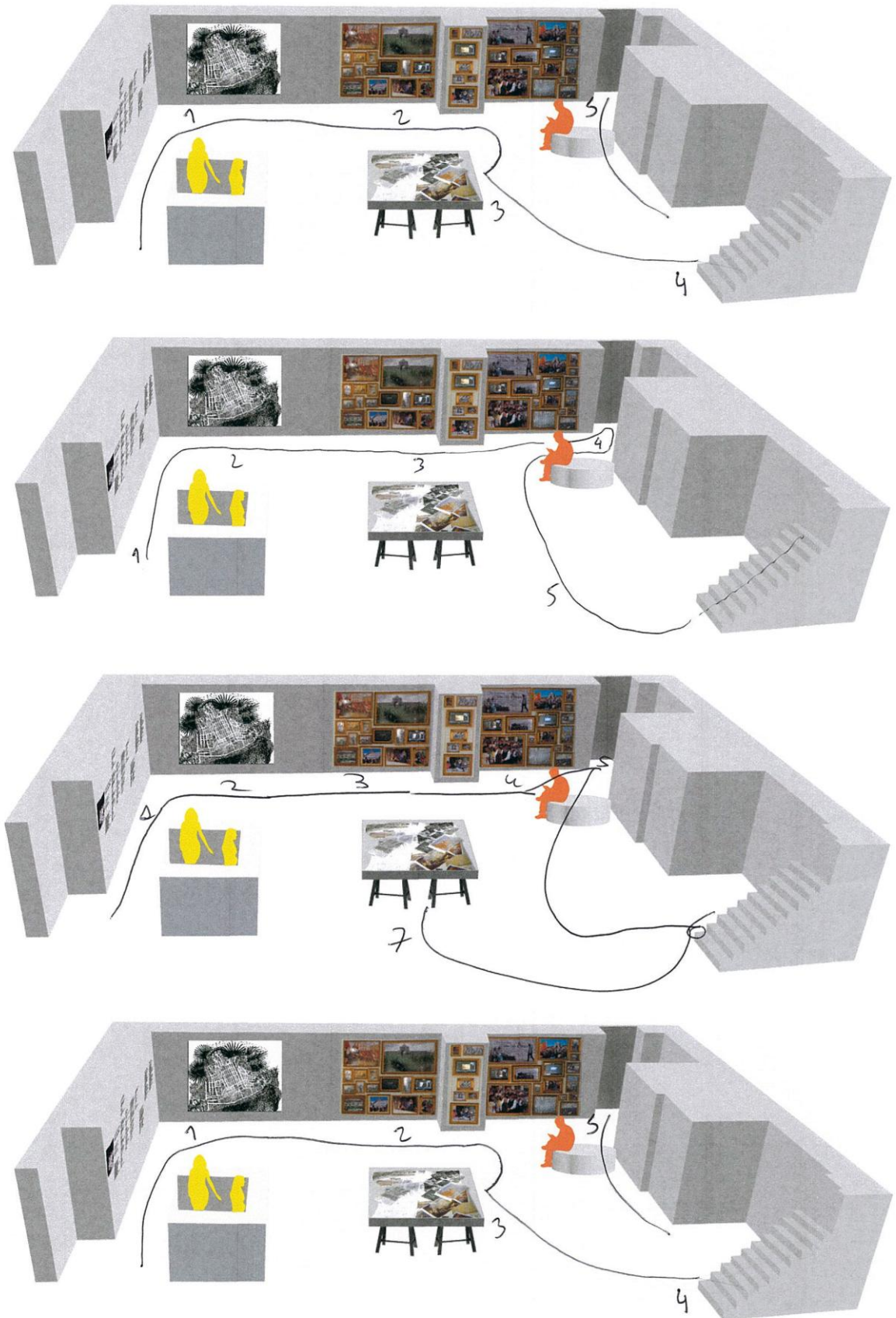


Figura 51. Percursos desenhados pelos visitantes/participantes - Parte 1

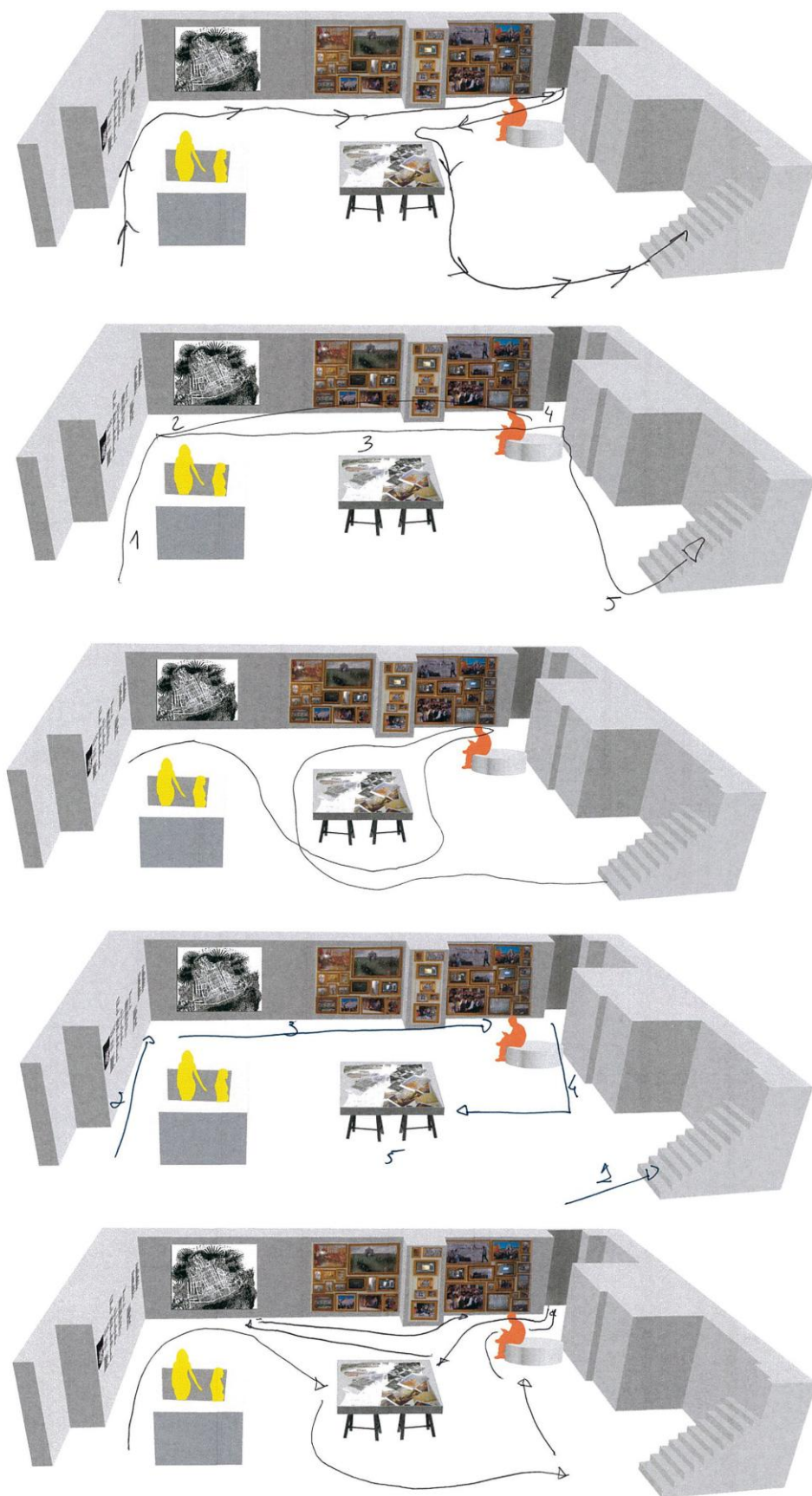


Figura 52. Percursos desenhados pelos visitantes/participantes - Parte 2

Através da observação indireta, podemos constatar outro aspeto de relevância, isto é o tempo de permanência em determinadas áreas da exposição. De acordo com a Figura 53 as áreas representadas a vermelho correspondem às áreas com maior afluência, nomeadamente a mesa exploratória e a zona de descanso, segue-se, a laranja, a instalação *Multimédia e Tátil*, a laranja mais claro, o *Mural da Baixa* e a zona dos técnicos da galeria e por último, a verde com menor afluência, a instalação *Reconhecimento Gestual* e a ficha técnica da exposição.

O nível de interesse na instalação, a vontade de demonstrar a instalação a alguém, as ações dos outros visitantes na exposição, que com muita facilidade distraem o visitante/participante, a disposição e nível de cansaço do visitante/participante (alguns visitantes ao entrarem na exposição dirigiam-se ao banco circular e observavam a exposição sentados, sendo que só após alguns instantes se levantavam e começavam a interagir).



Figura 53. Tempo de permanência nas diferentes áreas do piso 0

A instalação com maior sucesso, independentemente da faixa etária ou tipo de grupo, foi a mesa exploratória. Sem qualquer legenda, todos os visitantes/participantes se aproximavam da mesa e começavam a manipular as imagens, escolhendo as que mais lhe interessavam.

A mesa gerou muitos momentos de convívio, e também momentos educativos, tal como professores a falar sobre as imagens, com o grupo de alunos em volta. De acordo com a observação indireta, a média de permanência na mesa foi superior a 5 minutos.

A segunda instalação com maior sucesso foi a galeria multimédia, onde se viram visitantes que olhavam, por breves momentos, para as imagens ou vídeos, e permaneciam, em

média, 3 a 4 minutos, nesta instalação. Ao tipo de visitantes interessado em visualizar os 5 vídeos e ficavam em média 10 minutos, sendo que andavam para a frente e para trás e paravam no que lhes chamar mais atenção.

Em terceiro lugar, o *Mural da Baixa*, com o qual nem todos os visitantes interagiram; muitos apenas leram a legenda, alguns leram a legenda e foram auxiliados pelos técnicos da galeria interagindo posteriormente e, com menor frequência, alguns visitantes/participantes interagiram de forma independente. Os questionários permitem entender algumas razões que estão na origem deste tipo de interação, tal como a RA ser um recurso expográfico praticamente desconhecido da maioria dos visitantes e muitos nunca terem interagido com um iPad antes da exposição. A faixa etária também foi um fator de distinção no tipo de interação, sendo que os visitantes/participantes mais jovens (entre os 6 e 19 anos), tendiam a interagir de forma intuitiva sem ler a legenda, um segundo grupo (entre os 20 e 35 anos) lia a legenda com atenção antes de interagir. Por fim, com idade superior a 40 anos, encontram-se os visitantes que apenas lia a legenda e na eventualidade do técnico da galeria não demonstrar o funcionamento, não chegavam a interagir.

Em último lugar, a instalação de *Reconhecimento Gestual*, possivelmente por não estar próxima dos técnicos da galeria, teve uma taxa de utilização inferior às outras instalações. De forma geral os visitantes, mesmo depois de lerem a legenda, não entendiam de imediato o que iria acontecer e apenas alguns se colocavam numa posição adequada à experimentação.

As duas instalações interativas, apesar de terem tido uma taxa de utilização inferior às outras, foram aquelas onde os visitantes revelaram mais diversidade de comportamentos, tais como: surpresa, espanto, risos altos e manifestação de diversão e entusiasmo.

O resultado dos questionários valida esta observação, no sentido em que demonstra uma taxa de satisfação alta nos visitantes/participantes que interagiram.

Questionários aos *stakeholders*

A relevância dos questionários aos *stakeholders*⁸² não é tanto relativa à interação dos visitantes, mas mais sobre a opinião da instituição face a uma exposição com instalações que necessitam de outro tipo de envolvimento: a sensibilização dos técnicos de galeria para a necessidade de auxiliar os visitantes e mostrar-lhes a exposição, mesmo que não seja

⁸² Os *stakeholders* são os responsáveis pela galeria Millennium bcp.
Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, Departamento de Museologia

solicitado; apoio técnico a tempo inteiro; atenção redobrada à forma de interação dos visitantes, manutenção da integridade da galeria e dos equipamentos electrónicos e a aquisição de equipamentos para o espaço da galeria, quer de acessibilidade, quer de informática, tal como a instalação de internet wi-fi de qualidade para ser utilizada na galeria. Uma vez que são 3 os questionários, não iremos comparar os resultados, dado que, de forma geral, eles transmitem a mesma mensagem (ver os questionários em Apêndice).

Os 3 questionários demonstram uma reação positiva a todo o processo, desde o facto de a instituição promotora ser uma Universidade e os recursos humanos terem por base o voluntariado. Durante todo o processo da exposição, os *stakeholders* demonstraram-se receptivos a encontrarem soluções para resolver todos os percalços que foram surgindo ao longo da exposição.

Este conjunto de inquéritos que se puderam realizar junto de visitantes/participantes, dos funcionários e dos *stakeholders*, permitiu reconhecer a complexidade das observações feitas por cada grupo, e que isso resulta de um conjunto de fatores que importa ter em consideração e ler de forma integrada.

CONCLUSÃO

Apesar de algumas análises já terem sido apresentadas ao longo dos capítulos da presente tese, em forma de conclusão podem-se salientar as seguintes considerações:

1. Relativamente à experimentação realizada no primeiro caso de estudo no Petrie Museum, com base na qual desenvolveu-se o essencial do segundo caso de estudo, na exposição *Baixa em Tempo Real*, deve-se pôr em evidência os seguintes aspetos:

- De forma geral, essas experimentações permitiram entender o carácter imprevisível da interação com visitantes/participantes, na medida em que as instalações foram concebidas para um tipo de interação específico e, no contexto real, os visitantes/participantes acabaram por explorar a instalação de maneira diferente, quase sempre de forma construtiva e criativa;
- Aprendizagem a nível do contato com os visitantes, nomeadamente a ter uma abordagem de aproximação e diálogo adaptado a cada visitante;
- Entendimento sobre o papel influenciador do investigador no processo de avaliação, sendo que, inicialmente, havia uma tendência para intervir em qualquer situação de necessidade do visitante e, nas últimas apresentações aos visitantes, foi dado mais espaço, como foi esperado que o visitante/participante encontrasse uma solução para o seu aparente problema, ao interagir;
- Aperfeiçoamento ao nível de criação de questionários, a nível formal, de conteúdo e de estratégia;
- Este estudo também permitiu estabelecer e compreender melhor uma metodologia de avaliação e de implementação mais eficaz e fundamentada, que veio a ser utilizada no estudo seguinte.
- Este caso permitiu também aprofundar a metodologia de design iterativo, para a criação de exposições, posteriormente utilizada na exposição *Baixa em Tempo Real*.

2. A metodologia iterativa revelou-se como sendo da maior importância, quando utilizada como recurso para o desenvolvimento de instalações museológicas, na medida em que permite, de forma dinâmica, envolver diferentes interlocutores durante o processo de conceção, desenvolvimento prototipagem e apresentação.

3. A metodologia de avaliação *in the wild* revelou-se também ser particularmente adequada à compreensão de aspetos mais subtis da avaliação dos visitantes quando é necessária uma

abordagem mais orientada para os comportamentos dos visitantes/participantes quando colocados perante recursos tecnológicos pouco divulgados.

4. A utilização de instalações em RA como recurso para o design de exposições revelou-se, por seu lado, como sendo um meio eficaz, capaz de dialogar com diferentes tipos de visitantes/participantes, suscitando um olhar mais atento, mesmo quando marcado por uma fase inicial de curiosidade e inquietação.

5. Na implementação destes processos/instalações importa ter em consideração a existência de determinadas barreiras, em sintonia com o facto relevante da crescente divulgação e utilização de dispositivos móveis, os quais, em última análise, viabilizam as instalações em RA, tal como podem ser entendidas e pensadas no momento em que foi elaborada esta tese.

Existem inúmeras barreiras a serem ultrapassadas no processo de modernização dos museus, quer sejam barreiras a nível da instituição, de mentalidade, sociais ou tecnológicas.

A infraestrutura necessária para implementar RA, em termos de *hardware* e *software* e da sua manutenção, é um aspeto que deve ser tido em consideração, relativamente aos seus custos e representa determinados riscos a correr, em particular no que respeita à infraestrutura de acesso à internet e à qualificação dos técnicos de manutenção. Tanto na exposição *Baixa em Tempo Real* na galeria Millennium, como na exposição *Baixa e Catete em Tempo Real*, as infraestruturas e manutenção revelaram grandes fragilidades, apenas ultrapassadas com alguma dificuldade.

O exemplo da difusão de dispositivos, estatísticas do número de *smartphones* ou *tablets* comercializados na última década, a acessibilidade a estes dispositivos e a sua tendência crescente, dão consistência e razão ao estudo da RA como recurso aplicado à Expografia, onde os visitantes/participantes podem interagir com a exposição através dos seus dispositivos móveis.

Apesar da utilização de *smartphones* ou *tablets* não ser uma realidade que possa ser generalizada aos vários países, não é possível ignorar a sua tendência de crescimento. Aliado a este fenómeno, o acesso a redes 3G e 4G permite que cada vez mais o visitante/participante esteja permanentemente ligado à rede e recetivo a interagir em qualquer lugar e a qualquer momento. Tal como Perry et al referem, a computação móvel suporta o paradigma de ‘anytime anywhere access’⁸³ (Perry et al., 2001) o que significa que os visitantes/participantes têm acesso contínuo à capacidade de computação e recursos *web*, em qualquer lugar, a qualquer altura. Deste modo, os dispositivos móveis tornaram-se dispositivos computacionais ubíquos, ao encontrarem-se, praticamente, em todos os lugares e com a possibilidade de estarem ligados à internet. Ao serem transportados pelos

⁸³ “Acesso em qualquer momento, em qualquer lugar”.

visitantes/participantes, acabam por estar presentes quando ocorrem interações com objetos, em possíveis ambientes de sistema de Computação Ubíqua. É importante referir que, aliado a esta massiva disponibilização destes dispositivos, os visitantes/participantes estão cada vez mais familiarizados com estas tecnologias e metáforas computacionais subjacentes. De forma generalizada, os visitantes mais jovens, desde cedo aprendem a interagir com estes dispositivos, da mesma forma que os visitantes séniores reaprendem novas formas de interação. Estes factos foram possíveis de constatar, tanto no primeiro como no segundo caso de estudo.

