

INTERSEÇÕES: OS RECURSOS DIGITAIS NO CONTEXTO DA MUSEOLOGIA UNIVERSITÁRIA

João Carlos Carvalho Aires de Sousa

Resumo

Os museus universitários partilham características funcionais e conceituais com instituições museológicas de outras áreas. No entanto estes museus, que nascem no interior das universidades, possuem características específicas que se prendem, por exemplo, com a natureza das suas coleções. Num contexto universitário, as coleções museológicas resultam, na sua maioria, de processos de criação e transmissão de conhecimento. Atualmente, verifica-se a tendência de abertura dos museus universitários a públicos leigos, para os quais a exploração destas coleções é feita no sentido de divulgar conceitos e princípios, bem como os contextos evolutivos e de utilização destes objectos nos referidos processos de transmissão do conhecimento.

Na atividade profissional que desempenho no Serviço de Documentação e Informação da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, em particular na unidade de Museu da mesma instituição, tenho vindo a desenvolver, em colaboração com a equipa do museu, uma prática e uma reflexão sobre representação e simulação de objetos do acervo do museu, permitindo a reutilização do seu equivalente digital em contextos de ensino. Em consequência desta colaboração e posteriormente como investigador no âmbito do curso de mestrado em multimédia da Faculdade de Engenharia, surgiu a motivação de estudar a relação entre a conceção de jogos digitais e a criação de exposições em contexto virtual.

A ideia de desenvolver esta investigação surgiu da convicção da relevância da utilização dos recursos digitais, sejam eles bi ou tridimensionais, para comunicar informação sobre objetos museológicos, com níveis de detalhe que podem ser adaptados conforme o que se pretende representar. Por outro lado, o digital permite a associação de informação que, de uma forma integrada, contextualiza em múltiplas dimensões o objeto representado. Assim, no contexto da minha dissertação de mestrado, procurei demonstrar de que forma as tecnologias 3D se adaptam à natureza interativa associada a objetos museológicos (neste caso de ciência e técnica), e como estas

tecnologias constituem um fator de preferência para a representação de exposições em contexto digital, permitindo o acesso aos acervos museológicos sem restrições temporais e de manuseamento.

Em alternativa aos sistemas de criação de exposições e museus virtuais em contexto tridimensional existentes, de elevado grau de complexidade e diminuta flexibilidade, propus um protótipo suportado por um motor de jogo e testado por um painel de profissionais da área da museologia.

A presente comunicação descreve o processo de criação deste protótipo, alicerçado numa análise comparativa entre as metodologias de planeamento e implementação de exposições e os métodos de desenvolvimento de vídeo jogos em ambiente 3D, do qual resultou a extracção de métodos comuns aos dois paradigmas de implementação.

Palavras-chave: museus universitários; recursos digitais; museus virtuais; exposições virtuais; colaboração

Abstract

University museums have the same conceptual and functional characteristics of other types of museums. However, these particular museums are born inside the universities with specific characteristics due to the nature of their collections. In the particular case of a university museum, the collections are the result of knowledge creation and knowledge transmission processes. Presently, university museums tend to open to the general public for whom the exploration of the collections is made with the intention to transmit related principles and concepts as well as evolution and usage contexts of the collections in the knowledge transmission process. As a result of my professional activity as a staff member of the Information and Documentation Service at the Faculty of Engineering of University of Porto, particularly in my cooperation with the institutions museum, I've been developing research and practice in the digital representation and simulations of objects belonging to the museum's collection with the purpose of returning them to the teaching and learning context. As a result of this collaboration with the museum's team and later as a researcher under the master's degree in multimedia, I decided to research for my master degree thesis, the relationship between video game development and exhibitions creation in the virtual context.

The present research arose from the conviction of the importance and relevance of digital resources as a mean to communicate information about museum objects with different levels of detail. On the other hand, digital representation enables the integration of multiple sources of information giving multi dimension context to an

object. Thus, the research developed in my master degree thesis, demonstrates that 3D technologies can adapt to the interactive nature of university museum collections, and also constitute the preferred mean for the creation of digital virtual exhibitions allowing access to the museum collection without handling or time constraints.

Presently the development of a digital 3D virtual exhibition constitutes a daunting task, requiring the use of very complex software tools. Hence, a functional prototype supported by a very flexible game engine was developed and tested by several museum professionals.

This paper will trace the prototype development process, supported by a comparative analysis between game development and exhibitions creation methodologies, allowing the extraction of a common method to both processes.

Keywords: university museums; digital resources; virtual museums; virtual exhibitions; collaborative networks

INTRODUÇÃO

Os constantes avanços nas tecnologias de informação, mais concretamente na área da computação gráfica, provocaram mudanças profundas em diferentes áreas do conhecimento humano.

Além das áreas científicas, as atividades culturais e artísticas beneficiaram e evoluíram em consequência do aperfeiçoamento e difusão de sistemas de processamento gráfico, quer bidimensional quer tridimensional.

As especificidades dos museus universitários levam a que o meio em que eles se inserem seja permeável à criação de equipas de trabalho transdisciplinares, para o estudo, representação e comunicação dos objetos pertencentes ao seu acervo. Estão assim criadas as condições ideais para a aplicação das tecnologias de computação gráfica interativas, mais especificamente dos motores de criação de vídeo jogos no contexto da museologia universitária, como meio de implementação de exposições virtuais.

