

João Azevedo¹ joaoazevedo@esmad.ipp.pt

Tiago Dionísio¹ tdr@esmad.ipp.pt

João Donga¹ jpd@esmad.ipp.pt

António Vieira de Castro² avc@isep.ipp.pt

¹ ESCOLA SUPERIOR DE MEDIA ARTES E DESIGN DO INSTITUTO POLITÉCNICO DO PORTO

² INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO INSTITUTO POLITÉCNICO DO PORTO

Realidades Combinadas e as Artes Performativas

palavras-chave

arte
tecnologia
multimédia
performance
realidade aumentada e virtual

keywords

art
technology
multimedia
performance
augmented and virtual reality

RESUMO

A Arte e a Tecnologia têm a mesma raiz etimológica e apesar de uma convivência nem sempre pacífica, hoje, são vários os domínios em que são indissociáveis. Esta coexistência tornou-se evidente em 1965, quando Georg Nees exibiu na Studio Galerie, um conjunto de obras produzidas em computador e impressas através de uma plotter. Não obstante a tecnologia ser muitas vezes considerada como um mero conjunto de ferramentas que possibilitam ou expandem a criatividade do Artista podem no entanto serem plataformas artísticas *per se*. A Realidade Aumentada e a Virtual são duas tecnologias que retratam esta situação, sendo simultaneamente um meio e um objeto da produção artística. Neste artigo pretende-se apresentar uma reflexão acerca do potencial destes meios nas artes performativas, tanto na perspectiva do autor/*performer*, como na perspectiva do espectador.

ABSTRACT

Art and technology have the same etymological root, and despite a coexistence that is not always peaceful, nowadays there are several areas in which they are inseparable. This coexistence became evident in 1965 when Georg Nees exhibited at Studio Galerie a set of works produced in computer and printed through a plotter. Although technology is often considered as a mere set of tools that enable or expand the artist's creativity, they can nonetheless be artistic platforms *per se*. The Augmented Reality and the Virtual are two technologies that portray this situation, being simultaneously a medium and an object of the artistic production. This article intends to present a reflection about the potential of these media in the performative arts, both in the perspective of the author/*performer* and in the perspective of the spectator.

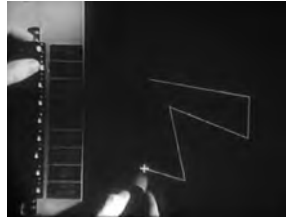
CONTEXTUALIZAÇÃO

Tecnologia

Na segunda grande guerra, o uso de computadores estava limitado a simples cálculos matemáticos e decifração de mensagens. A interação homem-computador não era intuitiva e o utilizador tinha a árdua tarefa de aprender a decodificar e manipular uma interface composta por cabos, interruptores e luzes. Posteriormente, os teclados permitiram inserir dados e comandos que podiam ser gravados em cartões e rolos de papel perfurado.

Nos anos 60, o desenvolvimento de sistemas inovadores como o Sketchpad (Fig. 1) e o NLS (oN-Line System) criou o contexto para tornar o computador numa máquina que iria revolucionar todas as atividades humanas. O primeiro sistema, desenvolvido por Ivan Sutherland, consistia em um software inovador que introduziu a programação orientada a objetos e algoritmos para o desenho de gráficos 2D e 3D num ecrã CRT e aplicava uma nova forma de a interação humano-computador através de um conjunto de botões, para ativar funções específicas, e uma *light pen* para dar a entrada da informação do gesto do utilizador.

Fig. 1 Sketchpad (1962).
Ivan Sutherland desenha no ecrã com caneta óptica.



O outro sistema (Fig. 2), um projeto dirigido por Douglas Engelbart e desenvolvido no *Augmentation Research Center at the Stanford Research Institute*, consistia em um computador que permitia apresentar e editar vários conteúdos (gráficos e/ou textos) em simultâneo através de janelas, associar diferentes documentos através hiperligações, interagir no ambiente gráfico através de um cursor controlado por dispositivo rato (Fig. 3) e estabelecer a comunicação entre dois utilizadores através de um sistema de videoconferência de forma a colaborarem na produção de conteúdos.

Fig. 2 NLS – Online System (1968).
Apresentação com Douglas Engelbart.

Fig. 3 NLS – Online System (1968).
O primeiro rato da história.



Os conceitos introduzidos permitiram que, na década seguinte, fossem desenvolvidos os computadores o Xerox Alto e Xerox Star (Fig. 4) com a primeira interface gráfica da computação moderna que aplica a metáfora da secretária. Mais tarde, Steve Jobs estabeleceu um acordo com a Xerox para ter acesso e a aplicar esta tecnologia na conceção dos computadores pessoais da Apple, nomeadamente nos sistemas Lisa e Macintosh.