6. Em resultado das reflexões acima apresentadas, também podemos concluir que existe um novo lugar e função do visitante/participante no processo de desenvolvimento das instalações museológicas, na medida em que se recorre ao seu *feedback* e contributo para validar as instalações e verificar se estas estão a atingir os objetivos propostos. Neste sentido, explorou-se um processo de design de instalações de forma colaborativa. O mesmo é já realizado nos processos que se reconhecem no âmbito da Sociomuseologia. Contudo, o que diferencia esta prática, é que, no contexto desta tese, o contributo do visitante/participante foi utilizado sem estar propriamente integrado em processos de museologia participativa. Esta conclusão em nada reduz a dimensão ou as características da participação comunitária mas, antes pelo contrário, põe em evidência que também, em processos não comunitários, a riqueza dos procedimentos participativos pode constituir uma mais valia substancial.

7. Também se pode concluir que se está numa situação que permite assistir a uma mudança fundamental na forma como a exposição museológica e, porventura, outros tipos de exposição, é usufruída, pelo facto de se passar de um processo que se poderia chamar de percurso, para exposições em forma de constelação, onde cada ponto pode existir por si só, independente do seu lugar e da sua relação com os restantes elementos/instalações de cada exposição. Reconhece-se, no entanto, que, na verdade, os elementos/instalações interagem mas não de forma discursiva com os restantes elementos da exposição.

Da sequência obtida pela observação de elementos quase de forma cronológica (percurso museológico), os museus e as exposições abrem-se a novas possibilidades de leitura não ordenada sequencialmente, que, de certa forma, são resultado da utilização de novos recursos tecnológicos, concetuais e de novos padrões comportamentais e de interação.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- Academia das Ciências de Lisboa. (2001). *Dicionário da Língua Portuguesa Contemporânea* (2 volumes). Lisboa: Editorial Verbo.
- Allen, S. (2004). Designs for Learning: Studying Science Museum Exhibits That Do More Than Entertain, *Science Education*, (vol. 88(S1), S17-S33). John Wiley & Sons.
- Allen, S., Gutwill, J, Perry, D.L., Garibay, C., Ellenbogen, K.M., Heimlich, J.E., Reich, C.A., & Klein, C. (2007). Research in museums: coping with complexity. In Falk, J., Dierking, L., & Foutz, S. (Eds.). *In principle, in practice: Museums as learning institutions* (pp. 229-245). Lanham, MD: AltaMira Press.
- Almeida, A. M. (2005). O contexto do visitante na experiência museal: semelhanças e diferenças entre Museus da Ciência e de Arte. In *História, Ciências, Saúde*, v.12 (suplemento) p. 31-53. Manguinhos, Rio de Janeiro.
- Anastassova, M., Burkhardt, J. M., & Megard, C. (2007a). User-centered Design and Evaluation of Augmented Reality Systems for Industrial Applications. In Richir, S. (Ed.) *VRIC Laval Virtual Proceedings* (April 18-20, pp. 215-224). Laval, France.
- Anastassova, M., Megard, C., & Burkhardt, J. M., (2007b). Prototype Evaluation and User Needs Analysis in the early Design Emerging Technologies. In *Human Computer Interaction 2007* (pp. 383-392). Beijing, China: Springer-Verlag.
- Antunes, M. (2013). *SPSS para uma utilização do SPSS-statistical package for the social sciences*. (9ª reimpressão). Lisboa: Centro de Estudos da População, Ambiente e Desenvolvimento, ULHT. (Original publicado em 1986).
- Aoki, M., Woodruff, A., Hurst, A. & Szymanski, M. H. (2001). Electronic Guidebooks and visitor attention. In *International Cultural Heritage Informatics Meeting (ICHIM 2001)*, Milan, Italy. Disponível em: <http://www.archimuse.com/publishing/ichim01vol1/woodruff.pdf> . Acedido a 5 de Julho de 2013.
- Arnheim, R. (1994). *Arte e Percepção Visual*. São Paulo: Livraria Pioneira Editora.
- Azuma, R. (1997). A Survey of Augmented Reality. In *Presence: Teleoperators and Virtual Environments* (6, August 1997, pp. 355-385).
- Azuma, R. (1993, July)). Tracking Requirements for Augmented Reality. In *Communications of the ACM*, 7 (julho, 1993), 50-51.
- Ballard, D. (1982) *Computer Vision*, Prentice-Hall.

- Bourdieu, P. (1999). A escola conservadora: as desigualdades frente à escola e à cultura. In Nogueira, M. A., Catani, A. (1999). *Escritos de educação* (2ª. ed.) Petrópolis: Vozes (Original em francês, publicado em 1966).
- Billingham, M. (2002, December). *Augmented Reality in Education: new horizons for learning*, December 2002. Disponível em: <http://www.newhorizons.org/strategies/technology/billinghurst.htm>. Acedido a 11 de Agosto de 2013.
- Brignull, H. & Rogers, Y. (2003, September 1-5). Enticing people to interact with large public displays in public spaces. In *Proceedings of INTERACT' 03*, Zurique. pp. 17-24.
- Brown, B., Reeves, S., & Sherwood, S. (2011). Into the wild: Challenges and opportunities for field trial methods. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems CHI'11* (pp. 1657-1666). New York: ACM.
- Bruno, C. (1997). Museologia e museus: princípios, problemas e métodos. In *Cadernos de Sociomuseologia nº 10*, ed. Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias. Lisboa: Edições Universitárias Lusófonas.
- Cardoso, P. (2014). *Arguência/Júri Prévio Ana Maria Moutinho*. Lisboa.
- Cardoso, P. (2011). *A Cultura Perante o Património*. Documento apresentado à Universidade de Lisboa, para provas de Pós-Doutoramento, Lisboa: IGAC.
- Cardoso, P. (2010). *O património perante o desenvolvimento*. Tese apresentada ao Departamento de Arquitetura, Urbanismo, Geografia e Artes da Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias para obtenção do grau de doutor, orientada por Judite Santos Primo, Lisboa.
- Cardoso, P. (2004). *Preservar e desenvolver em Museologia. Contributo para o estudo do objecto e do processo museológico*. Dissertação apresentada ao Departamento de Arquitetura, Urbanismo, Geografia e Artes da Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias para obtenção do grau de mestre, orientada por Judite Santos Primo, Lisboa.
- Caulton, T. (1998). *Hands-on exhibitions: managing interactive museums and science centres*. London: Routledge.
- Caudell, T., & Mizell, D. (1992). Augmented reality: an application of heads-up display technology to manual manufacturing processes. In *Proceedings of 1992 IEEE Hawaii International Conference on Systems Sciences*. Hawaii (pp. 659-669).
- Classroom Learning with AR (2010). *Trends in EdTech wiki*. Documento disponível em: <http://augreality.pbworks.com/Classroom-Learning-with-AR>. Acedido a 15 de Outubro de 2013.

- Consolvo, S., Harrison, B., Smith, I., Chen, MY, Everitt, K., Froehlich, J., & Landay, JA. (2007). Conducting In Situ Evaluations for and With Ubiquitous Computing Technologies. *International Journal of Human-Computer Interaction* (22(1), 22(1), 107-122. Acedido em 5 de julho de 2013 em <http://dub.washington.edu/djangosite/media/papers/IJHCI-2007-consolvoEtAl.pdf>
- Costa, M. (2011). *Projeto de pesquisa: entenda e faça*. 2. ed. Petrópolis: Vozes.
- Craig, A. (2013). *Understanding augmented reality : concepts and applications*. Waltham, Ma: Morgan Kaufmann.
- Crawford, C. (2002). *The Art of Interactive Design: a euphonious and illuminating guide to building successful software*. San Francisco, CA: No Starch Press.
- Da costa, R. (2012). *Expografia Moderna e contemporânea: Diálogo entre arte e arquitetura*. SIAM. Series Iberoamericanas de Museología, 8. Acedido a 28 de setembro de 2014 https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/11590/57537_6.pdf?sequence=1
- Damala, A. (2009). *Interaction Design and Evaluation of Mobile Guides for the Museum Visit: A Case study in Multimédia and Mobile Augmented Reality*. PhD Thesis, Centre d'Etude et de Recherche en Informatique du CNAM, Conservatoire National des Arts et Metiers, Orientada por Pierre Cubaud, Paris.
- Damala, A., & Kockelkorn, H. (2006). A Taxonomy for the Evaluation of Mobile Museum Guides. In *Proceedings of the 8th Conference on Human-Computer interaction with Mobile Devices and Services* (vol. 159, pp. 273-274). Helsinki, Finland, September 12 - 15, 2006, MobileHCI '06. New York: ACM.
- Dean, D. (1994). *Museum exhibition. theory and practice*. London:Routledge.
- Dix, A., Finlay, J., Abowd, G. & Beale, R. (2001). *Human Computer Interaction*. Harlow: Prentice Hall.
- Dunser, A., Grasset, R. & Billinghamurst, M. (2008). A Survey of Evaluation Techniques Used in Augmented Reality Studies. In *1st ACM SIGGRAPH Conference and Exhibition in ASIA 2008*. New York: ACM. Artigo on-line consultado a 6 de julho de 2013 em <http://www.hitlabnz.org/administrator/components/comjresearch/files/publications/a5-dunser.pdf>
- Dunser, A. Grasset, R., Seichter, H. & Billinghamurst, M. (2007). Applying HCI Principles to AR Systems Design. In *Proceedings 2nd International Workshop on Mixed Reality User Interfaces: Specification, Authoring, Adaptation (MRUI 2007)*. Charlotte, North Carolina. Artigo on-line consultado a 6 de julho de 2013 em

<http://ir.canterbury.ac.nz/bitstream/10092/2340/1/126048902007-MRUI-ApplyingHCIprinciples.pdf>

- Eco, U. (2005). *Obra Aberta: forma de intermediação nas poéticas contemporâneas*. São Paulo: Perspetiva. (Original publicado em 1962).
- Falk, J., & Dierking, L. (2000). *Learning from museums: visitor experiences and the making of meaning*. Boston/Maryland: Altamira Press.
- Falk, J., & Dierking, L. (1992). *The Museum experience*. Washington: Whalesback Books.
- Falk, J., & Dierking, L. & Adams, M. (2006). Living in a Learning Society: Museums and Free-choice Learning. In Macdonald, S. (ed.) *A Companion to Museum Studies*. London: Blackwell Publishing.
- Fatah gen. Schiek, A., & Moutinho, A. (2012). ArCHI: Engaging with Museum Objects Spatially Through Whole Body Movement. In *Proceedings Academic MindTrek'12: International Conference on Media of the Future*. pp. 39-45.
- Feiner, S. (2011). Augmented Reality: a long way off? AR Week. In *Pocket-lint*, (3 março).
- Frechtling-westat, J., Frierson, H., Hood, S. & Hughes, G. (2002). *The 2002 User Friendly Handbook for Project Evaluation*. Virginia: The National Science Foundation. Artigo on-line consultado a 5 de julho de 2013 em <http://www.nsf.gov/pubs/2002/nsf02047/nsf02047.pdf>
- Gabbard, J. & Swan, E. (2008). Usability Engineering for Augmented Reality: Employing User Based Studies to Inform Design. In *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 14, pp. 513-525.
- Gabbard, J. et al., (2002). Usability Engineering: Domain Analysis Activities for Augmented Reality Systems. In Woods, A., Merritt, J., Benton, S., & Bolas, M. (eds.) *Proceedings SPIE Vol. 4660, p. 445 - 457, Stereoscopic Displays and Virtual Reality Systems IX*, Photonics West 2002, Electronic Imaging Conference, San Jose, CA.
- Gandy, M. MacIntyre, B., Dow, S., & Bolter, J. D. (2007). Supporting Early Design Activities for AR Experiences. In Haller, M., Billinghamurst, M. & Bruce, T. (Eds.), *Emerging Technologies of Augmented Reality, Interfaces and Design* (pp. 160-180). Hershey, USA: Idea Group Publishing.
- Gilman, B. (1916). Museum fatigue. In *The Scientific Monthly*, No. 1, pp. 62-74.
- Grasset, R., Dunser, A. & Billinghamurst, M. (2007). Human-Centered Development of an AR Handheld Display. *ISMAR, 2007, 2013 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR)*, pp. 1-4.

- Gutwill, J.P., Allen, S. (2010). *Group Inquiry at Science Museum Exhibits: Getting Visitors to Ask Juicy Questions*. Exploratorium Professional Series. Walnut Creek: Left Coast Press.
- Hagen, P., Robertson, T., Kan, M., & Sadler, K. (2005). Emerging Research Methods for Understanding Mobile Technology Use. In *Proceedings of OzCHI'05* (Australia, 23-25 Nov. pp. 1-10). New York: ACM. Artigo on-line consultado a 5 de julho de 2013 em <http://research.it.uts.edu.au/idhup/wordpress/wp-content/uploads/2009/10/HagenOzCHI2005.pdf>
- Haller, M., Billingham, M. & Bruce, T. (2007). *Emerging Technologies of Augmented Reality, Interfaces and Design*. Hershey, USA: Idea Group Publishing.
- Hamilton, K. (2011). *Augmented Reality in Education Wiki*: Disponível em <http://wik.ed.uiuc.edu/index.php/AugmentedRealityinEducation>
- Hamilton, K. & Olenewa, J. (Maio, 2010). *Augmented reality in education* [PowerPoint slides]. Documento online disponível em: <http://www.authorstream.com/Presentation/k3hamilton-478823-augmented-reality-in-education/>. Acedido a 10 de Setembro de 2013.
- Haque, U. (2006). Architecture, Interactions, Systems. In *AU: Arquitetura & Urbanismo*. Artigo on-line consultado a 5 de julho de 2013 em <http://www.revistaau.com.br/arquitetura-urbanismo/149/artigo26764-1.asp>.
- Henderson, S. & Feiner, S. (2007). Augmented Reality for Maintenance and Repair (ARMAR). In *Technical Report AFRL-RH-WP-TR-2007-0112*, United States Air Force Research Lab, (Jul 2007). Artigo on-line consultado a 5 de julho de 2013 em <http://graphics.cs.columbia.edu/projects/armar/pubs/hendersonfeinerAFRLRH-WP-TR-2007-0112.pdf>
- Hindmarsh, J., Heath, C., vom Lehn, D., & Cleverly, J. (2005). Creating Assemblies in Public Environments: Social Interaction, Interactive Exhibits and CSCW. In *Journal of Computer Supported Collaborative Work* (JCSCW) (14(1), pp. 1-41). Artigo on-line consultado a 5 de julho de 2013 em <http://www.vom-lehn.net/DirkvomLehn/Museums&Technologyfiles/hindmarsh-et%20al.%20JCSCW-2005-vol15-1-ghostship.pdf>
- Höllerer, T. H., & Feiner, S. K. (2004). Mobile Augmented Reality. In Karimi, H. A. & Hammad, A. (Eds.), *Telegeoinformatics: Location-Based Computing and Services*, (pp. 392-421). CRC Press.
- Hooper-Greenhill, E. (1994). Communication in theory and practice. In Hooper-Greenhill, E. (ed.) *Museums and their visitors* (pp. 35-53). Londres, Routledge,.

- Hornecker, E. (2010). Interactions Around a Contextually Embedded System. In *Proceedings of TEI'10* (pp. 169-176). Boston: ACM 2010. Artigo on-line consultado a 5 de julho de 2013 em <http://www.ehornecker.de/Papers/JuraFinalWeb.pdf>
- Hornecker, E. & Nicol, E., (2011). Towards the Wild: Evaluating Museum Installations in Semi-Realistic Situations. In *Proceedings of Re-thinking Technology in Museums 2011 Conference* (pp. 49-60). Ireland: University of Limerick. Artigo on-line consultado a 5 de julho de 2013 em <http://www.ehornecker.de/Papers/HorneckerNicolFinal.pdf>
- Hornecker, E. & Stifter, M. (2006). Learning from Interactive Museum Installations About Interaction Design for Public Settings. In *Proceedings of OzCHI'06* (pp. 135-142). Sydney: ACM. Artigo on-line consultado a 5 de julho de 2013 em <http://www.ehornecker.de/Papers/OzCHI06TMW.pdf>
- Huhtamo, E. (2002). On the origins of the Virtual Musuem. In *Virtual Museums and Public Understanding of Science and Culture*. May 26-29, Stockholm, Sweden. Artigo disponível em:
<http://www.nobelprize.org/nobelorganizations/nobelfoundation/symposia/interdisciplinary/ns120/lectures/huhtamo.pdf> Acedido a 10 de junho de 2012
- Humphrey, T. et al. (2005). *Fostering Active Prolonged Engagement*. The Art of Creating APE Exhibits, (The Exploratorium APE Team). Walnut Creek: Left Coast Press. Artigo on-line consultado a 5 de julho de 2013 em <http://www.lcoastpress.com/bookgetfile.php?id=124&type=excerpt>
- Jordan, B., Henderson, A. (1995). Interaction Analysis: Foundations and Practice. In *The Journal of the Learning Sciences*. 4(1) pp. 39–103. Artigo on-line consultado a 5 de julho de 2013 em <http://www.lifescapes.org/Papers/94%20IA%20IRL.pdf>
- Juniper Research (2011). *Mobile Augmented Reality*. Documento disponível em: <http://juniperresearch.com/reports/mobileaugmentedreality> . Acedido a 10 de Julho de 2013.
- Kelly, L., Savage, G., Griffin, J., & Tonkin, S. (2004). *Knowledge Quest: Australian Families Visit Museums*. Sydney: Publicação conjunta entre o Australian Museum e o National Museum of Australia. Artigo on-line consultado a 5 de julho de 2013 em <http://web1.australianmuseum.net.au/Uploads/Documents/2593/knowledge-quest.pdf>
- Kent, J. (2011). *The Augmented Reality Handbook - Everything You Need to Know About Augmented Reality*. Emereo Pty Limited.