CONTEXTO E MOTIVAÇÃO

A afirmação dos museus universitários na sociedade do conhecimento implica muitas vezes a criação de relações e redes transdisciplinares para partilha de saberes especializados, juntando curadores, conservadores, cientistas, investigadores, alunos e técnicos de diferentes áreas disciplinares, com o objetivo comum de apoiar o museu nas suas funções educativas, de comunicação, de conservação e de preservação do património (Vieira 2008).

Os museus universitários são detentores de coleções de artefatos que, quando expostos, são tipicamente apresentados de forma estática. Neste sentido, o caráter interativo associado a aplicações virtuais 3D poderá permitir uma exploração da globalidade das funcionalidades originais do objeto, numa perspetiva lúdica e pedagógica, bem como a sua manipulação sem os riscos inerentes à deterioração ou danos daí decorrentes.

Um caso relevante deste tipo de prática, foi encetado pela Unidade de Museu da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, que empreendeu um estudo multidisciplinar a partir de um objeto pertencente ao seu espólio museológico: uma balança aerodinâmica do fabricante Phillip Harrys. Este objeto foi, em tempos, utilizado no ensino da dinâmica de fluidos daquela Escola, permitindo a extração dos valores das forças de atrito e sustentação de um perfil aerodinâmico. Para este

estudo, foi criada uma rede de colaboração académica envolvendo a equipa museológica da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, um investigador e docente do Departamento de Engenharia Civil, um aluno do Mestrado de Museologia e um aluno de Mestrado em Multimédia (Medina et al.). O produto final consistiu numa representação tridimensional digital da respetiva balança. Os contributos de cada um dos elementos permitiram a correta representação e simulação do objeto, facilitando a reutilização do objeto digital criado no atual contexto do ensino.

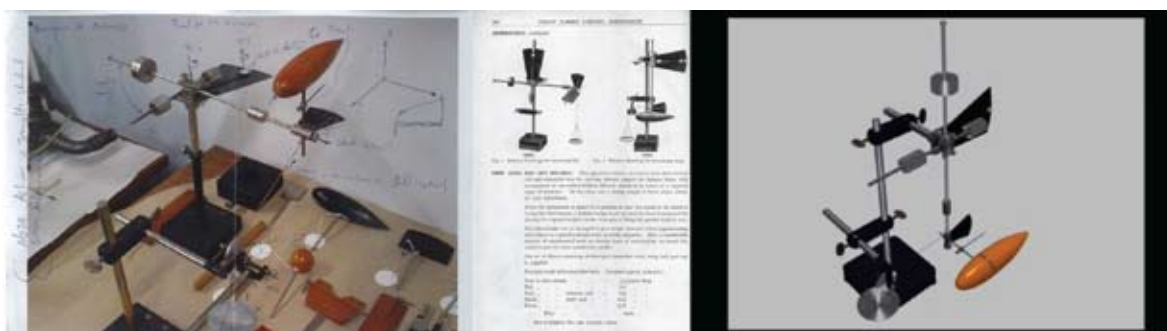


Figura 1 – Processo de recriação 3D da balança aerodinâmica Phillip Harrys.

Como consequência destas práticas e reflexões, surgiu a motivação para desenvolver uma metodologia suportada tecnologicamente por ferramentas eficientes que permitam a museólogos e curadores, criar exposições virtuais, de uma forma simples e acessível, num ambiente tridimensional, e com a possibilidade de serem disponibilizadas a uma vasta audiência, numa dinâmica on-line (via web) ou off-line (local), para um número diversificado de plataformas. As ferramentas utilizadas pela indústria do entretenimento eletrónico, em particular as que estão relacionadas com a produção de jogos interativos em ambiente tridimensional (baseadas em ferramentas (motores de jogo) e metodologias que constituem atualmente um referencial de boas práticas) poderão cumprir este objectivo.

O carácter multidisciplinar, envolvendo duas áreas do conhecimento distintas como a museologia, associada às ciências humanas, e a computação gráfica, no campo das ciências exatas e de engenharia, constituiu um desafio para a realização de uma investigação, com a qual se pretendeu responder à seguinte questão:

Adotando metodologias comuns às áreas da museologia e desenvolvimento de vídeo jogos, será que a reutilização e personalização de um motor de jogo, permitirá a museólogos e curadores montarem uma exposição virtual em ambiente 3D de uma forma simples e rápida?

Para dar resposta a esta questão de investigação, foi desenvolvido um sólido estudo nas diferentes áreas disciplinares relacionadas com a museologia e a computação gráfica interativa, bem como em áreas de intersecção tais como os espaços virtuais e representação de objectos virtuais.

SUPORTE TEÓRICO

Os museus foram criados para servir vários propósitos, como a salvaguarda da memória, a materialização de conceitos através da evidência material que guardam, a educação do cidadão e o debate público nas suas áreas de especialidade, a dinamização económica de determinados setores como o cultural e o do turismo, entre outros. Independentemente da sua missão ou tipologia, os museus procuram cumprir cabalmente as suas funções de preservação e de interpretação de aspetos materiais da consciência cultural de uma sociedade (Lewis). Os museus universitários poderão ir mais além do que a salvaguarda e interpretação das coleções. Poderão estar implicados nos processos pedagógicos e posicionar-se como mediadores entre o conhecimento científico e os públicos externos à instituição académica, em várias situações:

- na recriação ou em novas criações de demonstrações performativas dentro da comunidade académica;
- na exploração de novas abordagens do património universitário que potenciem o que MacDonald (2002:p. 11-12) denomina de o “retorno ao mundo maravilhoso e mágico dos artefactos”;
- na promoção de iniciativas e colaborações transdisciplinares no estudo das coleções, bem como nas atividades de promoção da ciência atual;
- na divulgação das grandes questões da ciência a partir de uma visão atualizada, sensibilizando os públicos mais jovens para as atividades científicas, e projetar o conhecimento junto das populações que a ele não acedem com regularidade.