Fig. 4 Xerox Star. O primeiro computador comercial com interface gráfica.

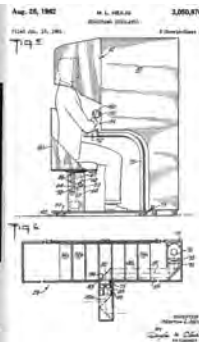


A criação da interface gráfica foi um dos marcos da história da informática mais significativos que potenciou o computador como uma ferramenta versátil e intuitiva para a produção, distribuição e acesso de conteúdos e conhecimento, a comunicação digital.

O interesse por ambientes imersivos não é novidade. Em 1962, Morton Heilig criou Sensorama, uma máquina que visava promover um maior envolvimento do espectador com os conteúdos do ecrã e potenciar uma maior imersão através de uma experiência multissensorial. Este primeiro ambiente de realidade virtual cria a simulação de um passeio de bicicleta através da apresentação de curtas metragens 3D estereoscópicas que preenchem o campo de visão do espectador, som estéreo, inclinação do corpo e sensações de vento e aromas (Fig. 5). Posteriormente, em 1968, Ivan Sutherland desenvolveu o dispositivo *head mounted-display* que realizava o *user tracking* para determinar a posição e orientação de uma câmara virtual e gerar gráficos 3D em tempo real. As imagens dos objetos eram produzidas em *wireframe* e apresentadas através de dois ecrãs como *layers* sobre o campo de visão do utilizador (Fig. 6).

Fig. 5 Sensorama, Cartaz.

Fig. 6 Head-Mounted-Display (1968), Ivan Sutherland



Arte

Após a segunda grande guerra, a investigação tecnológica foi apoiada com objetivos governamentais e militares. A Guerra Fria, condicionou a forma como atualmente usamos e pensamos o computador com o desenvolvimento das redes digitais, da computação gráfica em tempo-real e de interfaces mais intuitivas.

Um movimento análogo verificou-se no campo da arte, como plataforma de experimentação de diferentes meios, com o desenvolvimento de uma série de trabalhos que envolveram a exploração de novas ideias como a interatividade, a multimédia, a colaboração através das redes, telecomunicações, abstrações e uso de técnicas de comunicação e generativas.

No final da década de 50, tornou-se possível utilizar conteúdos como imagens e música a partir de computadores, mas a sua utilização era sobretudo experimental do ponto de vista técnico e não do ponto de vista da criatividade.

Na década seguinte, os artistas começaram a explorar estes objetos técnicos, como o computador ou a televisão e, sucessivamente, até explorarem as possibilidades tecnológicas da máquina de filmar e computadores.

Fundou-se a Arte Multimédia e a Arte Digital (*Computer Art*) onde o computador desempenha um papel muito importante na produção ou apresentação da obra de arte. Estas formas de arte podem existir em diferentes meios e formatos como imagens, sons, animações, vídeos, CD-ROMs, DVD-ROMs, videojogos, páginas web, instalações, performances ou algoritmos. O meio comunicativo passa a ser também palco e galeria.

Fig. 7 *Prepared Piano* era uma técnica muito utilizada por John Cage.



John Cage foi um artista, compositor de música experimental, filósofo e poeta americano, uma das figuras mais importantes da avant-garde do pós-guerra que abriu caminhos para o desenvolvimento dos conceitos de interatividade e multimédia, do ponto de vista conceptual, para a cultura digital (Fig. 7). Não sendo um artista do computador digital, usou este meio para compor, atuar e abordar questões como a comunicação, ordem, ruído e interação.

Cage colaborou com diversos artistas como Marcel Duchamp, Robert Rauschenberg e Merce Cunningham que exploraram as relações entre visual e áudio. O artista aplicou técnicas de *sampling*, através de rádios, gira-discos e gravações (em cassetes), para criar composições, manipular e produzir diferentes montagens do mesmo som. A aleatoriedade era uma parte integrante do seu processo de

comunicação, e esta técnica levou-o a incluir a participação da audiência na criação final dos seus trabalhos.

“Variations V” (1965) é uma obra que expõe como os artistas foram fundamentais na reflexão, experimentação e reformulação do modo como estas tecnologias podiam ser aplicadas. Esta performance intermedia resultou da colaboração entre vários artistas, como o coreógrafo Merce Cunningham e o compositor John Cage, entre outros. Esta integrava uma projecção de um vídeo da autoria de Stan VanDerBeek e Nam June Paik, um espaço cénico com 12 postes sensíveis ao som e uma música desencadeada pelos movimentos dos bailarinos e adaptada pelos músicos em tempo real (Fig. 8 e 9).

Fig. 8 *Variations V* (1965). Performance multimédia com dança, vídeo e música.