- Kerawalla, L., Luckin, R., Selijefot, S., & Woolard, A. (2006). Making it real: Exploring the potential of augmented reality for teaching primary school science. In *Virtual Reality*, 10(3-4), 163-174
- Kjeldskov, J. & Graham, C. (2003). A Review of Mobile HCI Research Methods. In *Proceedings of MobileHCI'03* (pp. 317-335) Springer.
- Kjeldskov, J., Skov, M., Als, B., & Hoegh, R. (2004). Is It Worth the Hassle? Exploring the Added Value of Evaluating the Usability of Context-Aware Mobile Systems in the Field. In *Proceeding of MobileHCI'04* (pp. 61-73). Artigo on-line consultado a 5 de julho de 2013 em <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.86.2504&rep=rep1&type=pdf>
- Klinker, G., Ahlers, K., Breen, D., Chevalier, P.-Y., Crampton, C., Greer, D., et al., (1997). Confluence of Computer Vision and Interactive Graphics for Augmented Reality. In *Presence: Teleoperators and Virtual Environments (Special issue on Augmented Reality)*, pp. 433-451, Vol. 6(4), Aug. 1997, MIT Press Journal.
- Klopfer, E., & Yoon, S. (2004). Developing games and simulations for today and tomorrow's tech savvy youth. In *TechTrends*, 49(3), 41-49.
- Kolstee, Y. (2012). Introducing added worlds: Augmented Reality is here!. In *AR[t] Augmented Reality, Art and Technology*. (nr 01, pp8-11). Hague: ARLab.
- Konkle, T. (2011). The Role of Real-World Size in Object Representation. PhD thesis. Massachusetts Institute of Technology, Department of Brain and Cognitive Sciences.
- Kuniavsky, M. (2003). Observing the user experience: a practitioner's guide to user research. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers.
- Licklider, J. (1960). Man-Computer Symbiosis. In *IRE Transactions on Human Factors in Electronics*, (volume HFE-1, March 1960, pp 4-11). Artigo on-line consultado a 5 de julho de 2013 em <http://groups.csail.mit.edu/medg/people/psz/Licklider.html>
- Lord, B. & Lord, G. D. (2002). *The Manual of Museum Exhibitions*. Walnut Creek: Altamira Press.
- Love, S. (2005). *Understanding mobile human-computer interaction*. Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann. Livro on-line consultado a 5 de julho de 2013 em <http://metro-natshar-31-71.brain.net.pk/articles/0750663529.pdf>
- Marshall, P., Morris, R., Rogers, Y., Kreitmayer, S. & Davies, M. (2011). Re-thinking 'multi-user': An in-the-wild study of how groups approach a walk-up-and-use tabletop interface. In *Proceedings of CHI'11*. New York: ACM. Artigo on-line consultado a 5 de julho de 2013 em <http://mcs.open.ac.uk/pervasive/pdfs/MarshallCHI2011.pdf>

- Martin-Barbero, J. (1995). América Latina e os anos recentes: o estudo da recepção em comunicação social. In: Wilton Sousa, M. (org.). *Sujeito, o lado oculto do receptor* (pp. 39-68). São Paulo: Brasiliense/ECA-USP.
- Miles, R. (1989). L'évaluation dans son contexte de communication. In Schiele, B. (ed.). *Faire voir faire savoir: la muséologie scientifique au present* (pp. 145-55). Québec: Musée de la Civilisation.
- Milgram, P., Takemura, H. Utsumi, A & Kishino, F. (1994). Augmented Reality: A class of displays on the Reality-Virtuality Continuum. In *SPIE, Telem manipulator and Telepresence Technologies*, (2351, 282-292). Artigo on-line consultado a 5 de julho de 2013 em <http://etclab.mie.utoronto.ca/publication/1994/MilgramTakemuraSPIE1994.pdf>
- Möhring, M., Lessig, C., & Bimber, C. (2004). Video See-Through AR on Consumer Cell Phones. In *Proceedings of International Symposium on Augmented and Mixed Reality (ISMAR'04)*, pp. 252-253.
- Morrison, P., and Morrison, P. (1990). *Powers of Ten: About the Relative Size of Things in the Universe*. New York: Scientific American Books.
- Moutinho, A. (2013). Instalações Interativas e Recursos Expográficos da Exposição. In *Catálogo da Exposição Baixa em Tempo Real*. Lisboa: Departamento de Museologia da Universidade Lusófona.
- Moutinho, A., and Fatah gen. Schieck, A. (2012). Exploring a prototyping platform as a generator of performative interactions in a museum context. In *Workshop Designing Performative Interactions in Public Spaces DIS - Designing Interactive Systems, 2012*, Newcastle, p. 1-2.
- Moutinho, A. & Pereira, J. (2013). Mural da Baixa em Realidade Aumentada. In *Catálogo da Exposição Baixa em Tempo Real*. Lisboa: Departamento de Museologia da Universidade Lusófona.
- Moutinho, M. (2013). Os conceitos geradores da exposição. In *Catálogo da Exposição Baixa em Tempo Real*. Lisboa: Departamento de Museologia da Universidade Lusófona.
- Moutinho, M. (1994). A construção do objecto museológico. In *Cadernos de Sociomuseologia* nº4, Centro de Estudos de Sociomuseologia, Lisboa: Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias.
- Mullen, T. (2011). *Prototyping Augmented Reality*. Indianapolis: John Wiley & Sons.
- Norman, D. (1990). *The psychology of everyday things*. New York: Basic Books.

- Perry, M. O'Hara, K., Sellen, A., Brown, B. E., & Harper, R. (2001, December). Dealing with mobility: understanding Access Anytime, Anywhere. In *ACM Transaction on Computer-Human Interaction*. 8, 323-347.
- Pinelle, D. & Gutwin, C. (2000). A Review of Groupware Evaluations. In Proceedings 9th IEEE International Workshop on Enabling Technologies (pp. 86-91). WET-ICE'00 IEEE Computer Society. Artigo on-line consultado a 5 de julho de 2013 em <http://www.hci.usask.ca/publications/2000/eval-survey-wetice00.pdf>
- Polo, M. (2006). *Estudos sobre Expografia: Quatro Exposições Paulistas do Século XX*. Tese de Dissertação apresentada à Universidade Estadual Paulista, Instituto de Artes sob a orientação do Professor Percival Tirapeli. São Paulo.
- Preece, J., Sharp, H. & Rogers, Y. (2007). *Interaction Design, Beyond Human Computer Interaction*, John Wiley & Sons Ltd.
- Primo, J. (2006). Museologia e Design na Construção de Objectos Comunicantes. In *Caleidoscópio, Revista de Comunicação e Cultura*, pp. 109-116.
- Primo, J. (1999). O Sonho do Museólogo. A exposição: Desafio para uma linguagem museográfica. In *Cadernos de Sociomuseologia nº 16*, ed. Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias. Lisboa: Edições Universitárias Lusófonas, pp. 93 - 118.
- Rekimoto, J. (1996). Augmented Reality Using the 2D Matrix Code. In Proceedings of the Workshop on Interactive Systems and Software IV (WISS'96).
- Riding, R. & Rayner, S. (1998). Cognitive styles and learning strategies – understanding style differences in learning and behavior. Londres: David Fulton Publisher.
- Rogers, Y. (2011). Interaction Design Gone Wild: Striving for Wild Theory. In *Interactions* 4(8), pp. 58-62. Artigo on-line consultado a 5 de julho de 2013 em <http://mcs.open.ac.uk/yr258/papers/interactions1rogers.pdf>
- Rogers, Y., Connelly, K., Tedesco, L., Hazlewood, W., Kurtz, A., Hall, R. E., et al. (2007). Why It's Worth the Hassle: The Value of In-Situ Studies When Designing Ubicomp. In *Proceedings of the 9th International Conference on Ubiquitous Computing (UbiComp'07)*, pp. 336-353. Innsbruck, Austria: Springer-Verlag. Artigo on-line consultado a 5 de julho de 2013 em <http://www.cs.indiana.edu/surg/Publications/ubicomp07.pdf>
- Samset, E., Schmalstieg, D., Vander Sloten, J., Freudenthal, A., Declerck, J., Casciaro, S., et al., (2008) Augmented Reality in Surgical Procedures. In *Proceedings SPIE* Vol. 68.6.
- Sanford, C., Knutson, K., & Crowley, K. (2007). We always spend time together on sundays: how grandparents and their grandchildren think about and use informal learning spaces. In *Journal*

- Visitor Studies* 10(2), pp. 136-151. Artigo on-line consultado a 5 de julho de 2013 em <http://upclose.lrdc.pitt.edu/publications/pdfs/SanfordKnutsonCrowley.pdf>
- Screven, G. (1997). Some thoughts on evaluation. In Draper, L. (ed.), *The Visitor and The Museum*. Washington DC: American Association of Museums.
- Screven, G. (1990). Uses of Evaluation before, during and after exhibition design. In *ILVS Review*, 1(2), pp. 36-66.
- Serpico, M., (2008). Gurob. In Picton, J.E. & Pridden, I.R. (eds.). *Unseen images: archive photographs in the Petrie Museum 1, Gurob, Sedment and Tarkhan*. London: Golden House Publications.
- Sisodiaa, A., Bayerb, M., Townley-Smith, P., Nash, B., Little, J., Casarly, W., Gupta, A. (May, 2007). Advanced helmet mounted display (AHMD). In *SPIE 6557: Head- and Helmet-Mounted Displays XII: Design and Applications*. Orlando, FL.
- Shelton, B. E., & Hedley, N. R. (2002). Using augmented reality for teaching earth-sun relationship to undergraduate geography students. In *The First IEEE International Augmented Reality Toolkit Workshop* (pp. 1-8). Darmstadt, Germany: IEEE.
- Smith, R., & Iversen, O.S. (2011). When the museum goes native. In *Interactions* (vol. 18(5), pp. 15-19.
- Snibbe, S., & Raffle, H. (2009). Social Immersive Media: pursuing best practices for multi-user interactive câmara/projector exhibits. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems CHI'09* (pp. 1447-1456). New York: ACM.
- Swan, E. & Gabbard, J. (2005). Survey of User-Based Experimentation in Augmented Reality. In *Proceedings 1st International Conference on Virtual Reality*, July 22-27, Las Vegas, Nevada. Artigo on-line consultado a 6 de julho de 2013 em <http://www.cse.msstate.edu/~swan/publications/papers/2005Swan-GabbardSurvey-AR-ExperimentationHCI-International.pdf>
- Thomas, B., Close, B., Donoghue, J., Squires, J., De Bondi, P., Morris, M., & Piekarski, W. (2000). ARQuake: An outdoor/indoor augmented reality first person application. In *4th International Symposium on Wearable Computers* (pp 139–146). Atlanta, Ga: IEEE Computer Society.
- Vallino, J., (1998). Interactive Augmented Reality, Phd Thesis, Department of Computer Science, University of Rochester, New York..
- Vieira, H. (2009). Exposições, formas de comunicar e educar em Museus. Relatório de Estágio para a obtenção de grau de Mestre em História e Património na Faculdade de Letras da Universidade do Porto. Orientadora: Professora Doutora Alice Lucas Semedo.

- Vlahakis, V., Ioannidis, M. et al. (2002). Archeoguide: An Augmented Reality Guide for Archaeological Sites. In *IEEE Computer Graphics and Applications* (22(5) pp. 52–60). Artigo on-line consultado a 5 de julho de 2013 em <http://www.tecgraf.puc-rio.br/~mgattass/ra/ref/RARuinas/01028726.pdf>
- Vom Lehn, D., Hindmarsh, J., Luff, P., Heath, C. (2007). Engaging Constable: Revealing art with new technology. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems CHI'07* (pp. 1485-1494). New York: ACM. Artigo on-line consultado a 5 de julho de 2013 em <http://vom-lehn.net/DirkvomLehn/Publicationsfiles/p1485-vomlehn-CHI2007-Constable.pdf>
- Wagner, D. (2007). *Handheld augmented reality*. phd thesis, institute for computer graphics and vision. Graz, Austria: Graz University of Technology. Tese de Doutorado on-line consultado a 6 de julho de 2013 em <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.245.413&rep=rep1&type=pdf>
- Wolf, M. (1987). *Teorias de comunicação*. Lisboa, Presença.
- Yuen, S., Yaoyuneyong, G., & Johnson, E. (2011). Augmented reality: An overview and five directions for AR in education. In *Journal of Educational Technology Development and Exchange*, 4(1), 119-140.
- Zhou, F., Duh, H.-L., & Billinghurst, M. (2008). Trends in augmented reality tracking, interaction and display: A review of ten years in ISMAR. In *Mixed and Augmented Reality, ISMAR 7th IEE/ACM International Symposium*, pp. 193-202. Cambridge: IEEE.
- Zimmerman, E. (2003). Play as Research, The Iterative Design Process. In Laurel, B. (2003). *Design Research, Methods and Perspectives*. Londres: The MIT Press.
- Yanni, C. (1999). *Nature's museums, victorian science and the architecture of display*. London: The Athlone Press.

BIBLIOGRAFIA DE REFERÊNCIA

Museologia, Expografia e Tecnologias

- Belcher, M. (1991). *Exhibitions in Museums*. Leicester: Leicester University Press.
- Berger, M. (2004). *Museums of Tomorrow: A virtual discussion*. New York: Distributed Art Publishers.
- Burton, C. & Scott, C. (2007). Museums: Challenges for the 21st century. In Sandell, R. & Janes, R. (Eds.) *Museum Management and Marketing*. London and New York: Routledge, 49-66.
- Caulton, T. (1998). *Hands-On Exhibitions: Managing Interactive Museums and Science Centres*. London: Routledge.
- Dean, D. (1994). *Museum Exhibition. Theory and Practice*. London: Routledge.
- Falk, J. & Dierking, L. (1992). *The Museum Experience*. Washington: Whalesback Books.
- Fatah gen. Schiek, A. & Moutinho, A., (2012). ArCHI: Engaging with Museum Objects Spatially Through Whole Body Movement. In *Proceedings Academic MindTrek'12: International Conference on Media of the Future*.
- Kury, L. & Camenietzki, C. Z. (1997). Ordem e Natureza: Coleções e cultura científica na Europa Moderna. In *Anais do Museu Histórico Nacional*, Rio de Janeiro, v.29, pp57-85.
- Moutinho, A., and Fatah gen. Schieck, A. (2012) Exploring a prototyping platform as a generator of performative interactions in a museum context. In *Workshop Designing Performative Interactions in Public Spaces DIS - Designing Interactive Systems, 2012*, Newcastle, UK.
- Parry, R. (2010). *Museums in a Digital Age*. London: Routledge.

Expografia Moderna

- Bazin, G. (1967) *The Museum Age*, Brussels: Desoer.
- Bennett, T. 1995, *The Birth of the Museum: History, Theory, Politics*. London & New York: Routledge.
- Cauman, S., & Gropius, W. (1958). *The living museum: experiences of an art historian and museum director: Alexander Dorner*. New York: New York University Press.
- Greenberg R, et al . (2001). *Thinking about Exhibitions*. London: Routledge.
- Karp & S. Lavine (1991). *Exhibiting cultures: The poetics and politics of museum display*. London: Smithsonian Institution Press.

Realidade Aumentada

- Azuma, R. (1993). Tracking Requirements for Augmented Reality. In *Communications of the ACM*, 7 (julho, 1993), 50-51.
- Azuma, R. (1997). A Survey of Augmented Reality. In *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6, 355-385.
- Billinghurst, M. (2002). Augmented Reality in Education. *New Horizons for Learning*, December. Disponível em: <http://www.newhorizons.org/strategies/technology/billinghurst.htm>. Acedido a 11 de Agosto de 2013.
- Craig, A. (2013). Understanding augmented reality : concepts and applications. Waltham, Ma: Morgan Kaufmann.

Design Iterativo

- Buxton, W., & Sniderman, R. (1989). Iteration in the design of the human-computer interface. In *Proceedings of the 13th Annual Meeting of the Human Factors Association of Canada*, 1980, pp. 72-81.
- Mandel, T. (1997). *The Elements of User Interface Design*. New York: John Wiley and Sons.
- Nielsen, J., & Levy, J. (1994). Measuring usability - preference vs. performance. *Communications of the ACM* 37, 4 (April 1994), 66-75.
- Stone, D., Jarrett, C., Woodroffe, M., & Minocha, S. (2005). *User interface design and evaluation*. Morgan Kaufmann: Amsterdam.