A natureza e o papel pedagógico associado ao museu universitário, transformam-no num importante veículo de democratização, na medida em que desmistifica e torna acessível o conhecimento científico a um vasto espectro de utilizadores (Macdonald 2002; Vieira 2008). Neste contexto a existência de um homónimo

virtual poderá reforçar os predicados anteriormente referidos. Poderá constituir uma útil de ferramenta de comunicação, potenciando até o fluxo de novos públicos para o museu físico.

A representação virtual de objetos e coleções pode ser implementada por várias tecnologias digitais, sejam elas bidimensionais ou tridimensionais, com níveis de detalhe que podem ser adaptados conforme o que se quer representar (um objeto estático hiper-realista ou uma abstracção interativa que ilustra e demonstra um princípio científico). O virtual permite a associação de informação, que de uma forma integrada contextualiza do ponto de vista histórico, económico e social, o objeto representado. Uma outra característica importante, que constitui um potencial comunicacional de uma representação virtual, é o de a tornar num enfoque importante para o objeto real.

As características gerais de um museu virtual foram identificadas por Schweibenz (1998) como “uma coleção de objetos digitais, compostos por vários tipos de media e relacionados de forma lógica, de maneira a providenciar coerência e acesso”. Os seus objetos e informação relacionada, podem ser disseminados e acessados de qualquer parte do mundo (Schweibenz 1998; Lin 2009).

Apesar das diferentes designações para museu virtual (museu eletrónico, museu online, museu digital, museu hipermédia, museu web, meta museu, museu 3D), o principal conceito subjacente a este termo é o de transformar objetos autênticos em representações digitais. Para além de disponibilizar acesso 24 horas por dia (ultrapassando as limitação dos museus reais), durante todo o tempo que estiver disponível, permite ainda, através de hiperligações e de interação com bases de dados, fornecer um grande volume de informação contextual associada aos objetos expostos(Lin 2009).

A tecnologia para o desenvolvimento deste tipo de espaços foi até aqui dispendiosa, e desenvolvida de uma forma única, não permitindo a sua reutilização para outras exposições, evidenciando um elevado grau de complexidade e diminuta flexibilidade. Alguns investigadores da área da realidade virtual observaram que os ambientes associados ao património em formato virtual carecem da falta de alguma riqueza e do envolvimento que, por exemplo, os jogos de vídeo fornecem. Mona Sarkis (1993) e Leatitia Wilson (1993) identificaram que muitos interfaces induzem passividade, limitando as possibilidades do utilizador. Nesta procura de soluções de interação espacial que cativem o utilizador e ao mesmo tempo contextualizem culturalmente o património virtual, é útil explorar as formas como os jogos de vídeo

mediaram eficientemente modelos de interação com os utilizadores (Cameron and Kenderdine 2007). Jogos para computador pessoal e consolas oferecem atualmente exemplos sofisticados em termos de navegação orientada ao utilizador. Estes jogos vão desde Massive Multiplayer Online Role Playing Game(MMORPG), como World of Warcraft, a simples Role Playing Games como Mass Effect ou Fall Out 3, ou ainda jogos de aventura e ação tais como Red Dead Redemption ou Assassins Creed. Estes últimos foram capazes de construir paisagens virtuais nas quais o jogador tem de navegar, explorar e interrogar.

O grau de realismo, imersão, dinâmica de movimentos e interação que os atuais jogos possuem deve-se à utilização de modernos motores de jogo, estes constituem uma base sólida, para a sua reutilização no contexto da representação virtual de património cultural e científico.

INTERSEÇÕES METODOLÓGICAS

A análise teórica desenvolvida, evidenciou a viabilidade e a pertinência na utilização de motores de jogo para a implementação de exposições virtuais, demonstrando assim a relevância da investigação.

Para dar resposta à questão de investigação, desenvolveu-se um protótipo de um sistema para a criação de exposições virtuais, suportado por um motor de jogo. O processo de criação deste protótipo foi alicerçado numa análise comparativa entre as metodologias de planeamento e implementação de exposições e os métodos de desenvolvimento de videojogos. O estudo e pesquisa desenvolvidos para a compreensão das metodologias de implementação de exposições físicas, permitiu a criação de um modelo representativo das actividades envolvidas neste processo.