Fig. 9 *Variations V* (1965). Espaço cénico com postes sensíveis ao som.



O fenómeno artístico Fluxus foi caracterizado pela integração de artes como a performance, as artes visuais, o vídeo, a música e a literatura (Fig. 11). O seu trabalho visava questões relacionadas com a comunicação interativa e, frequentemente, envolvia atividades quotidianas com a participação do público (Fig. 10).

Fig. 10 *Cut Piece* (1965). Yoko Ono está sentada e o público corta a sua roupa.

Fig. 11 *Sun in your head* (1963). Wolf Vostell - Fluxus. Fotograma de vídeo.



Na instalação “Video Place” (1969), uma criação do pioneiro da realidade aumentada e arte interativa Myron Krueger com a colaboração de um grupo de engenheiros, o público interagia com uma projecção vídeo (gráficos gerados por computador) através da sua sombra. Este ambiente responsivo utilizava uma câmara como entrada e aplicava técnicas de visão por computador para digitalizar a imagem da silhueta e criar uma representação digital que interagia com os objetos virtuais (Fig. 12 e 13).

Nos anos 80, o trabalho da artista, performer, compositora e escritora Laurie Anderson refletia sobre a cultura contemporânea (mediação, corpo e linguagens) e experimentava todo o tipo de media (música, vídeo, histórias, imagens e escultura).

Fig. 12 *Videoplace* (1969).
Instalação com gráficos animados
por computador.

Fig. 13 *Videoplace* (1969).
Representação do participante
a manipular objetos virtuais.



Na sua performance de palco “O Superman” (1981), Anderson utilizou métodos pouco convencionais para manipular som. A artista manuseava um violino e arco modificados, com fitas áudio e cabeças de leitura magnéticas, para reproduzir gravações da sua voz. Também colocou um pequeno altifalante no interior da sua boca para manipular com lábios (Fig. 14). No performance “Head” (1982), a performer colocou um microfone na sua cabeça e realizou um solo de percussão batendo com os dentes e no crânio com as mãos (Fig. 15).

Fig. 14 *O Superman* (1981).
Anderson com violino que
reproduz áudio da sua voz.

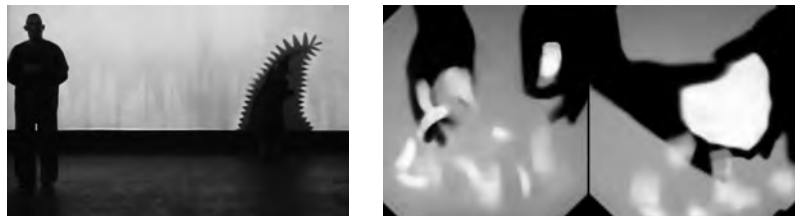
Fig. 15 *Head* (1982).
Anderson utiliza crânio e os dentes
como instrumentos de percussão.



Entre 2003 e 2004, Golan Levin e Zachary Lieberman, uma dupla de artistas e investigadores do departamento de investigação *Aesthetics and Computation Group do Media Lab* do MIT, criaram várias performances e instalações que aplicavam técnicas de interação e de visão por computador inovadoras. A performance de palco “Messa di Voce” (Fig. 16) visava promover a improvisação e aumentar a expressão verbal, paralinguística e vocal dos intérpretes através de um ambiente de realidade aumentada que aplicava computação de som e visão por computador para gerar e manipular gráficos (representações das silhuetas e objetos).

Fig. 16 *Messa di Voce* (2003).
Aplicação de visão por computador
e entrada de áudio.

Fig. 17 *Manual Inputs* (2004).
Imagem da retroprojeção (sombra)
e projeção.



No ano 2004, a performance “Manual Inputs”(Fig. 17), composta por uma série módulos audiovisuais, pesquisava diferentes estratégias de interação a partir da expressão gestual. Este trabalho sobrepunha as projeções de um retroprojector analógico e um projetor de vídeo digital. O *software* desenvolvido recebia informação da câmara, processava as imagens das mãos dos artistas e gerava sons e gráficos a partir da ação dos performers.

Em 2005, o coletivo formado pelo coreógrafo João Costa e os artistas digitais Rudolfo Quintas e Tiago Dionísio, criaram a performance audiovisual interativa “Swap” que aplicava um ambiente de realidade aumentada, com milhares de pequenas partículas interativas, e uma interface de visão por computador, para estender o movimento do bailarino para além do que é observado ou compreendido. As imagens projetadas resultaram da intervenção dos artistas digitais, da expressão do bailarino e do comportamento do sistema (Fig. 18).

Fig. 18 *Swap* (2005).
Os fluxos de partículas prolongam o movimento do bailarino.