Metodologia de Avaliação

- Almeida, A. M. (2005). O contexto do visitante na experiência museal: semelhanças e diferenças entre Museus da Ciência e de Arte. In *História, Ciências, Saúde*, v.12 (suplemento) p. 31-53. Manguinhos, Rio de Janeiro.
- Anastassova, M., Burkhardt, J. M. & Megard, C. (2007a). User-centered Design and Evaluation of Augmented Reality Systems for Industrial Applications. In Richir, S. (Ed.) *VRIC Laval Virtual Proceedings* (April 18-20, pp. 215-224). Laval, France.
- Borun, M., Chambers, M. B., Dritsas, J., & Johnson, J. (1997). Enhancing family learning through exhibits. In *Curator* 40(4), 279-295.
- Damala, A. (2009). Interaction Design and Evaluation of Mobile Guides for the Museum Visit: A Case study in Multimédia and Mobile Augmented Reality, PhD Thesis, Centre d'Etude et de Recherche en Informatique du CNAM, Conservatoire National des Arts et Metiers, Orientada por Pierre Cubaud, Paris.
- Damala, A., & Kockelkorn, H. (2006). A Taxonomy for the Evaluation of Mobile Museum Guides. In *Proceedings of the 8th Conference on Human-Computer interaction with Mobile Devices and Services* (Helsinki, Finland, September 12 - 15, 2006). MobileHCI '06, (vol. 159, pp. 273-274) New York: ACM.

GLOSSÁRIO

Affordance	<p><i>Affordance</i> é um termo criado por Donald Norman no seu livro ‘The design of everyday things’ (Norman, 1990). Refere-se à ligação entre o interface e o as características físicas e funcionais (as propriedades que são diretamente perceptíveis dos objetos e determinam de que forma podem ser utilizados, o visitante/participante entende de que forma tem que interagir apenas através da observação e não necessita de etiquetas, legenda ou imagens a explicar).</p>
App Store	<p>App Store é um serviço para dispositivos da Apple Inc. como iPhone, iPad ou iPod. Neste serviço os utilizadores podem fazer o <i>download</i> de aplicações e manter os seus dispositivos atualizados.</p>
Avatar	<p>O termo avatar no contexto informático corresponde a um corpo digital com forma humana, com o qual o utilizador pode-se identificar para interagir com o mundo digital, quer em realidade virtual como aumentada.</p>
Behind-the-scenes	<p>A tradução direta seria ‘atrás do cenário’. Esta expressão é utilizada na computação para referir a tecnologia que está envolvida em determinado aspeto, mas que não está imediatamente visível, como por exemplo os servidores que armazenam toda a informação que se utiliza na internet.</p>
Blockbuster	<p>A palavra <i>blockbuster</i>, entrou no vocabulário museológico para descrever exposições mediáticas que se tornam importantes fontes de rendimento directo ou indirecto para os museus, promovendo a sua visibilidade e prestígio.</p>
Brainstorming	<p>Brainstorming consiste num método para testar e explorar a capacidade criativa de indivíduos ou grupos. É uma técnica utilizada para resolver problemas específicos, para desenvolver novas ideias ou projetos e estimular o pensamento criativo.</p>
Código Aberto	<p>O termo Código Aberto (ou Open Source), diz respeito a <i>software</i> de utilização livre, cuja licença não é cobrada e cujo código fonte é disponibilizado, de forma gratuita pelo autor.</p>
Computação Ubíqua	<p>A palavra ubíqua é um adjetivo que significa ‘que está em toda a parte ao mesmo tempo’. Mark Weiser (1952-1999) criou o conceito de Computação Ubíqua (UbiComp) ou Computação Pervasiva.</p>
Cross-Platform	<p>Em computação, o termo cross-platform ou multi-platform corresponde à capacidade do <i>hardware</i> ou <i>software</i> funcionar de</p>

	forma idêntica em diferentes plataformas.
Data Logs	‘Data Logs’ ou ‘Registos de Entrada’. No contexto da avaliação em museus, é um termo utilizado para contabilizar os dados de cada utilizar, tal com o número de pessoas que interagiram, o horário, data ou o tempo de interação.
Debug	Debug significa depurar. No que diz respeito a <i>software</i> , significa detectar, localizar e corrigir erros lógicos ou de sistemas existentes num programa.
Debuggers	Um Debugger (ou depurador) é um programa de computador utilizado para testar outros programas e fazer sua depuração, que consiste em encontrar os defeitos ou erros do programa.
Design Expositivo	Design Expositivo (ou Exhibition Design) consiste no processo de desenvolvimento de uma exposição, desde o conceito até à sua implementação e construção.
Digital Signage	Digital Signage consiste numa forma de <i>display</i> eletrónico que apresenta desde programas de televisão, menus, informação, publicidade ou outras mensagens. <i>Digital Signs</i> podem ser encontrados em ambientes públicos ou privados, como lojas, hotéis, restaurantes, corporações ou outras localizações.
Diorama	<p>O diorama é uma apresentação artística, realista, de cenas da vida real para ser apresentado numa exposição, com finalidades de instrução ou entretenimento. Por exemplo, a cena pode ser uma paisagem, plantas, animais, eventos históricos, ou outros, é pintada sobre uma tela de fundo curvo, de maneira a simular um contorno real. A tela é iluminada de forma a dar a ilusão de profundidade e de movimento. O modelo é pintado de forma a criar uma perspectiva falsa, modificando com cuidado a escala dos objetos para reforçar a ilusão de realismo. Todas estas técnicas são modos de apresentar uma vista realística de uma determinada cena num espaço compacto.</p> <p>O termo “diorama” foi inventado por Louis Daguerre, em 1822. Daguerre foi um pioneiro da fotografia, o primeiro a conseguir uma imagem fixa através da acção da luz (o “daguerreótipo” (1835). No final do século XIX, o Museu Americano de História Natural surpreendeu os visitantes/participantes com os seus dioramas realistas.</p>
Display	O conceito de display varia consoante o contexto em que está a ser

utilizado. Se for utilizado como substantivo pode significar, algo apresentado ao público, como uma exposição; um equipamento electrónico que apresenta informação visual; a representação visual de algo ou o ecrã ou monitor de exibição. Por outro lado se for utilizado como verbo, pode significar, exibir, mostrar ou deixar ver (para mais informações sobre o conceito, consultar <http://www.audioenglish.org/dictionary/display.htm>, Acedido a 20 de Agosto de 2014).

Edutainment	Edutainment consiste na combinação de duas palavras, educacional (educational) e entretenimento (entertainment). O termo refere-se a qualquer conteúdo que tenha por objetivo educar mas também entreter.
Engagement	Engagement do utilizador é a ligação emocional, cognitiva e comportamental que ocorre num momento específico, ou ao longo do tempo de interação entre o utilizador e um recurso (ou dispositivo).
Exhibit	<p>Por <i>exhibit</i> entendemos um tipo de objeto museológico que tem por base um “objeto-construído”. O objeto museológico pode ter por base tanto o “objeto-herdado”, como o “objeto-construído”. O “objeto-construído”, de acordo com Mário Moutinho é definido como sendo a “forma (não herdada, mas construída como obra de arte, entendida nos sentidos referidos) como suporte para a comunicação das ideias” (Moutinho, 1994, p.18). Este “objeto-construído” é também um produto criado para uma exposição específica, com um sentido forte de comunicar/representar algo. De acordo com Primo, os objetos “criados” são uma referência de ideias que se se querem expressar (Primo, 2006, p. 111), com fins expográficos.</p>
Feedback	No contexto desta tese, <i>feedback</i> significa o retorno/opinião/resposta dos visitantes/participantes face a uma instalação ou exposição.
Framework	O termo <i>framework</i> pode ser utilizado para designar a descrição hipotética de um processo ou entidade complexa; uma estrutura subjacente, como a estrutura de um edifício; ou a estrutura que contém algo, como a moldura de uma janela. (para mais informações sobre o conceito, consultar http://www.audioenglish.org/dictionary/framework.htm , Acedido a 20 de Agosto de 2014.)

Goggles	<i>Goggles</i> são um tipo de óculos protetores que são fechados lateralmente.
Handheld	Este termo é utilizado para descrever dispositivos móveis (ou <i>handheld devices</i>) que originalmente eram entendidos apenas como assistentes pessoais digitais (ou PDAs) e atualmente refere-se também aos <i>smartphones</i> (uma combinação de telefone móvel com um PDA).
Hands-on	O conceito de <i>hands-on</i> é utilizado com o sentido de algo que envolve a participação ativa do visitante/participante, tal como numa exposição em que o visitante/participante é incentivado a interagir com os <i>exhibits</i> .
Hardware	O termo <i>hardware</i> no contexto da computação, é utilizado para descrever o equipamento informático, ou seja os componentes electrónicos que compõem o computador.
Head-Mounted Display	<i>Head-Mounted Display</i> , tal como o nome descreve é um <i>display</i> (<i>ecrã</i>) que se encontra colocado na cabeça do utilizador e apresenta a imagem digital diretamente na frente dos olhos do utilizador. Alguns dos HMD mais utilizados são: MicroVision Nomad, Sony Glasstron e VuzixAR.
Head-Up Display	Ver a definição de <i>Head-Mounted Display</i> .
Hijab	O <i>hijab</i> consiste num lenço de cabeça utilizado por mulheres muçulmanas para tapar o cabelo e pescoço.
Input	O termo <i>input</i> ao ser utilizado como substantivo pode significar um sinal que ocorre num sistema electrónico; um evento ou componente de produção. <i>Input</i> como verbo pode significar inserir, introduzir (informação ou um programa) num computador.
Instalação	Definir instalação + instalação museológica
Inteligência Ambiente	A Inteligência Ambiente (Ambient Intelligence - AmI) é um ramo de especialização da área da Computação e refere-se à pesquisa e desenvolvimento na área de Ambientes Electrónicos que são sensíveis e reagem à presença humana. A Inteligência Ambiente pretende fornecer critérios para o desenho de infraestruturas inteligentes, que podem interpretar as ações e intenções do utilizador, mas também interagir e mudar o seu ambiente, de maneira a melhorá-lo com propostas inovadoras.
Interativo	O termo interativo por um lado significa a relação ativa entre um programa de computador e o seu utilizador e por outro lado, a forma de comunicação em que as duas partes participam ativamente

	(Academia das Ciências de Lisboa, 2001, p. 2132).
Iterativo	Termo que exprime repetição de um ação; algo que se repete. (Academia das Ciências de Lisboa, 2001, p. 2177).
Joystick	Joystick consiste num controlo manual de uma manivela vertical que pode movimentar-se livremente, geralmente em duas direções, é utilizado como um dispositivo de input em que o utilizador controla as acções através do movimento do joystick.
<i>Kinect</i> câmara	A câmara <i>kinect</i> é um sensor de movimento que utiliza um sensor de luz infra-vermelha. O sensor imite luz para os objetos e à medida que o objeto reflete a luz, a câmara processa a informação e determina a distancia e o movimento. A câmara permite identificar diferentes partes do corpo humano e permite uma identificação precisa do movimento, dentro do ângulo da câmara.
Latência	O conceito de latência nesta tese está relacionado com o intervalo de tempo entre a aplicação de um estímulo e a resposta do sistema.
Linha de Visão (ou Line of Sight)	A Linha de Visão, consiste numa linha imaginária que une dois objetos sem interceptar obstáculos.
Loop	A palavra <i>Loop</i> em computação significa a execução de um conjunto de instruções que devem ser repetidos de forma infinita até que uma determinada condição seja concluída.
Marcador Fiducial	Marcador Fiducial é semelhante a um código de barras que é facilmente reconhecido por um sistema de leitura informatizado.
Navegador RA	Os navegadores RA (ou AR browsers) permitem ter vários canais onde é possível ter diferentes camadas de informação sobre o mesmo ponto de interesse. Os Navegadores RA não estão apenas limitados a métodos de localização, podendo combinar outros métodos como Padrão, Silhueta ou identificar códigos QR. Alguns dos Navegadores RA que utilizam o método da localização são: Layar, Wikitude ou Tagwhat.
OpenGL	OpenGL é uma API livre utilizada em computação gráfica para o desenvolvimento de aplicações gráficas, ambientes 3D, entre outros.
Optical See-through	<i>Optical see-through</i> ocorre quando o utilizador vê o mundo real através de uma superfície semi-espelhada. Através de pequenos espelhos translúcidos em <i>goggles</i> , as imagens digitais são apresentadas em cima da realidade percebida.
QR Code	QR code (Quick Response Code) é um código de barras bidimensional

	que pode ser convertido em texto, num endereço URI, número de telefone, localização georreferenciada, email ou SMS.
Output	Output pode ser caracterizado pelo produto final, produção de determinada quantidade ou sinal de saída de um sistema electrónico.
Quad-core	Um processador <i>quad-core</i> é um <i>chip</i> com quatro unidades independentes que lêem e executam instruções do CPU. Os <i>cores</i> individuais podem suportar múltiplas instruções ao mesmo tempo, e aumentar a velocidade para programas que suportam processamento paralelo.
Pop-Up	Um livro pop-up consiste num livro tridimensional, em que a cada conjunto de duas páginas abertas é possível criar transformações, representações tridimensionais e apresentar elementos relativamente dinâmicos.
Realidade Aumentada	A Realidade Aumentada é um termo utilizado para descrever uma combinação de tecnologias que têm por objetivo integrar informação digital (ou virtual) no mundo real e em tempo real. De acordo com Tony Mullen, o termo RA foi creditado em 1990 por Tom Caudell, investigador da empresa Boeing (Mullen, 2011).
Render	Um dos significados de render é “acabamento”, é um termo bastante utilizado em Computação Gráfica, Ilustração ou Design Gráfico. Quando os modelos 3D ou cenários são construídos, são representados através de wireframes (arames e superfícies), no entanto, o render entra no processo final de visualização do objeto 3D em que são tidos em consideração a projeção de raios luminosos, texturas, simulação de superfícies e outros.
Salão (ou Salon)	O Salão de Paris, foi fundado em 1667 em Paris para exhibir obras de artes, especialmente pinturas dos membros da Real Academia Francesa de Pintura e Escultura. A exposição foi chamada de salão pelo facto de ter sido organizada no <i>Salon d'Apollon</i> , do Museu do Louvre. Ocorreu anualmente até 1736 e bienalmente até à Revolução Francesa, quando voltou a ser organizada anualmente.
Smartphone	Um <i>smartphone</i> é um telemóvel que permite outras funcionalidades para além de fazer chamadas ou enviar mensagens. Tal como o acesso à internet, editar documentos de texto, instalar aplicações móveis entre outras funcionalidades.
Software	<i>Software</i> consiste numa sequência de instruções a serem seguidas e

	executadas. O mesmo termo é também utilizado para o produto desenvolvido pela engenharia de <i>software</i> e não só inclui o programa de computador, mas também os manuais e especificações.
Software Development Kit	<i>Software Development Kit</i> , consiste num conjunto de ferramentas de desenvolvimento de <i>software</i> que permitem a criação de aplicações para determinadas <i>frameworks</i> de <i>software</i> , sistemas operativos ou outras plataformas de desenvolvimento.
Stakeholders	<i>Stakeholders</i> (ou parte interessada) é o termo utilizado em várias áreas de gestão de projetos, administração e arquitectura de <i>software</i> referente às partes interessadas num determinado projeto
Stand-Alone	<i>Stand-alone</i> consiste na capacidade do programa funcionar de forma autónoma. Isto é, não necessitam de um <i>software</i> auxiliar, sob o qual teria que ser executado.
Tableau vivant	<i>Tableau Vivant</i> é uma expressão Francesa para definir a representação por um grupo de atores ou modelos de uma obra pictórica existente ou inédita, uma cena, um incidente, uma estátua, entre outros eventos. O <i>tableau vivant</i> foi uma forma de entretenimento que teve origem no século XIX com o advento da fotografia, onde figurantes trajados posavam para retratar determinado evento ou elemento.
Tablet PC	<i>Tablet PC</i> consiste num dispositivo pessoal com a forma de uma prancha, com ecrã multi-toque e portátil. De forma geral têm mais funcionalidades que um <i>smartphone</i> , mas menos que um computador portátil.
Tangible User Interface	Tangible User Interface - TUI é um conceito definido por Hiroshi Ishii (1956/-), que pretende aumentar o mundo físico através da integração da informação digital nos objetos físicos do quotidiano e nos ambientes envolventes do ser-humano. Hiroshi Ishii é professor na Massachusetts Institute of Technology (2013) e fundador do <i>Tangible Media Group</i> .
Think-aloud	<i>Think-aloud</i> é um método utilizado para reunir informação em testes de usabilidade, no design do produto e funcionamento. Protocolos de <i>think-aloud</i> envolvem que os visitantes/participantes pensem alto à medida que vão executando um conjunto de tarefas específicas. Os utilizados são solicitados a dizerem tudo o que estiverem a ver, pensar, fazer, sentir à medida que forem executando as tarefas.
Tracker	<i>Tracker</i> é uma imagem que é reconhecida por uma app. de RA e

	permite registar tridimensionalmente um ou mais modelos 3D.
Tracking	Um sistema de tracking (ou rastreamento/seguimento) é utilizado para identificar na imagem os objetos do mundo real onde se vão sobrepor elementos digitais.
Tweets	Consiste numa mensagem enviada pelo Twitter (http://twitter.com)
Video see-through	<i>Video see-through</i> , ocorre quando uma câmara de vídeo, captura o mundo real e as imagens virtuais são misturadas com o vídeo capturado.
Visão Computacional	Visão Computacional (ou Computer Vision) é a ciência responsável pela visão da máquina, pela forma como o computador vê o meio envolvente, extrai informações significativas a partir de imagens capturadas por vídeo ou outros dispositivos. Estas informações permitem à máquina reconhecer e manipular objetos que compõem uma imagem (Ballard, 1982).
Wearable	O termo <i>wearable</i> como adjectivo significa algo que é apropriado a ser utilizado no corpo do ser humano ou vestido.
Windows Displays	<i>Window Display</i> , semelhante ao <i>Digital Signage</i> mas onde a interação acontece através de uma montra ou janela.
6 degrees of freedom	6 degrees of freedom (6DoF) refere-se à liberdade de movimento de um corpo no espaço tridimensional e incluem a localização 'X', 'Y', 'Z', yaw (orientação), pitch (inclinação) e rol (rotação).