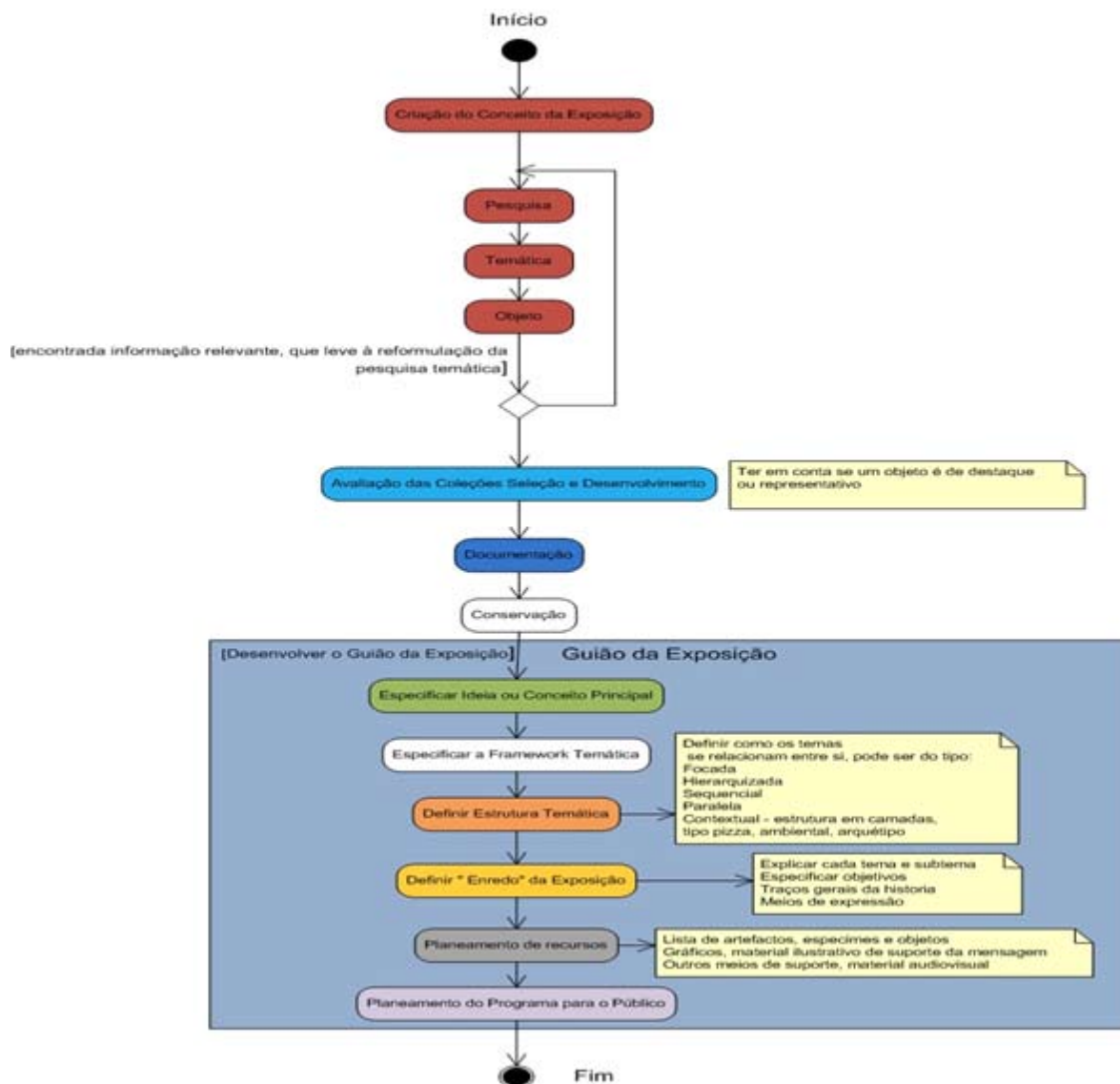


Figura 2 – Modelação do processo de implementação de exposições físicas.

Um modelo análogo foi desenvolvido para o processo de desenvolvimento de videojogos