ÍNDICE REMISSIVO

- 6**
6 Degrees of Freedom, 42, 47, 49, 214
- A**
Affordance, 89, 207
App Store, 148, 149, 207
Avatar, 207
- B**
Behind-the-scenes, 207
Brainstorming, 207
Browser RA, 64, 211
- C**
Computação Ubíqua, 79, 207
Cross-Platform, 207
- D**
Data Logs, 156, 208
Debuggers, 208
Developer, 148, 153
Digital Signage, 51, 208, 214
Display, 40, 41, 47, 50, 51, 55, 65, 74, 87, 95, 192, 194, 200, 201, 203, 208, 210, 214
- E**
Edutainment, 209
Engagement, 196, 209
- F**
Feedback, 26, 38, 79, 88, 89, 95, 100, 103, 104, 105, 113, 123, 124, 139, 156, 209
Fiducial, 53, 54, 62, 211
Framework, 55, 62, 209
- G**
Goggles, 210
GPS, 7, 44, 48, 53, 54, 64
- H**
Handheld, 51, 194, 201, 210
Hands-on, 210
Hardware, 47, 95, 210
Head-Mounted Display, 7, 210
Head-Up Display, 7, 210
- I**
Image Registration, 62
Input, 50, 55, 210
Inteligência Ambiente, 7, 210
Interativo, 26, 42, 44, 59, 71, 74, 78, 84, 87, 140, 210
- J**
Joystick, 211
- K**
Kinect, 31, 94, 95, 96, 101, 109, 121, 153, 211
- L**
Latência, 211
Line of Sight, 211
Loop, 55, 211
- M**
Marcador, 41, 48, 53, 54, 63, 71, 74, 95, 153
Museum Experience, 78, 194, 203
- O**
Off-line, 42
Open Graphics, 211
Open Source, 87
Optical See-through, 211
Output, 55, 57, 212
- P**
Pop-Up, 68, 69, 212
Proceedings, 40, 62, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 203, 204, 205
- Q**
QR Code, 62, 211
Quad-core, 51, 212
- R**
Ratings, 88
Realidade Aumentada, 1, 2, 8, 26, 38, 40, 41, 42, 45, 47, 50, 56, 57, 63, 65, 70, 72, 74, 87, 88, 93, 98, 110, 134, 139, 140, 143, 147, 149, 159, 188, 198, 204, 212
Realidade Virtual, 8
Render, 51, 55, 56, 212
- S**
Salon, 212
Smartphone, 40, 43, 50, 51, 64, 72, 73, 212
Software, 8, 27, 28, 29, 40, 44, 47, 49, 52, 53, 55, 59, 63, 65, 87, 95, 97, 98, 99, 100, 110, 115, 124, 148, 153, 188, 193, 199, 212
Stakeholders, 27, 29, 79, 90, 139, 155, 156, 162, 213
Stand-Alone, 213
- Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, Departamento de Museologia

T

Tableaux, 213
Tablet, 40, 50, 51, 213
Tangible User Interface, 8, 52, 213
Trackers, 147, 213
Tracking, 7, 42, 44, 47, 48, 49, 53, 54, 62, 89, 94, 153,
191, 204, 214
Tweets, 70, 214

V

Visão Computacional, 197

Visitor Studies, 77, 200

W



Wearable, 43, 50, 74, 200, 214
Windows Displays, 51, 214
Wireframe, 145

APÊNDICES

Apêndice I : Experimentações no Petrie Museum

I. 1 Questionário distribuído no 2º Protótipo do Petrie Museum of Egyptian Archaeology

Friday, 23 March 2012
 Petrie Museum of Egyptian Archeology
 2.30pm - 5.00pm
 Survey by Ana Moutinho


Dear user,
 This questionnaire is not to measure your skills, but rather to understand what needs to be improved.
 Please tick your selected answer.

Gender F M


Age Group 10 - 20 21 - 30 31 - 40 41 - 50 Over 50

Occupation Student Professional Other


Specify Area
Architecture




Object 1




Object 2




Object 3




Object 4




Type 1



Type 2



Type 3



Type 4

1 Classify your **interest** about each object based on your first impression:

Object	Like/More interesting +2	+1	n/a	-1	-2 Dislike/Less interesting
Object 1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Object 2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Object 3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Object 4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3 In terms of **body movement** give your opinion about the different types that you have experienced:

Type	Comfortable +2	+1	n/a	-1	-2 Uncomfortable
Type 1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Type 2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Type 3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Type 4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2 In terms of **interaction** give your opinion about each object:

Object	Easy +2	+1	n/a	-1	-2 Difficult
Object 1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Object 2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Object 3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Object 4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4 Have you ever tried some similar installation, the kinect from Xbox 360° or Wii from Nintendo?
 yes no

5 Overall, please rate your experience with this installation:

Excellent	Very good	Good	Fair	Poor
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

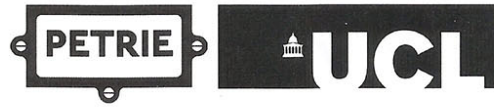
Comments:

- *It took a while to understand the interface how the objects move according to the body movement.*
- *I need instruction to understand the way the white balls represent (detect) the body and how they are used to select the objects.*

Thank very much for your time and cooperation.

I.2 Formulário distribuído aos visitantes para Captura de Vídeo e Fotografias

Friday, 23 March 2012
Petrie Museum of Egyptian Archeology



Consent for Photography and Video

Name

I give permission for photographs and/or video of me to be taken during the present installation:

For the evaluation: yes no

For publications (online or printed): yes no

Footage will not be broadcast or distributed through any commercial operations, and names will not be placed next to photos.

This information is correct to the best of my knowledge.

Signed

I. 3 Transcrição dos comentários do 1º questionário, distribuído no dia 23 de Março de 2013

“Please give a subtitle option for hearing impaired people to enhance the human computer interaction experience” (Homem, Profissional, 31-40 anos).

“1. You have on the top right corner a guy instructing – a written ‘pick-one’ is appearing. It would be nice if the guy in the right down corner also has something saying ‘movement instruction’ or something; 2. It would be awesome if each object’s name as well is shown while picking would appear and a description of it after picking” (Mulher, Estudante, 21-30)

“Light/Torch too bright. Choose a more diffuse light instead a bigger one to illuminate (Mulher, Estudante/Profissional, 31-40)

“It took a while to understand the interface, how the objects move according to the body movement; I need instruction to understand the way the white balls represent (detect) the body and how they are user to select the objects” (Homem, Estudante, 31- 40 anos).

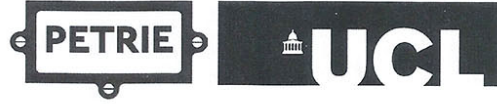
“Since some body movements are not applicable to every object, I find the experiment is more interactive in this way as it leaves a space for the interactor (experimenter) to discover different repertoires and become creative to figure out and set up different options and settings. I'd urge the researcher not to direct users to certain movements” (Homem, Estudante/Profissional, 31-40 anos)

“Very interesting interaction! The whole body movement is nice, needs some thoughts about seeing the object, while turning the back on it...Thank you very much for the experience”(Homem, Estudante, 31-40 anos)

“I think that those who haven't used this technology before might struggle without help” (Mulher, profissional, 21-30 anos)

I. 4 Questionário distribuído no 3º Protótipo do Petrie Museum of Egyptian Archaeology

Thursday, 3 May 2012
 Petrie Museum of Egyptian Archeology
 6.00pm - 8.00pm
 Survey by Ana Moutinho



Dear user,

This questionnaire is not to measure your skills, but rather to understand what needs to be improved. Please tick your selected answer.

Gender

F
 M

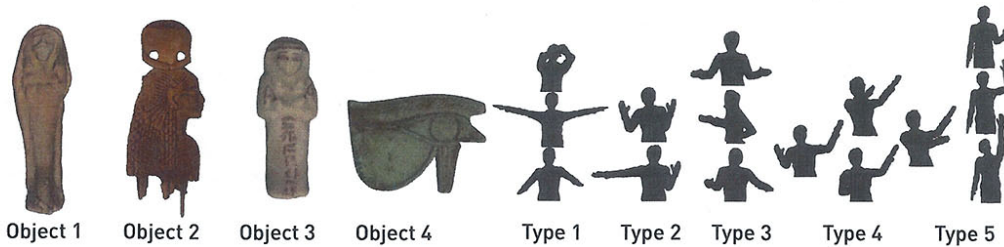
Age Group

10 - 20 21 - 30 31 - 40
 41 - 50 Over 50

Occupation

Student Professional Other

Specify Area MATERIAL CULTURE



How big is the object in reality? What do you think?

Object	3cm	6cm	12cm	24cm	48cm
Object 1					<input checked="" type="checkbox"/>
Object 2		<input checked="" type="checkbox"/>			
Object 3					<input checked="" type="checkbox"/>
Object 4	<input checked="" type="checkbox"/>				

In terms of **body movement** give your opinion about the different types that you have experienced:

Type	+2	+1	n/a	-1	-2
Type 1	<input checked="" type="checkbox"/>				
Type 2	<input checked="" type="checkbox"/>				
Type 3			<input checked="" type="checkbox"/>		
Type 4	<input checked="" type="checkbox"/>				

Did you notice the presence of people around you?

Yes No

If the answer is 'yes', do you think that the presence of people influence your interaction with the installation?

Yes No

Have you ever tried some similar installation, the kinect from Xbox 360° or Wii from Nintendo?

yes no

Overall, please rate your experience with this installation:

Excellent Very good Good Fair Poor

Comments:

I'm going to see the objects/artefacts in the museum -
this information "seals the deal" for me ☺

Thank very much for your time and cooperation.

I. 5 Poster com informação sobre a instalação presente no 4º Protótipo no Petrie Museum

PERFORMATIVE INTERACTION IN A MUSEUM CONTEXT



The aim of this project is to engage regular museum visitors with the museum objects through enabling various types of embodied and performative experiences. The human body is in this context the interface of communication with the display content.

This prototype is based on skeleton tracking, through Kinect camera, and 3D virtual objects from the Petrie Museum collection, presented in Augmented Reality.

Project developed by
Ana Maria Moutinho
Affiliate UCL, UK
Phd Candidate ULHT, PT

Project Supervisor
Ava Fatah gen. Schieck

www.anamoutinho.com
acmoutinho@netcabo.pt



I. 6 Questionário distribuído no 4º Protótipo do Petrie Museum of Egyptian Archaeology

Thursday, 28 June 2012
 Petrie Museum of Egyptian Archaeology
 1.00pm - 5.00pm
 Survey by Ana Moutinho



Dear user,

This questionnaire is not to measure your skills, but rather to understand what needs to be improved. Please tick your selected answer.

Gender

F
 M

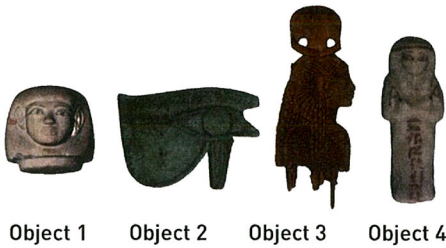
Age Group

< 10 10 - 20 21 - 30
 31 - 40 41 - 50 > 50

Occupation

Student Professional Other

Specify Area _____



How big is the object in reality? What do you think?

Object	3cm	6cm	12cm	24cm	48cm
Object 1				<input checked="" type="checkbox"/>	
Object 2		<input checked="" type="checkbox"/>			
Object 3	<input checked="" type="checkbox"/>				
Object 4					<input checked="" type="checkbox"/>

1

In terms of **gesture movement** give your opinion about controlling the scale and rotation with each hand:

	very easy +2	+1	n/a	-1	-2 very difficult
Rotation (left hand)		<input checked="" type="checkbox"/>			
Scale (right hand)	<input checked="" type="checkbox"/>				

4

Classify your **interest** about each object based on your first impression:

Object	Like/More interesting	Dislike/Less interesting
Object 1	<input checked="" type="checkbox"/>	
Object 2	<input checked="" type="checkbox"/>	
Object 3		<input checked="" type="checkbox"/>
Object 4	<input checked="" type="checkbox"/>	

2

Did you notice the presence of people around you?

Yes No

If the answer is 'yes', do you think that the presence of people influence your interaction with the installation?

Yes No

5

Have you ever tried some similar installation, the kinect from Xbox 360º or Wii from Nintendo?

yes no

3

Overall, please rate your experience with this installation:

Excellent Very good Good Fair Poor

6

Comments:

Made Museum much more fun!

Thank very much for your time and cooperation.

12

I. 7 Transcrição dos comentários do 3º questionário, distribuído no dia 28 de Junho de 2013

1. “Think it would have been better if the screen was in better quality” (menina, 10 anos, estudante)
2. “It was very fun and I think people will like to come here as it is interactive” (menina, 10 anos, estudante)
3. “I found it very interesting as it taught me a lot in a fun way. It was very useful” (menina, 10 anos, estudante)
4. “Made Museum much more fun!” (menina, 10 anos, estudante)
5. “It was really interesting and entertaining” (menina, 10 anos, estudante)
6. “Very intuitive controls, very natural and easy to use” (menino, 10-20 anos, estudante secundária)
7. “This was great fun but I didn’t like object 4 as I was unable to clearly see the front”(senhora, >50 anos, Profissional: Educação)
8. “It was interesting, it made the items come alive. I would use it in a museum”. (Mulher, 41-50 anos, Profissional: Educação).
9. “It was amazing. More detail could be seen than I had expected especially with the light on object 3” (Mulher, 21-30 anos, estudante)
10. “Object 3 is harder to see than others. The sacle of objects seems to affect rotation: some objects (1) are easier to rotate then others. Would arcball rotation work to avoid “gimbal lock”? would joint smoothing avoid jitter?” (Homen, 21-30, Estudante/Profissional: Tecnologia)
11. “It helped one focus on the object in question and creates a more “hands-one” experience” (Homem, 21-30 anos, Profissional: costumer Relations)
12. “The story the guide was telling was good X brings up the power of this tool (zooming) gives also for the museum visitor a guidance to use this tool! Excellent!” (Homem, 31-40 anos, Estudante)

I. 8 Questionário distribuído no 1º Protótipo do Petrie Museum of Egyptian Archaeology sobre Instalação do ‘Tamanho Real’ – p. 1

Friday, 31 August 2012
 Petrie Museum of Egyptian Archaeology
 1.00pm - 5.00pm
 Survey by Ana Moutinho



Dear user,

This questionnaire is not to measure your skills, but rather to understand how do you perceive these 3D objects.