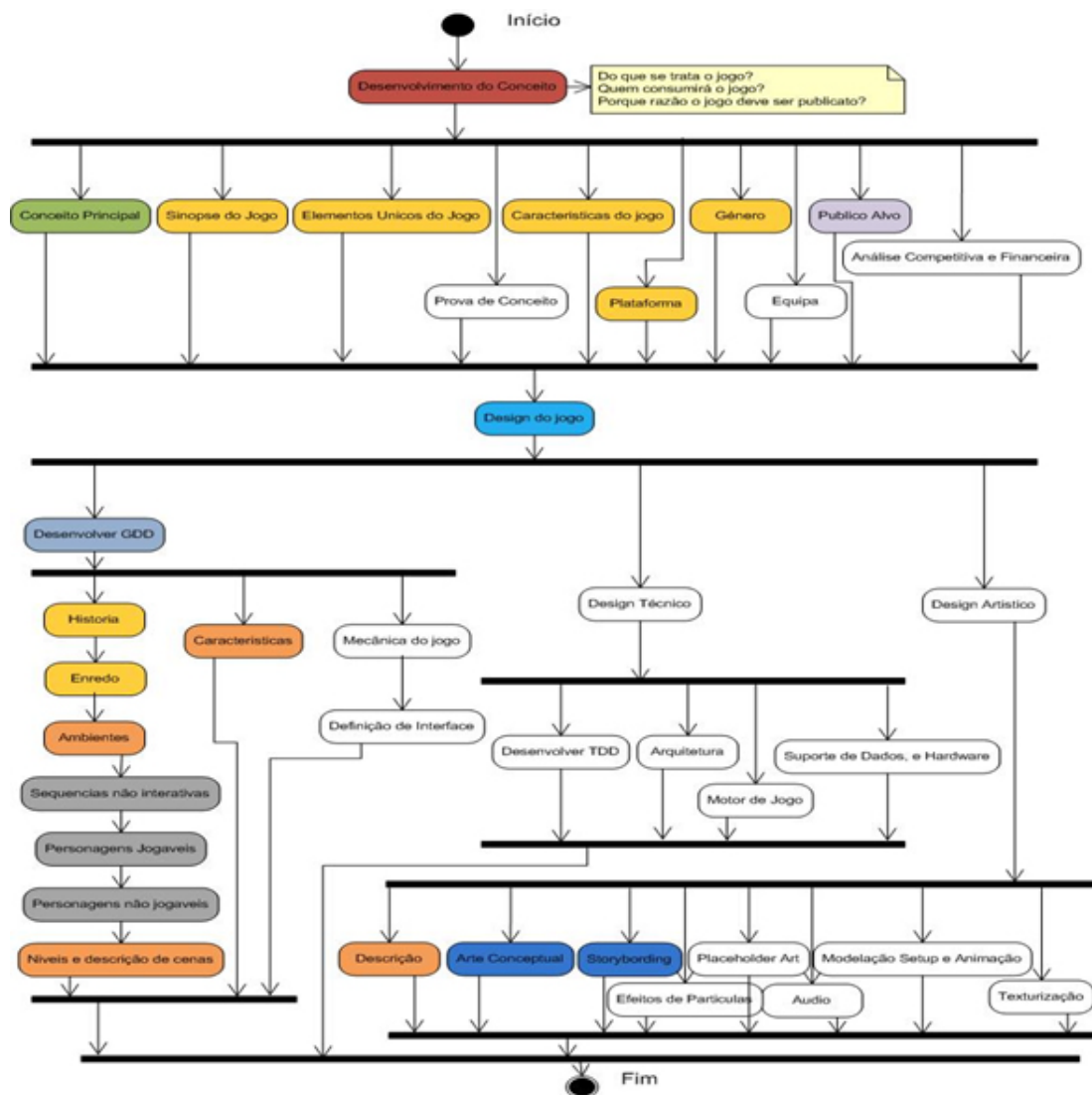


Figura 3 - Modelação do processo de criação de videojogos.

A modelação dos processos permitiu identificar actividades comuns a ambas as metodologias de desenvolvimento, estas tarefas similares foram identificadas através de cores iguais. A análise comparativa desenvolvida permitiu, identificar os pontos de interceção entre ambos os processos e consequentemente extrair um método comum aos dois paradigmas de implementação. Foi assim, possível descrever uma metodologia de implementação de exposições virtuais (e as competências envolvidas para cada actividade, especificadas pelas *swimlanes*), que servirá de suporte para o desenvolvimento do protótipo