Gender	Age Group	Occupation
<input type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> < 10 <input type="checkbox"/> 10 - 20 <input type="checkbox"/> 21 - 30	<input type="checkbox"/> Student <input checked="" type="checkbox"/> Professional <input type="checkbox"/> Other
<input checked="" type="checkbox"/> M	<input checked="" type="checkbox"/> 31 - 40 <input type="checkbox"/> 41 - 50 <input type="checkbox"/> > 50	Specify Area <u>ARCHITECTURE</u>



Object 1 Object 2 Object 3 Object 4
 (Be aware that these objects are not represented in relation to each other)

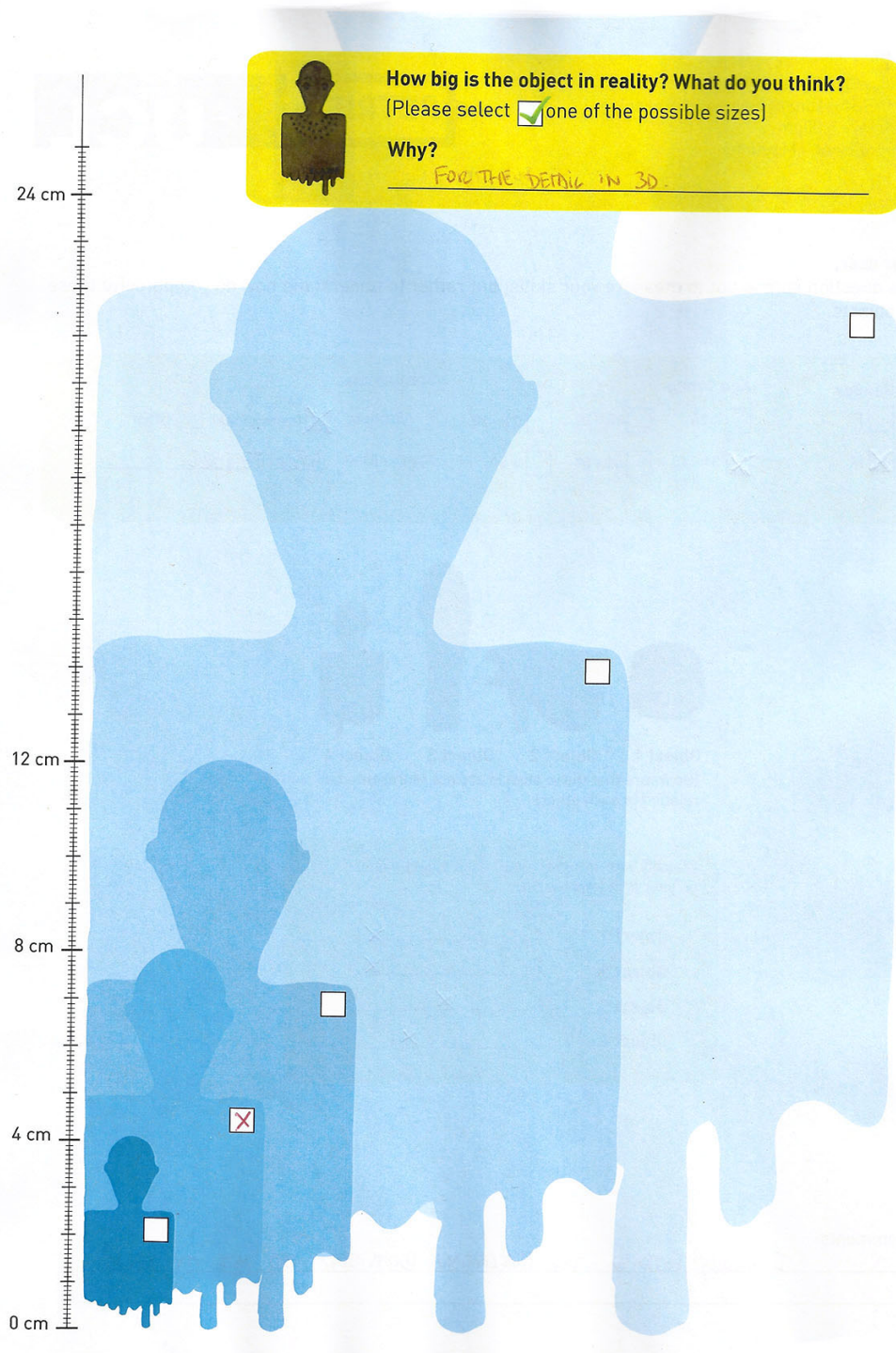
Classify your **interest** about each object based on your first impression:

	Dislike/Less interesting	Like/More interesting
Object 1		
Object 2		
Object 3		
Object 4		

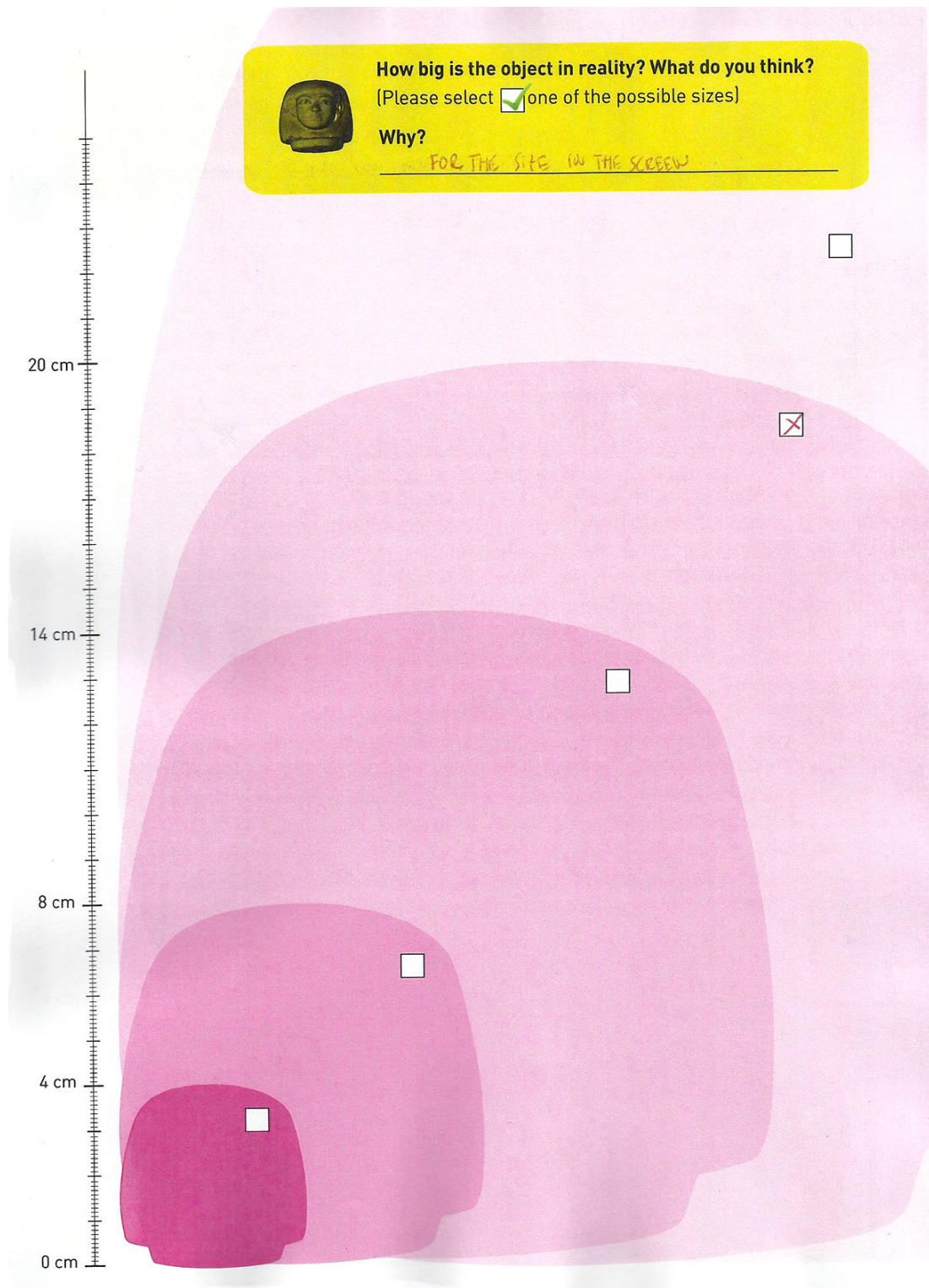
Comments:

I REALLY ENJOYED THE INTERACTION BETWEEN 3D AND MY HANDS

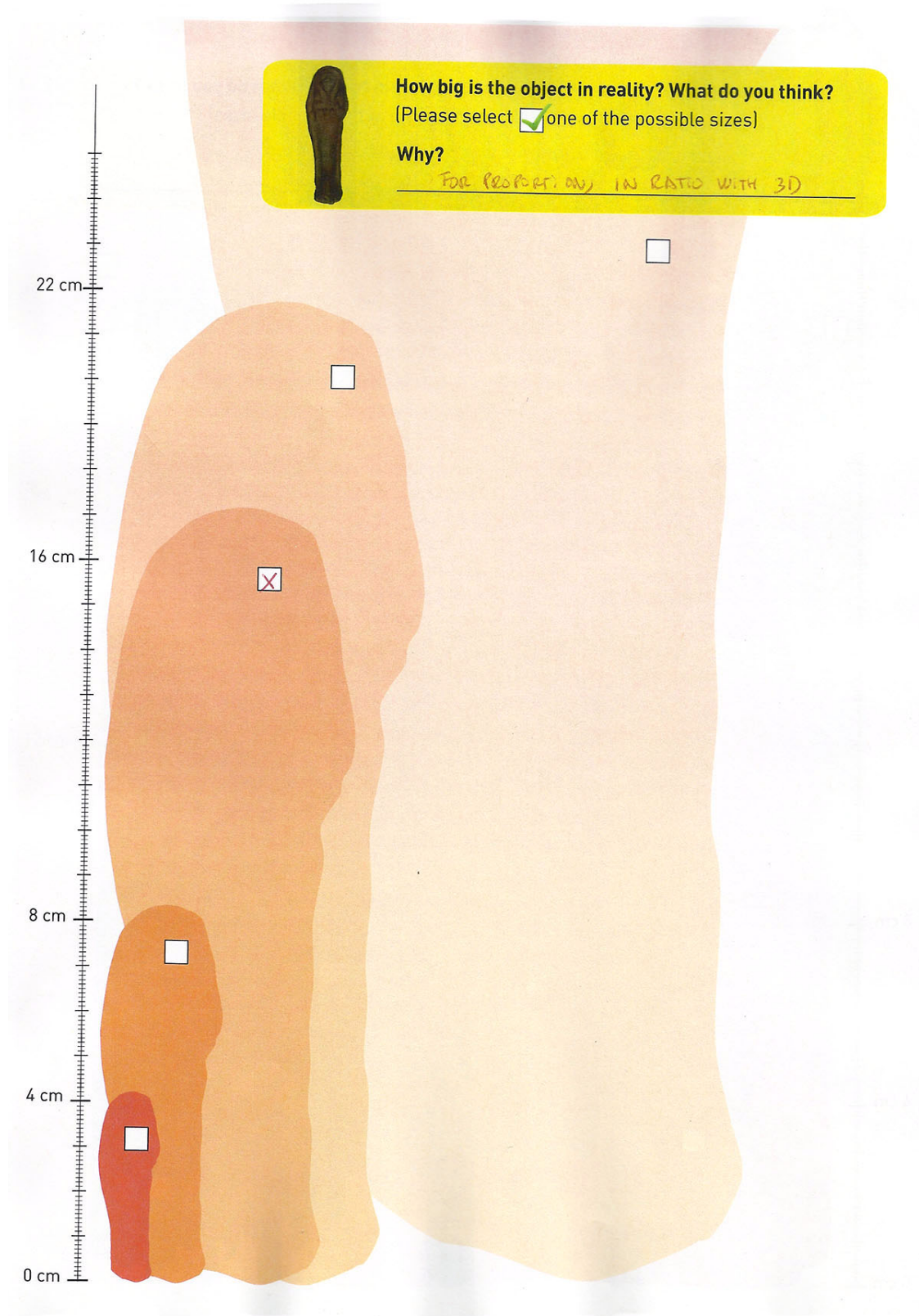
I.9 Questionário distribuído no 1º Protótipo do Petrie Museum of Egyptian Archaeology sobre Instalação do ‘Tamanho Real’ – p. 2



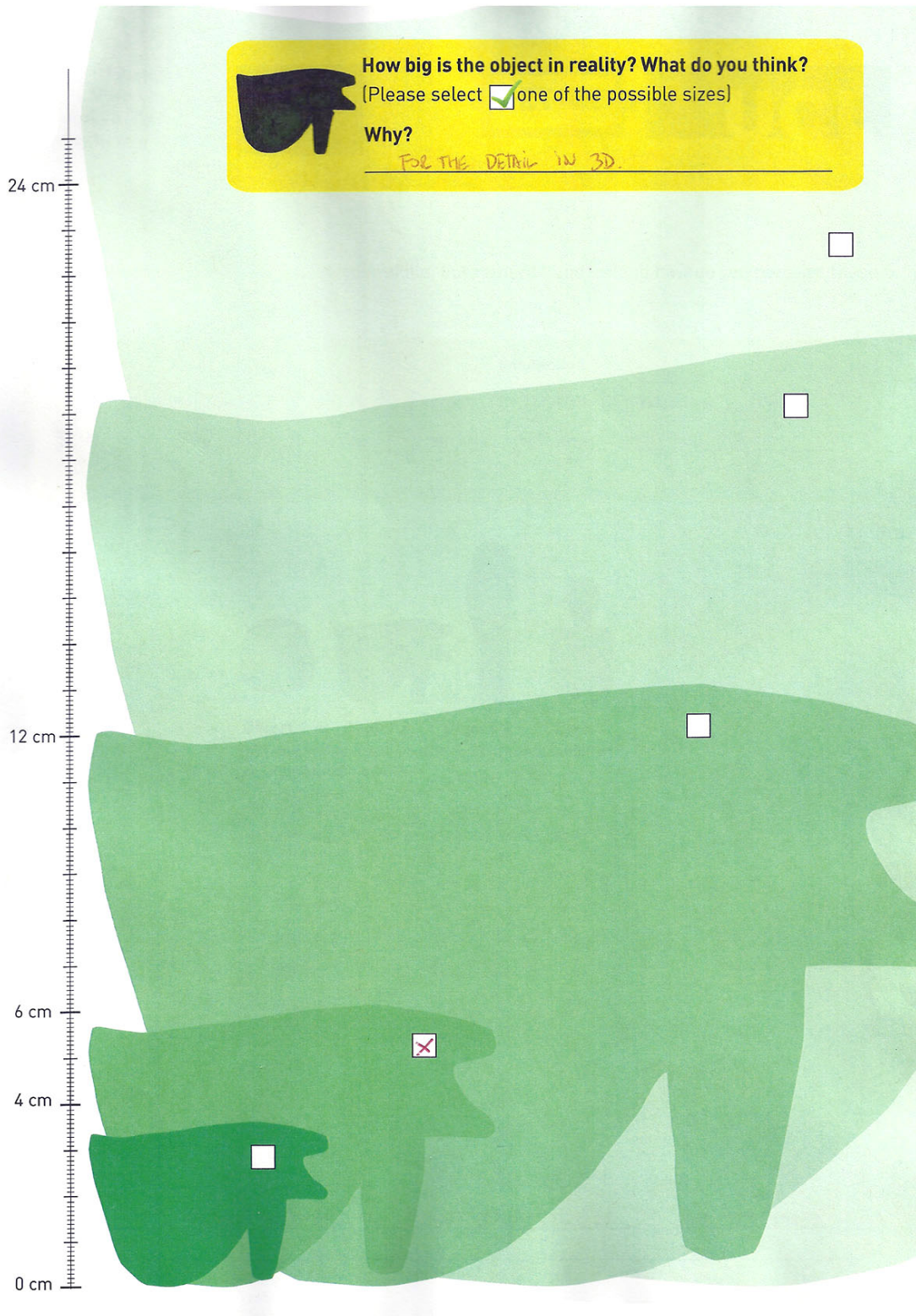
I. 10 Questionário distribuído no 1º Protótipo do Petrie Museum of Egyptian Archaeology sobre Instalação do ‘Tamanho Real’ – p. 3



I. 11 Questionário distribuído no 1º Protótipo do Petrie Museum of Egyptian Archaeology sobre Instalação do ‘Tamanho Real’ – p. 4



I. 12 Questionário distribuído no 1º Protótipo do Petrie Museum of Egyptian Archaeology sobre Instalação do ‘Tamanho Real’ – p. 5



I. 13 Instruções sonoras

Instruções iniciais:

By combining the two hand movements, you can really start to explore

If you want to make it bigger, try pushing your right hand out in front of you towards the screen

If you want to rotate the object you can do this with your left hand

Are you ready to handle an ancient object now?

To choose an object just move your right hand over to the object side bar on the right of the screen

Objeto 1

This is the lid of a conipic jar, if you turn the lid over you can see that it was carved to set inside one of the four jars that held the internal organs of the mummie

Look at the eye, and see the dramatic way they've been outlined

By rotating the head you can see the red band tieded at the back

The sketchie appearance of the wig and limited color, makes us think that the lid might not been finished, what do you think?

Objeto 2

This is an amulet in the form of a decorative counterweight, sometimes added to the back of necklaces to hold them in place. You can see that is beautifully carved on both sides, with an image of the goddess Hathor If you look closely you can see the the wings of a vouchler hairdress draped over her plated wig.

Around her neck and upper body, she is wearing an elaborate necklace

The bottom of the amulet is broken, so only the top part remains, but along that broken edge, see if you can spot a small human face on one side and tiny hieroglyphs spelling the name of the goddess on the other

Objeto 3

This amulet shows the protective eye of the falcon god horus

Although the eye it self look human, can you see the markings below the eye?

These are though to resemble those of actual falcons

Turn the amulet around and you can see that is decorated on both sides.

It is also pierced through at the top, and we know that these amulets were often attached to mummies along with other amulets and also symbols of protection in daily life

Apêndice II: Experimentações no Exposição Baixa em Tempo Real

II.1 Questionário distribuído aos Visitantes na Exposição Baixa em Tempo Real, p. 1

23/4/2013
 Galeria Millennium, Rua Augusta nº96
 Questionário elaborado por Ana Moutinho,
 Programa de Doutoramento em
 Museologia da ULHT



Exposição BAIXA EM TEMPO REAL

Caro Participante

Este questionário não pretende avaliar as suas capacidades, mas pode ajudar-nos a entender o que precisa de ser melhorado nesta exposição.

Por favor assinale com uma 'X' a resposta correta.

Género	Grupo Etário	Ocupação
<input type="checkbox"/> F	<input type="checkbox"/> 5 - 10 <input type="checkbox"/> 11 - 20 <input checked="" type="checkbox"/> 21 - 30	<input checked="" type="checkbox"/> Estudante <input type="checkbox"/> Outro
<input checked="" type="checkbox"/> M	<input type="checkbox"/> 31 - 40 <input type="checkbox"/> 41 - 50 <input type="checkbox"/> > 50	<input type="checkbox"/> Profissional _____ (Especifique a área)

1 **É a primeira vez que está a visitar a exposição "Baixa em Tempo Real"?**

sim

não se não, quantas vezes visitou antes? _____

Porque razão decidiu voltar?