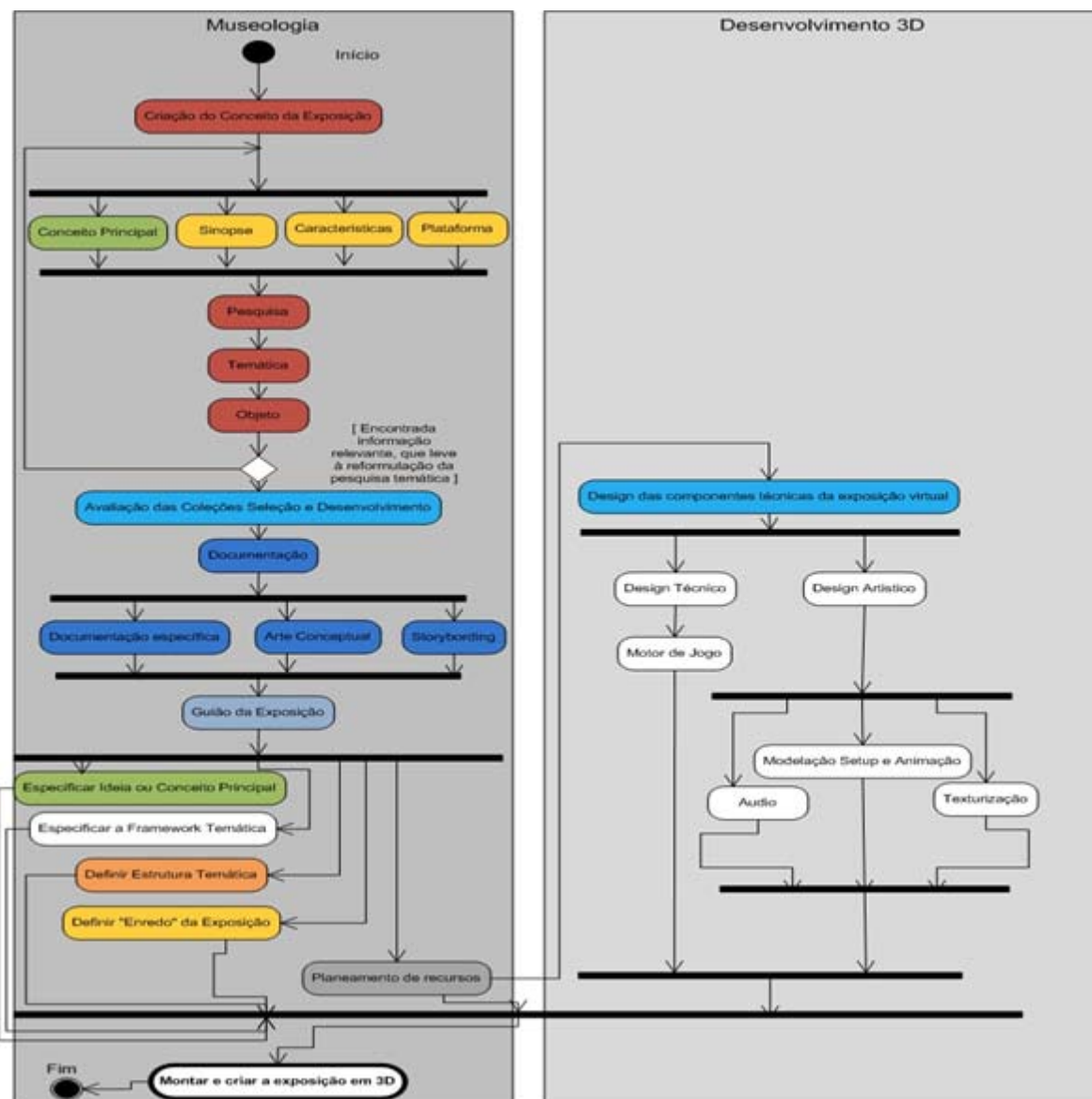


Figura 4 – Metodologia de implementação de exposições virtuais.

IMPLEMENTAÇÃO DO PROTÓTIPO

Após a extração da metodologia de criação de exposições virtuais, procedeu-se ao processo de implementação do protótipo, que seguiu uma metodologia típica de um projecto de engenharia de *software*. Numa primeira fase precedeu-se à modelação, usando a norma UML, da arquitectura do protótipo, quer do ponto de vista dos utilizadores quer de um ponto de vista da infra-estrutura tecnológica que o compõe. Para esta etapa, descreveram-se os atores/utilizadores intervenientes no processo

de criação de exposições virtuais bem como os casos de uso que lhes estão associados, demonstrando a visão interna do sistema pelo ponto de vista dos utilizadores da aplicação.

A segunda fase destinou-se à implementação prática do protótipo, com as funcionalidades especificadas na primeira etapa. Para a concretização deste objectivo, procedeu-se à selecção de um motor de jogo, de um elenco de dez motores gráficos e de jogo: *Ogre*; *Shiva*; *Unity 3D*; *Unreal 2*; *Torque*; *CryEngine*; *Id Tech 4*; *3DVIA* *Virtools 5*; *Blender*; *XNA Game Studio*.

O processo de selecção teve como foco principal a questão de investigação, ou seja a possibilidade de personalizar um motor de jogo, de forma a auxiliar um museólogo ou curador na construção de uma exposição virtual em 3D de forma fácil e célere. Deste modo foram definidos os seguintes parâmetros de análise, por ordem de relevância associada à capacidade de providenciar aos utilizadores uma interacção simples e eficiente. De acordo com o pretendido, a ordem de importância foi organizada da seguinte forma (do mais relevante para o menos relevante):

- Facilidade de utilização.
- Curva de aprendizagem.
- Interface.
- Custo.
- Características e SDK disponíveis no motor.
- Plataformas de desenvolvimento e de exportação disponíveis.
- Documentação e suporte.
- Nível de conhecimento do Utilizador

Verificou-se na análise dos diferentes motores de jogo, relativamente aos parâmetros anteriores, que o *Unity* se posicionava como uma das escolhas mais adequadas para o uso profissional de criação de exposições virtuais 3D, por um custo bastante acessível. Tendo em conta a especificidade da área do património cultural, o *Unity* possui uma base de dados de gestão, armazenamento e catalogação de objetos 3D e outros objetos digitais. Este *add-on* faz com que equipas ligadas aos processos curatoriais e equipas ligadas às componentes técnicas associada à computação gráfica, possam de uma forma integrada contribuir para uma eficiente construção do conhecimento em torno dos objetos museológicos.

A fase final de implementação consistiu na geração do código, em *javascript* e *C#*, para a logica interativa dos objectos museológicos tridimensionais e

personalização do interface (segundo os requisitos funcionais especificados), criação de sons e objectos 3D (modelados, texturizados e animados em *Blender* e *Cinema 4D*) destinados a serem utilizados no contexto do protótipo.

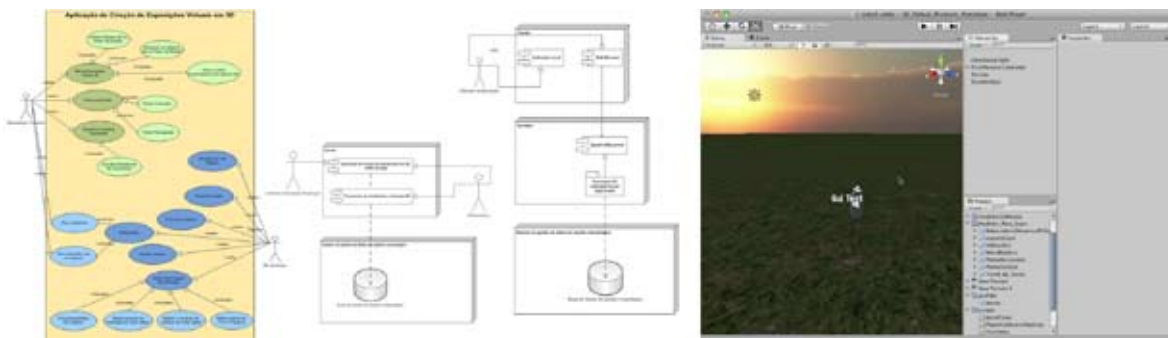


Figura 5 – Etapas de implementação do protótipo.