4 **Veio de propósito a esta exposição?**

sim,

- vim de propósito à exposição

não,

- estava a passear na rua e vi a exposição
- vim visitar o NARC e acabei por ver esta exposição

outro motivo, qual? _____

2 **Antes de visitar já tinha ouvido falar nesta exposição?**

sim
 (se sim, de que forma ouviu falar nesta exposição?)

facebook	<input type="checkbox"/>
metropolitano de lisboa	<input type="checkbox"/>
revista/jornal/site	<input checked="" type="checkbox"/>
amigo/conhecido	<input type="checkbox"/>
outro	<input type="checkbox"/>

não

5 **Veio acompanhado/a?**

sim,

amigos	<input checked="" type="checkbox"/> N° 1
família	<input type="checkbox"/> N° _____
visita guiada/ grupo escolar	<input type="checkbox"/> N° _____

não

3 **Quanto tempo demorou a visitar a exposição?**

10 minutos

6 **De forma geral como classificaria a sua experiência com a exposição em geral?**

Má	Razoável	Bom	Muito Bom	Excelente
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

II.2 Questionário distribuído aos Visitantes na Exposição Baixa em Tempo Real, p. 2

As perguntas que se seguem são específicas sobre a interação e funcionamento da instalação "Mural da Baixa", que se encontra no Piso 0 da Galeria Millennium.

Mural da Baixa

O **Mural da Baixa** é uma instalação composta por uma pintura evocativa da morfologia da Baixa e uma aplicação que permite explorar monumentos e objetos 3D existentes na Baixa em Realidade Aumentada.

Realidade Aumentada, consiste na sobreposição de elementos digitais à nossa realidade envolvente por meio de um dispositivo móvel.



1 Durante a interação com o Mural, esteve a segurar/controlar o iPad?

- sim**, esteve a segurar/controlar o iPad
- não**, esteve a ver, mas outra pessoa segurou o iPad

2 Esteve a explorar o mural sozinho/a ou acompanhado/a?

- sozinho/a**
- acompanhado/a** N° de pessoas _____

3 Já tinha visto alguma instalação deste género?

- sim** Qual? _____
- não**

4 De que forma percebeu o funcionamento da instalação/mural da baixa?

- vi alguém a interagir antes de mim
- estive a ler a legenda e depois interagi
- uma das guias da galeria ou amigo/a mostrou-me como funcionava
- sem ter conhecimento prévio sobre o funcionamento desta instalação, decidi tentar descobrir o seu funcionamento

5 Recorreu ao mapa de auxílio?

(este mapa encontra-se abaixo da legenda e indica os locais para onde o iPad deve apontar)

- sim**,
- foi útil saber para onde apontar o iPad;
 - não foi necessário;
 - nem me apercebi que existia um mapa de apoio.



6 Como classifica o tipo de interação com o mural?

- difícil manusear o iPad e visualizar o conteúdo em simultâneo
- razoável
- muito fácil e intuitivo

7 Como classifica o processo de encontrar os objetos 3D?

- muito difícil
- difícil
- razoável
- fácil
- muito fácil

8 Foi a 1ª vez que utilizou um iPad?

- sim** **não**

Sintiu-se intimidado a interagir com o iPad?

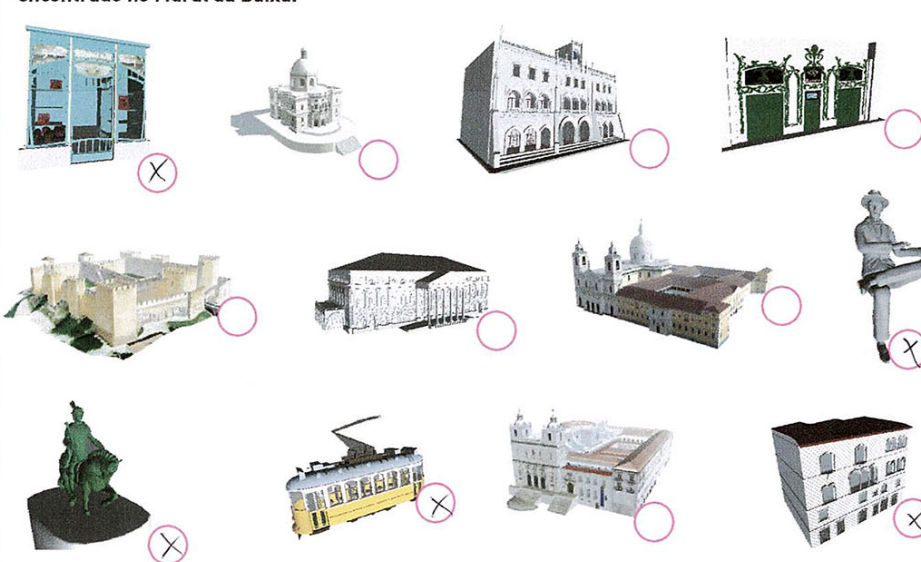
- sim** **não**

Utilizou o iPad disponível na Galeria?

- sim** **não**, fiz o download da aplicação para o meu iPad/iPhone

II.3 Questionário distribuído aos Visitantes na Exposição Baixa em Tempo Real, p. 3

9 Por favor assinale com uma X (dentro do círculo), apenas **5** monumentos/objetos 3D que tenha encontrado no Mural da Baixa.



10 Como caracteriza o nível de detalhe dos modelos 3D apresentados no mural?

Mau razoável bom muito bom excelente

13 Quanto tempo (minutos) demorou a explorar o mural?

< 1min 1min 3min 5min > 5min

11 Depois de ter explorado o mural decidiu voltar a interagir?

sim,

- decidi voltar a explorar o mural para ver um determinado pormenor
- já interagi com o mural mais de 2 vezes

não,

- interagi com o mural apenas 1 vez

14 Qual o grau de diversão ao interagir com esta instalação?

muito enfadonho razoável divertido muito divertido

12 Já tinha ouvido falar em Realidade Aumentada?

sim,

- já tinha ouvido falar
- já interagi com algo semelhante
- já interagi com algo semelhante e compreendo o seu funcionamento

não

- é a 1ª vez que ouvi

15 De forma geral, como classifica esta instalação?

Má razoável bom muito bom excelente

O que gostaria de ver implementado nesta instalação?

Ação, movimento cidadão

II.4 Questionário distribuído aos Visitantes na Exposição Baixa em Tempo Real, p. 4

As perguntas que se seguem são específicas sobre a interação e funcionamento da instalação "Reconhecimento Gestual", que se encontra no Piso 0 da Galeria Millennium.

Manipulação de um Objeto Arqueológico do NARC

Esta instalação permite ao visitante explorar um objeto arqueológico existente no NARC - Núcleo Arqueológico da Rua dos Coreeiros. Este objeto consiste num "pichel" do século XIII. O visitante utiliza o movimento do braço direito para aumentar e reduzir o objeto 3D e o movimento do braço esquerdo serve para rodar o objeto em qualquer eixo.



1

Ao explorar o objeto arqueológico, chegou a interagir com os seus braços?

sim, estive a interagir com os meus braços

não, estive só a ver outra pessoa interagir

5

Como classifica o tipo de interação com esta instalação?

- muito fácil e intuitivo
- razoável
- difícil gerir o movimento dos dois braços em simultâneo

2

Já tinha visto alguma instalação deste género?

sim Qual? _____ não

6

Enquanto interagia com o movimento do corpo sentiu-se observado/a?

sim,

- mas não me incomoda ser observado/a enquanto movimento o meu corpo para interagir
- senti-me observado/a e é uma sensação desconfortável

não,

- não me senti observado
- não estava ninguém por perto para me ver interagir

3

De que forma percebeu o funcionamento da instalação?

- vi alguém a interagir antes de mim
- estive a ler a legenda e depois interagi
- uma das guias da galeria ou amigo/a mostrou-me como funcionava
- sem ter conhecimento prévio sobre o funcionamento desta instalação, decidi tentar descobrir o seu funcionamento e vi o objeto a movimentar-se

7

Conseguiu manipular o objeto com sucesso?

sim,

- consegui rodar, ampliar e reduzir o objeto da forma que entendi

não,

- o objeto não se comportou como eu pretendia

4

Interagir com o movimento do corpo pode ser intimidador?

sim não

8


Durante o processo de interação, sentiu que houve uma evolução no controlo do objeto?

sim não

II.5 Questionário distribuído aos Visitantes na Exposição Baixa em Tempo Real, p. 5

9 Esta instalação suscitou alguma curiosidade em procurar o objeto verdadeiro no NARC?
sim não

10 Chegou a ver o objeto verdadeiro no NARC?
sim não

11 Comparando o objeto 3D com o objeto original, de que forma caracteriza a sua representação 3D?

Objeto Original Objeto 3D
Má razoável bom muito bom excelente

12 Para que servia este objeto arqueológico?
Opção A - era um vaso decorativo
Opção B - era utilizado para servir vinho
Opção C - era utilizado como floreira

13 Quanto tempo (minutos) demorou a explorar o objeto?
< 1min 1min 3min 5min > 5min

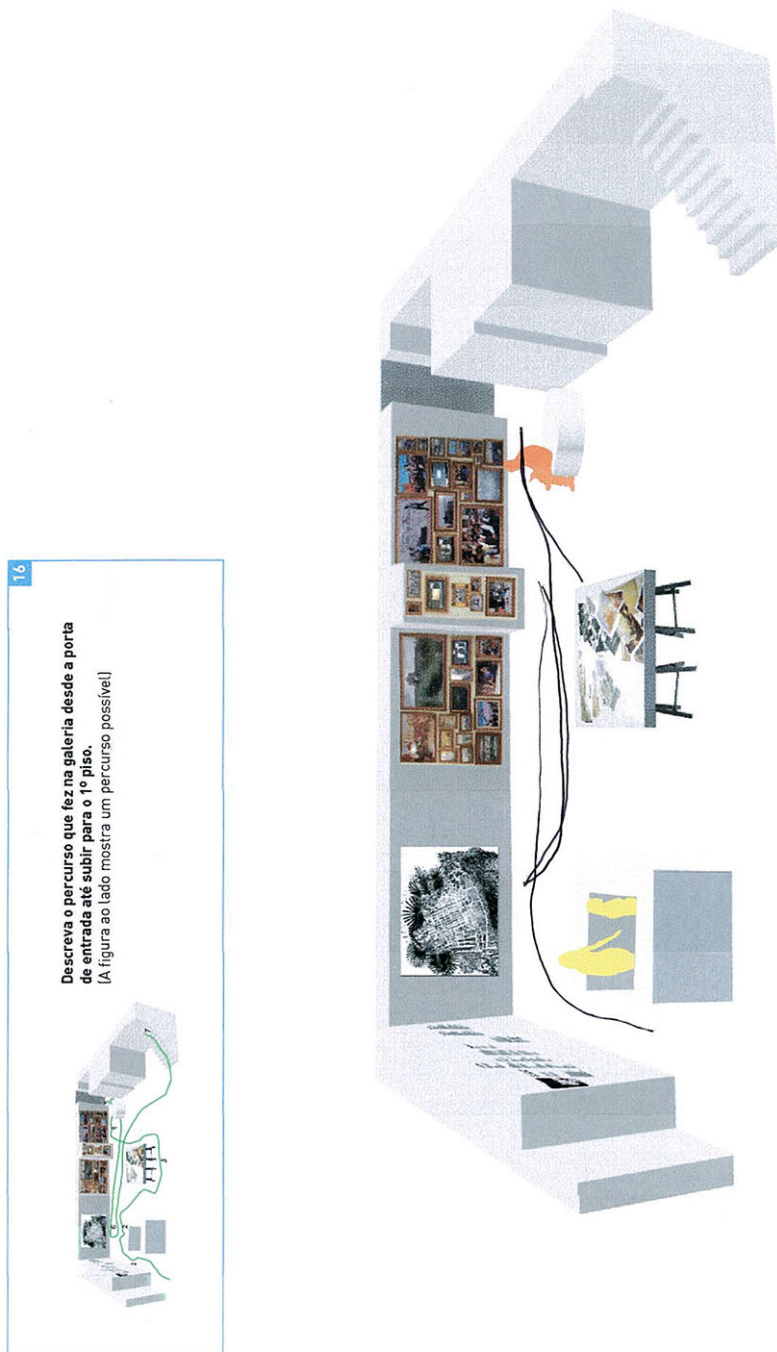
14 Qual o grau de diversão ao interagir com esta instalação?
muito enfadonho razoável divertido muito divertido

15 Como classifica esta instalação?
Má Razoável Bom Muito Bom Excelente

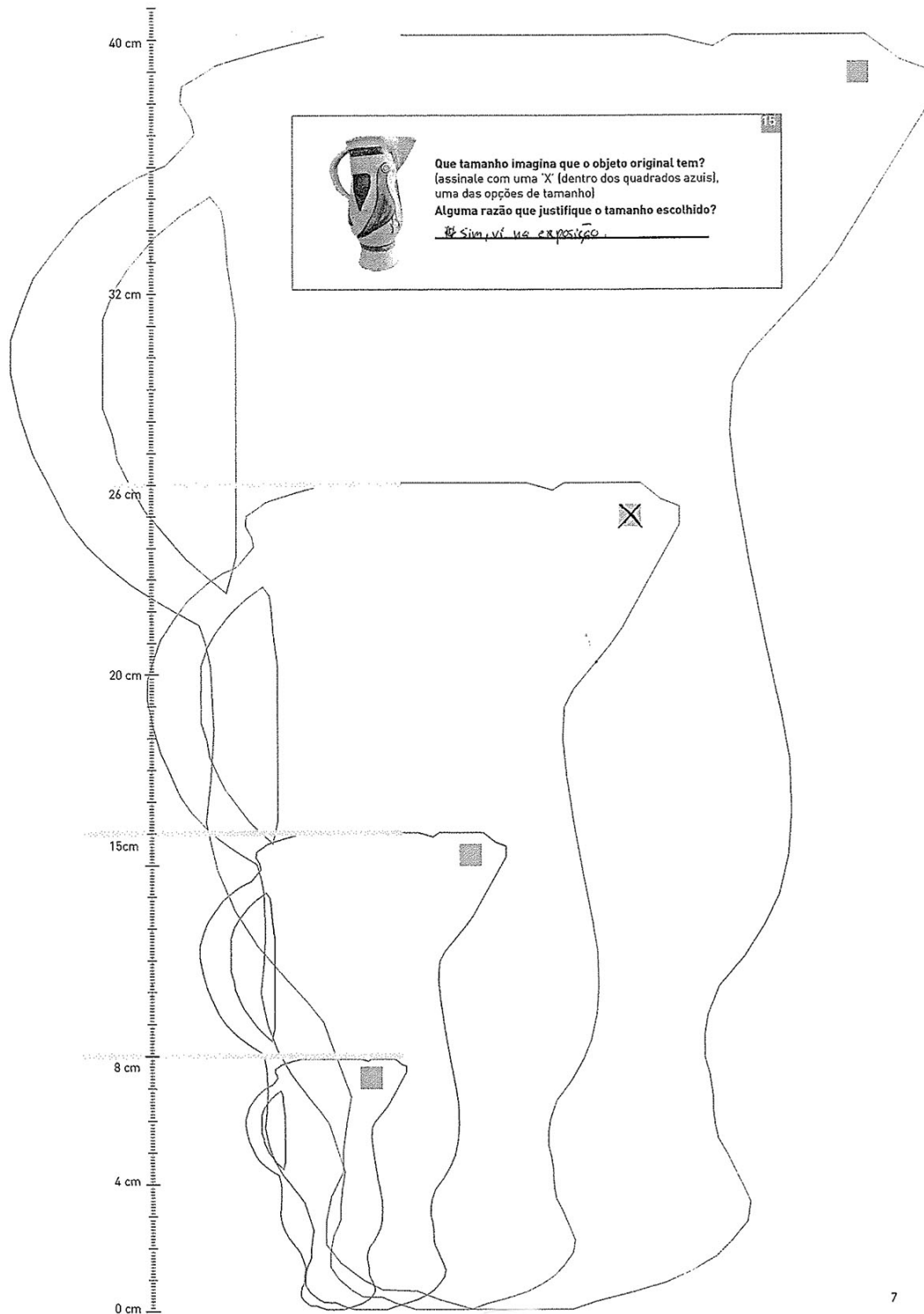
Como complementaria esta instalação?
Movimentos mais suaves

II.6 Questionário distribuído aos Visitantes na Exposição Baixa em Tempo Real, p. 6

∞



II.7 Questionário distribuído aos Visitantes na Exposição Baixa em Tempo Real, p. 7



II.8 Questionário distribuído aos Técnicos da Galeria Millennium

21/5/2013
 Galeria Millennium, Rua Augusta nº96
 Questionário elaborado por Ana Moutinho,
 Programa de Doutoramento em
 Museologia da UIHT



Exposição **BAIXA EM TEMPO REAL**

Estimada Arqueóloga,

Este questionário tem por objetivo entender o tipo de público que frequenta a Galeria Millennium e em particular a exposição *Baixa em Tempo Real*, de forma a compreender quais as suas motivações, padrões de comportamento, tipos de interação e capacidades de aprendizagem.
 Por outro lado, entender o ponto de vista de quem está a ajudar e guiar os visitantes a fruir a exposição, qual **a sua participação** na experiência do visitante e quais os receios e surpresas que uma exposição tecnológica e interativa pode suscitar.

Desde a inauguração da exposição em Fevereiro de 2013 até ao momento, esta exposição já teve mais de 3000 visitantes e mais de 400 horas de funcionamento, por certo já passaram muitos visitantes com comportamentos semelhantes e outros com comportamentos que não estava à espera.

Neste sentido, este questionário encontra-se dividido em 3 partes, a primeira parte sobre a exposição e o visitante em geral, a 2ª parte sobre a instalação o **Mural da Baixa** e a 3ª parte sobre a instalação do **Reconhecimento Gestual com um Objeto da Coleção do NARC**.

Solicito que ao responder a este questionário seja o mais específica e descritiva possível.