PROVA DE CONCEITO

Devido à natureza empírica da investigação desenvolvida, optou-se para a prova de conceito, uma abordagem metodológica com recurso a métodos qualitativos complementados com métodos quantitativos, uma vez que a conjugação destes métodos está centrada no significado e no envolvimento do investigador no processo. Este tipo de métodos exigiu um elevado nível de competências analíticas e de comunicação, para relatar com fidelidade toda a essência da investigação, refletindo de uma forma holística e detalhados os pontos de vista, não só do investigador, mas também de todos os elementos envolvidos no processo de validação e prova de conceito. Observações, entrevistas, questionários, estudo de casos e análises bibliográficas, constituem as principais fontes de dados para este tipo de metodologias (Taylor 2000).

A prova de conceito envolveu as seguintes etapas: Constituição da amostra, através da selecção de um grupo de utilizadores ligados à museologia e conservação no contexto de museus de ciência e técnica; Construção de instrumentos de recolha de informação tais como, questionário socio demográfico, grelha de observação para os testes de usabilidade (onde se registaram variáveis como o tempo de execução de tarefas, número de erros e comportamentos por parte dos utilizadores) e um questionário final destinado a reforçar as perspectivas dos participantes no teste de

usabilidade (para avaliação da percepção na utilização do protótipo); Aplicação e execução do teste de usabilidade (com cada um dos testes de usabilidade registados em vídeo, para posterior visualização) e respectiva recolha de dados; Finalmente os dados recolhidos foram submetidos a uma análise estatística. Em todo o processo foram adotadas estratégias para tentar eliminar ou minimizar os efeitos de “satisfazer ou contrariar os resultados esperados”. Tanto para a realização do teste de usabilidade, como para o preenchimento dos questionários, não foi especificado aos utilizadores o desempenho esperado, apenas foi enfatizado a importância quer do sucesso quer do insucesso da tarefa para a investigação.

Após a conclusão da análise estatística e das observações realizadas, foi possível afirmar que as percepções dos participantes, as observações quantitativas e as observações qualitativas são bastante coincidentes. Assim, foi possível deduzir com algum risco associado à reduzida dimensão da amostra, que o protótipo desenvolvido é de fácil utilização e que, mesmo uma gama de utilizadores inexperientes consegue executar a grande maioria das tarefas com êxito. A interpretação destes resultados, exigiu alguma prudência na sua generalização, por se tratar de uma amostra não probabilística, intencional e disponível, de reduzida dimensão. A dificuldade de conseguir amostras grandes é muito frequente em investigações de âmbito restrito e específico (profissionais de museologia de ciência e técnica) com elevada dispersão geográfica.

CONCLUSÕES

A variedade curricular existente na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, potencia a criação de redes interdisciplinares e de novos métodos de investigação e exploração das colecções pertencentes ao acervo do seu museu.

A combinação entre conhecimento técnico e humano potenciado pela utilização de tecnologias digitais de natureza tridimensional bem como o uso de metodologias híbridas, acrescenta valor à interpretação dos objectos e colecções.

A investigação descrita teve como objetivo principal o desenvolvimento de um método tecnológico para a implementação de exposições virtuais, em ambiente tridimensional, destinado a museus universitários. Foi possível extrair metodologias de suporte à implementação de exposições virtuais através da interceção entre métodos de criação de exposições físicas e dos métodos de desenvolvimento de vídeo jogos. Estes métodos serviram de suporte ao desenvolvimento de um protótipo com uma arquitetura adequada aos objetivos propostos.

Com a prova de conceito do protótipo, conseguiu-se responder à questão inicial de investigação através do desenvolvimento de uma ferramenta baseada na personalização de um motor de jogo, permitindo que profissionais da área da museologia executem tarefas inerentes à criação de exposições virtuais, em ambiente 3D, com relativa facilidade. A elevada flexibilidade e facilidade de utilização do protótipo ficaram demonstradas pelos testes de usabilidade, não havendo necessidade de conhecimentos aprofundados de computação gráfica. Pode ser aplicado, sem modificações significativas, a qualquer tipo de museu, podendo também servir de ferramenta de apoio, ou prototipagem, à criação de exposições físicas, permitindo a análise da alocação de espaço, ou da disposição dos objetos a expor. A versatilidade da utilização de um motor de jogo 3D permite não só a exploração dos princípios funcionais de objectos mas também a exploração de novas narrativas e contextos.

Referências

Anderson, Eike Falk. 2009. Serious Games in Cultural Heritage. State-of-the-Art Report, http://coventry.academia.edu/EikeFalkAnderson/Papers/110808/Serious_Games_in_Cultural_Heritage.

Apple. Apple-QuickTime-Technologies-QuickTime VR 2009 [accessed August 9, 2011]. Available from <http://www.apple.com/quicktime/technologies/qtvr/>.

Cameron, Fiona, and Sarah Kenderdine, eds. 2007. Theorizing digital cultural heritage a critical discourse, Media in transition. Cambridge [etc.]: MIT Press.