Obrigada,
 Ana Moutinho
 05.05.2013



1
 De forma geral quanto tempo demora um visitante na exposição?
a maioria deles quevas vê o r/k - máximo 10-15 minutos

2
 Qual foi o máximo de tempo que um visitante esteve na exposição?
30 m

3
 De todas as instalações da exposição, assinale 3 que gosta mais.

<input type="checkbox"/> Mural da Baixa	<input checked="" type="checkbox"/> Calçada Portuguesa
<input type="checkbox"/> Galeria Tátil	<input type="checkbox"/> Ligação ao site
<input type="checkbox"/> Galeria Multimédia	<input type="checkbox"/> App Língua Gestual
<input type="checkbox"/> Objeto do NARC	<input type="checkbox"/> Ligação às lojas
<input type="checkbox"/> Mesas exploratórias	<input type="checkbox"/> Ligação ao Catete
<input type="checkbox"/> Janela Interativa	<input checked="" type="checkbox"/> Fernando Pessoa

1
 90

4

Se tivesse que caracterizar de forma subjetiva o público que visita a Galeria Millennium de que forma o agrupava e caracterizava?

Como é que o grupo ou tipo de visitante se comporta? é curioso? faz muitas perguntas? é chato? consegue interagir? escreve no livro de agradecimentos? leva amigos diferentes cada vez que vai à exposição? ...

Porcentagem de visitação	Definição do grupo/visitante	Descrição
1 %	Visitante Regular	Já visitou a exposição mais de 3 vezes, que já se tornou numa cara conhecida, comporta-se da seguinte maneira: já conhece os pontos interactivos, mexe, e se tiver novas pessoas mostram-lhes como funciona a instalação. Apenas 1 a 2 casos
5 %	Família	Muito poucas famílias vieram de propósito à exposição, quando vêm são curiosas, todos participam e fazem perguntas.
10 %	Turista	Em 95% dos casos os turistas vêm porque procuram o núcleo arqueológico, alguns acabam por ver a exposição, mas raramente fazem perguntas
50 %	ESCOLAS	Apenas tivemos poucos grupos de escolas que vieram de propósito para esta exposição. A grande maioria vem visitar o NARC, mas no tempo de espera, acaba por ver a exposição. As crianças interagem com as instalações interactivas e brincam. Algumas deixam os comentários no livro de agradecimentos.
34 %	visitante ocasional	O visitante ocasional é o que passa no R. Augusta, ao que já tenha visitado outras exposições da Galeria Millennium e por isso volta para ver a nova exposição. Muito poucos fazem perguntas e deixam comentários. A maioria apenas vê o piso térreo.
%		
%		
%		
%		
Total = 100%		

Mural da Baixa

O **Mural da Baixa** é uma instalação composta por uma pintura evocativa da morfologia da Baixa e uma aplicação que permite explorar monumentos e objetos 3D existentes na Baixa em Realidade Aumentada.

Realidade Aumentada, consiste na sobreposição de elementos digitais à nossa realidade envolvente por meio de um dispositivo móvel.



...relativamente à sua interação com o Mural da Baixa...

1

Já tinha visto alguma instalação deste género?

sim Qual? _____ não

2

Foi no contexto desta exposição que utilizou um iPad pela 1ª vez?

sim não

3

Antes desta exposição já ouvido falar em Realidade Aumentada?

sim não talvez

Sente-se familiarizado com o seu funcionamento? (em termos técnicos, como se processa o reconhecimento das imagens)

sim não

4

Por favor assinale com uma X (dentro do círculo), apenas os monumentos/objetos 3D que tenha encontrado no Mural da Baixa. (Por favor não verifique a sua resposta, pois o que interessa compreender é quais os objetos que a memória retém com maior facilidade.)

3

ll

...relativamente à interação dos visitantes com o Mural da Baixa...

5

De que forma os visitantes se comportam antes e durante a interação com o mural?
De forma subjetiva se tivesse que categorizar os comportamentos dos visitantes, de que forma o fazia?

Caracterista do visitante que o pode definir	Descrição
• Visitante <u>tímido/receoso</u>	<u>olha brevemente para a explicação e para o IPAD e não quer experimentar a</u> <u>ajuda maioria</u>
• Visitante <u>mal educado</u>	<u>ao aproximar-me do visitante para o ajudar a interagir, este reage da</u> <u>da seguinte maneira: diz que não quer ver e afasta-se</u>
• Visitante <u>desembaraçado</u>	<u>não preciso de me aproximar do visitante porque ele automaticamente...</u> <u>pega no IPAD e explora → este caso é extremamente</u> <u>raro - apenas 2% de todos os visitantes</u>
• Visitante <u>utilizado</u>	<u>observa a explicação e após a explicação e</u> <u>demonstração da guia - explora sozinho o mural.</u>
• Visitante _____	_____
• Visitante _____	_____

6

Por certo já teve que abordar vários visitantes para explicar o funcionamento da instalação, sem eles terem pedido a sua ajuda, de que forma vê esta ação? é confortável de executar?

É o nosso trabalho e o pe nos foi
pedido para fazer.

7

Se não tivesse que explicar o funcionamento da instalação por iniciativa própria, considera que muitos visitantes nem chegariam a explorar?

A grande maioria - 95% - dos que
vêm a instalação não vem e
nem exploram sozinhos.

8
Quando se aproxima do visitante para o ajudar a interagir com o mural, sem que ele tenha pedido a sua ajuda, que tipo de reação já presenciou?
 → alguns ajustam-se, mas a maioria desvia o juízo e depois aperta o IPAD para explorar sozinho.

10
Após perceberem o funcionamento, de que forma caracteriza a interação dos visitantes com a instalação?
 muito difícil razoável fácil muito fácil

11
Apercebeu-se de algum visitante que depois de lhe explicar o funcionamento, ele não tenha conseguido interagir?
 Sim

9
A maioria dos visitantes pergunta como funciona a instalação? ou sentem-se envergonhados por não saberem?
 Apenas uma pequena percentagem 1% pergunta como funciona

12
Como foi o processo de manter a bateria do iPad? Foi fácil ou difícil de assegurar?
 Fácil

13
Quais os comportamentos de aprendizagem ao interagir com iPad?
 (Conseguem segurar o iPad de forma correta e visualizar o conteúdo? sentem-se confiantes?)

- Criança conseguem segurar correctamente e exploram facilmente
- Adolescente conseguem segurar correctamente e exploram facilmente
- Adulto alguns não seguram correctamente, colocam dedo na frente da câmara e tem receio de andar o IPAD
- Senior mesma descuração do adulto

5
12

De forma geral como classifica a satisfação dos visitantes com esta instalação? 14

má	razoável	bom	muito bom
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Comentários (seus) sobre esta Instalação

O som não funciona a maioria dos dias, o mapa está algumas partes demasiado estilizado, bem como os edifícios. Os edifícios do IPAD poderiam ser mais variado e estar no sítio correcto, e com a orientação correcta.

Comentários dos visitantes sobre esta Instalação

A maioria de queria ver os edifícios pudessem ter outras funcionalidades ao tocar na figura. Bem como sem.

Manipulação de um Objeto Arqueológico do NARC

Esta instalação permite ao visitante explorar um objeto arqueológico existente no NARC - Núcleo Arqueológico da Rua dos Coreeiros. Este objeto consiste num "pichel" do século XIII. O visitante utiliza o movimento do braço direito para aumentar e reduzir o objeto 3D e o movimento do braço esquerdo serve para rodar o objeto em qualquer eixo.



...relativamente à SUA interação com o Objeto 3D...

<p>1</p> <p>Já tinha visto alguma instalação deste género?</p> <p>sim <input type="checkbox"/> não <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Qual? _____</p>	<p>3</p> <p>À partida, interagir com o movimento do corpo pode ser intimidador?</p> <p>sim <input type="checkbox"/> não <input checked="" type="checkbox"/></p>
<p>2</p> <p>Sendo a Arqueologia o seu campo de ação profissional, de que forma vê este tipo de instalação como recurso expográfico na arqueologia?</p> <p><i>Poderia ser aplicada em museus de arqueologia, mas com uma função didática e não meramente lúdica.</i></p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>4</p> <p>Como classifica o tipo de interação com esta instalação?</p> <ul style="list-style-type: none"> • muito fácil e intuitivo <input type="checkbox"/> • razoável <input checked="" type="checkbox"/> • difícil gerir o movimento dos dois braços em simultâneo <input type="checkbox"/>
	<p>5</p> <p>É constrangedor mostrar o funcionamento desta instalação, tendo que movimentar o corpo?</p> <p>sim <input type="checkbox"/> não <input checked="" type="checkbox"/></p>
	<p>6</p> <p>Já sentiu receio que durante a sua demonstração do funcionamento da instalação, que esta não funcionasse?</p> <p>sim <input type="checkbox"/> não <input checked="" type="checkbox"/></p>
	<p>7</p> <p>O objeto comporta-se sempre da maneira como pretende?</p> <p>sim,</p> <ul style="list-style-type: none"> • consigo sempre rodar, ampliar e reduzir o objeto, da forma que pretendo <input type="checkbox"/> <p>não,</p> <ul style="list-style-type: none"> • nem sempre o objeto não se comportou como eu pretendia <input checked="" type="checkbox"/>

7
13

8

Comparando o objeto 3D com o objeto original, de que forma caracteriza a sua representação?



Objeto Original Objeto 3D

pobre razoável bom muito bom excelente

9

Ao longo destes dois meses a mostrar aos visitantes como interagir com o objeto 3D, sente-se mais confiante? *-jvd*

sim não

Sentiu uma evolução no controlo do objeto?

sim não *-jvd*

Comentários (seus) sobre esta instalação

A instalação bloqueia algumas vezes. A localização não de parça de vidro, também não ajuda.

...relativamente à interação dos visitantes com o Objeto 3D...

10

Esta instalação suscitou alguma curiosidade nos visitantes em procurar o objeto verdadeiro no NARC?

sim não

13

De forma geral qual o nível de facilidade de interação dos visitantes com a exposição?

muito difícil razoável fácil muito fácil

11

Aconteceu alguma vez o visitante do NARC reconhecer o objeto na vitrine sem ter sido referido?

sim não

14

De forma geral como classifica a satisfação dos visitantes com esta instalação?

má razoável bom muito bom

12

Observou algum tipo de interação não espetável ou fora do comum?

sim não

qual/quais? (ex: criança a dançar com o objeto)

- tirar fotos
- dançar

Comentários dos visitantes sobre esta instalação

II.9 Questionário distribuído aos Stakeholders da Galeria Millennium

___/___/2013
 Galeria Millennium, Rua Augusta nº96
 Questionário elaborado por Ana Moutinho,
 Programa de Doutoramento em
 Museologia da ULHT








Exposição BAIXA EM TEMPO REAL

Este questionário tem por objetivo conhecer o ponto de vista da Fundação Millennium, como entidade de acolhimento, que apoiou o desenvolvimento da Exposição **Baixa em Tempo Real**.

Neste sentido, o questionário está dividido em três partes, a 1ª parte sobre a Exposição e a Fundação Millennium, a 2ª parte sobre a instalação o **Mural da Baixa** e a 3ª parte sobre a instalação de **Manipulação de um Objeto 3D do NARC**.

Obrigada pela atenção e dedicação!
 Ana Moutinho
 05.05.2013

1

De todas as instalações da Exposição, assinale 3 que gosta mais.

<input checked="" type="checkbox"/> Mural da Baixa	<input type="checkbox"/> Calçada Portuguesa
<input type="checkbox"/> Galeria Tátil	<input type="checkbox"/> Ligação ao site
<input type="checkbox"/> Galeria Multimédia	<input checked="" type="checkbox"/> App Língua Gestual
<input checked="" type="checkbox"/> Objeto do NARC	<input type="checkbox"/> Ligação às lojas
<input type="checkbox"/> Mesas exploratórias	<input type="checkbox"/> Ligação ao Catete
<input type="checkbox"/> Janela Interativa	<input type="checkbox"/> Fernando Pessoa

3

Esta Exposição foi desenvolvida por alunos, professores e investigadores, que trabalharam neste projeto de forma voluntária.
A Fundação já se envolveu noutros projetos que tenham por base o voluntariado?

sim não

A Fundação Millennium já trabalhou em parceria com outras Universidades no desenvolvimento de exposições?

sim não

2

De forma geral como classifica a sua experiência com a Exposição?

como visitante:

Má Razoável Bom Muito Bom Excelente

— — — —

como entidade de acolhimento (Fundação), que acompanhou o processo de desenvolvimento da Exposição:

Má Razoável Bom Muito Bom Excelente

— — — —

4

A Exposição Baixa em Tempo Real conseguiu atingir as expectativas da Fundação?

sim não

Alguns comentários: _____

f . . .

8 De forma geral, como classifica a sua experiência com esta instalação?

má razoável bom muito bom excelente

O que gostaria de ver implementado nesta instalação?

MAIOR NÚMERO DE OBJETOS

9 Qual o grau de diversão ao interagir com esta instalação?

muito enfadonho razoável divertido muito divertido

...do ponto de vista da Fundação Millennium...

10 Como classifica a importância de uma instalação interativa relacionada com o NARC?

indiferente razoável importante muito importante

12 Cada vez mais, os museus estão a digitalizar em 3D as coleções, de forma a disponibilizar online, permitir impressões 3D e explorar os objetos através de instalações e aplicações interativas. **Descreva de que forma o NARC e a Fundação se posicionam face a esta tendência.**

ABERTOS ÀS NOVAS TENDÊNCIAS

11 Este tipo de instalações interativas com objetos 3D da coleção, faz sentido no contexto no NARC?

sim não

Algum comentário que queira partilhar:

Personalmente foi um prazer enorme participar neste projeto e profissionalmente muito enriquecedor. Estou grata a todos os que fizeram parte da "aventura" e aproveito para apresentar os meus PARABÉNS à Ana Moutinho. Isabel Cavaleiro

5

Tendo acompanhado o processo de desenvolvimento da Exposição, consegue inumerar duas vantagens e duas desvantagens em trabalhar com um grupo que tenha por base o voluntariado?

vantagens DIVERSIDADE DE COMPETÊNCIAS
EMPENHO INDIVIDUAL/GRUPO

desvantagens DISPONIBILIDADE DE HORÁRIOS
CUMPRIMENTO DE PRAZOS

7

Em que medida esta Exposição se adaptou às políticas de gestão e missão da Galeria?

não se adaptou razoável bem muito bem excelente

6

Como caracteriza o impacto geral da Exposição nos meios de comunicação?

Mau razoável bom muito bom excelente

8

Para assegurar o bom funcionamento da Exposição, a Fundação equipou a Galeria Millennium com:

- um serviço de internet sem fios de alta qualidade
- suporte para projetores de vídeo
- rampa para visitantes com mobilidade reduzida
- piso tátil
- identificação em braille nos corrimões

Estas alterações foram um investimento na Galeria a longo prazo?

sim não

Algum comentário: _____

Mural da Baixa

O **Mural da Baixa** é uma instalação composta por uma pintura evocativa da morfologia da Baixa e uma aplicação que permite explorar monumentos e objetos 3D existentes na Baixa em Realidade Aumentada.



1 Já tinha visto alguma instalação deste género?

sim não

Qual? _____

3 Como classifica o processo de encontrar os objetos 3D?

muito difícil difícil razoável fácil muito fácil

2 Como classifica o tipo de interação com o mural?

difícil manusear o iPad e visualizar o conteúdo em simultâneo razoável muito fácil e intuitivo

4 Qual o grau de diversão ao interagir com esta instalação?

muito enfadonho razoável divertido muito divertido

5 Por favor assinale com uma X (dentro do círculo), apenas os monumentos/objetos 3D que se lembra de ter visto no Mural da Baixa. (Por favor não verifique a sua resposta, pois o que interessa compreender é quais os objetos que a memória retém com maior facilidade.)

6

Realidade Aumentada, consiste na sobreposição de elementos digitais à nossa realidade envolvente por meio de um dispositivo móvel.

Antes desta exposição já tinha ouvido falar em Realidade Aumentada?

sim não talvez

7

De forma geral, como classifica esta instalação?

INTERESSANTE E DIVERTIDO

8

O que gostaria de ver implementado nesta instalação?

Manipulação de um Objeto Arqueológico do NARC

Esta instalação permite ao visitante explorar um objeto arqueológico existente no NARC - Núcleo Arqueológico da Rua dos Coreeiros. Este objeto consiste num "pichel" do século XIII. O visitante utiliza o movimento do braço direito para aumentar e reduzir o objeto 3D e o movimento do braço esquerdo serve para rodar o objeto em qualquer eixo.



Já tinha visto alguma instalação deste género?

1

sim não

Qual? _____

Interagir com o movimento do corpo pode ser intimidador?

2

sim não

Como classifica o tipo de interação com esta instalação?

3

- muito fácil e intuitivo
- razoável
- difícil gerir o movimento dos dois braços em simultâneo

Enquanto interagia com o movimento do corpo sentiu-se observado/a?

4

- sim,**
- mas não me incomoda ser observado/a enquanto movimento o meu corpo para interagir
 - senti-me observado/a e é uma sensação desconfortável
- não,**
- não me senti observado
 - não estava ninguém por perto para me ver interagir

Conseguiu manipular o objeto com sucesso?

5

- sim,**
- consegui rodar, ampliar e reduzir o objeto da forma que entendi
- não,**
- o objeto não se comportou como eu pretendia

Durante o processo de interação, sentiu que houve uma evolução no controlo do objeto?

6

sim não

Comparando o objeto 3D com o objeto original, de que forma caracteriza a sua representação?

7



Objeto Original

Objeto 3D

mau razoável bom muito bom excelente