CBS Interactive. GameSpot Video Games, Video Game Reviews. CBS Interactive Inc 2011. Available from <http://www.gamespot.com/>.

Cerulli, Cristina. 1999. Exploiting the Potential of 3D Navigable Virtual Exhibition Spaces. Museums and the Web <http://www.archimuse.com/mw99/papers/cerulli/cerulli.html>

Deshaies, Bruno. 1997. Metodologia da Investigação em Ciências Humanas, Epistemologia e Sociedade. Instituto Piaget: Lisboa.

Eric Miller, Paul Thuriot, Jeff Unay. 2006. Hyper-Realistic Creature Creation: Alias. Freixo, Manuel João Vaz. 2011. Metodologia Científica-Fundamentos Métodos e Técnicas. 3rd ed: Instituto Piaget.

GarageGames. Torque3D 2011 [accessed August 10, 2011].

Goldman, Daniel R. 2007. A framework for video annotation, visualization, and interaction. PhD Thesis, University of Washington.

Gustav, Tax. 2004. Introducing participatory design in museums. In Proceedings of the eighth conference on Participatory design: Artful integration: interweaving media, materials and practices-Volume 1. Toronto, Ontario, Canada: ACM.

initiative, Dublin Core Metadata. Dublin Core Metadata initiative, 2011- 07-22 [accessed August 8, 2011]. Available from <http://dublincore.org/>.

Krzysztof, Walczak, and Cellary Wojciech. 2003. X-VRML for Advanced Virtual Reality Applications. *Computer* 36 (3):89-92.

Laurel, Brenda. 2003. *Design Research Methods and Perspectives*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.

Lewis, Geoffrey D. *Encyclopedia Britannica – Academic Edition* [accessed August 9, 2011]. Available from <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/398814/museum>.

Lin, Chao-Yu. 2009. Investigating the potential of on-line 3D virtual environments to improve access to museums as both an informational and educational resource PhD, Faculty of Art and Design De Montfort University, De Montfort University Montfort.

Macdonald, Sharon. 2002. Behind the scenes at the Science Museum,

Marconi, Marina de Andrade, and Eva Maria Lakatos. 1993. *Técnicas de Pesquisa*. 2^a edição revista e ampliada ed. São Paulo: Editora Atlas S.A.

Martijn van Welie, Gerrit C. van der Veer, Anton Eliëns.1999. Breaking down Usability. In *INTERACT: IFIP International Conference on Human Computer Interaction*, edited by V. U. A. d. B. Faculty of Computer Science. Edinburgh, Scotland.

Medina, Susana, João Pedro Pêgo, Célia Machado, João Carlos Aires, and João Rebelo. Building a collaborative network for the digital representation of engineering collections: Humboldt-Universität zu Berlin, International Committee for University Museums and Collections (UMAC).

Sarkis, Mona. 1993. Interactivity Means Interpassivity. *Media Information Australia* (69):13-16.

Schweibenz, W. 1998. The “Virtual Museum”: new perspectives for museums to present objects and information using the Internet as a knowledge base and communication system. In 6. Internationalen Symposiums für Informationswissenschaft (ISI '98), edited by H. H. S. Zimmermann, Volker. Prag: Zimmermann, Harald H./Schramm, Volker.

Severson, J. 2001. Prospects and challenges for creating historic virtual environments for museum exhibition. Paper read at *Virtual Systems and Multimedia, 2001. Proceedings. Seventh International Conference on*.

Silva, Alberto Manuel Rodrigues da, and Carlos Alberto Escaleira Videira. 2005.

Taylor, George R. 2000. *Integrating quantitative and qualitative methods in research*. Lanham: University Press of America.

UML, metodologias e ferramentas CASE linguagem de modelação UML, metodologias e ferramentas CASE na concepção e desenvolvimento de sistemas de Informação, Tecnologias. Lisboa: Centro Atlantico, Lda.

Vertebrate Paleobiology Lab of the University of California, Davis. 3D Museum– Vertebrate Paleobiology Lab of the University of California, Davis 2009 [accessed August 9, 2011]. Available from <http://3dmuseum.geology.ucdavis.edu/frame.html>.

Vieira, Susana Maria Moreira de Figueiredo Medina. 2008. Ligações On/Off : reflexões sobre a construção de redes de colaboração entre museus e produtores de ciência e técnica na Universidade do Porto. Mestrado, Faculdade de Letras da Universidade do Porto, Universidade do Porto, Porto.

Virtools. Virtools 2009 [accessed August 9, 2011]. Available from <http://www.virtools.com/>.

Walczak, K., W. Cellary, and M. White. 2006. Virtual museum exhibitions. *Computer* 39 (3):93-95.

Wazlawick, Raul Sidnei. 2009. Metodologia de pesquisa para ciência da computação. Rio de Janeiro: Elsevier.

Wei, Lu, Zeng Dinghao, and Pan Jingui. 2008. An XML- based scene description language for 3D virtual museum. Paper read at Information Technology Interfaces, 2008.

ITI 2008. 30th International Conference on. White, The University of Sussex Michael Gkion and Martin.

Virtual ExpoWEB 2009 [accessed August 9, 2011. Available from <http://www.arco-web.org/Virtual/technology.php>.

Wilson, Leatitia. 1993. Interactivity or Interpassivity: a Question of Agency in Digital Play. <http://hypertext.rmit.edu.au/dac/papers/Wilson.pdf>.