Entre 2008 e 2009, a companhia australiana “Chunky Move”, dirigida pelo coreógrafo Gideon Obarzanek, produziu as performances interativas “Glow” (Fig. 19) e “Mortal Engine” (Fig. 20) que utilizavam uma câmara de infravermelho para captar a forma e o movimento do performer e criar diferentes tipos de representações e registos de movimento do corpo.

Fig. 19 *Glow* (2008).
A representação e o bailarino coexistem no espaço da projeção.

Fig. 20 *Mortal Engine* (2009).
Registos de movimento e representações do corpo.

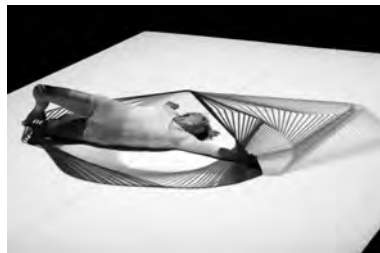
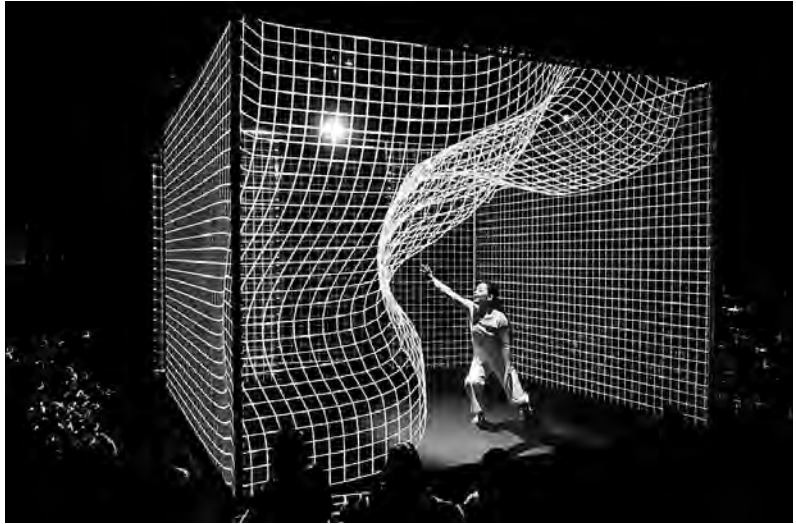


Fig. 21 *Hakanai* (2012).
Ambiente imersivo com projeção
vídeo sobre telas translúcidas.



A performance multimédia “Hakanai” (2012), criação de Adrien Mondot e Claire Bardainne, possui um ambiente imersivo que combina técnicas de vídeo mapping, gráficos generativos, visão computacional de infravermelhos e projeções sobre telas translúcidas. Esta obra apresenta uma relação muito dinâmica entre os gráficos, a posição e os movimentos da bailarina (Fig. 21).

“[radical] signs of life” (2013) é uma performance multimédia interativa, dirigida pela artista digital Heidi Boisvert, onde os bailarinos usam figurinos com sensores que recebem informação dos músculos e fluxo sanguíneo. O sistema desenvolvido utiliza a tecnologia XSense para capturar os sons do corpo humano. Por sua vez, a informação biométrica é processada para gerar o som e as imagens que são projetadas nas diversas telas translúcidas e amovíveis que compõem o cenário (Fig. 22).

Em 2013, João Beira apresentou o projeto “3D [Embodied]”, uma performance de realidade combinada que envolve o mundo virtual numa plataforma que permite explorar a sua tridimensionalidade no espaço através de sensores físicos. Através da transformação em perspetiva e da sua geometria, em tempo real, no espaço periférico projetado e do rastreamento de esqueleto do performer da dança, o “3D [Embodied]” explora o território da realidade aumentada espacial (Fig. 23).

Fig. 22 *[radical] signs of life* (2013).
Figurinos com sensores
(musculares e fluxo sanguíneo)



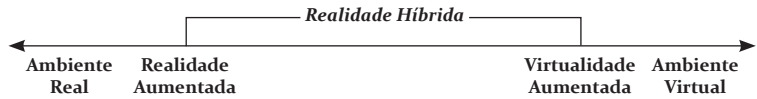
Fig. 23 *3D [Embodied]* (2013).
Performance de realidade
combinada



REALIDADE AUMENTADA E VIRTUAL

Em 1994, Paul Milgram e Fumio Kishino (Milgram et al., 1994) definiram ambiente híbrido como “...todas as realidades que se encontram dentro do continuum da virtualidade delimitado entre os ambientes completamente reais e completamente virtuais.”

Fig. 24 Continuum da virtualidade definido no artigo Augmented reality: a class of displays on the reality-virtuality continuum.



Assim, os ambientes híbridos resultam da sobreposição da realidade física e virtual onde objetos físicos (e)ou digitais (co)existem e permitem interação em tempo-real. Estes sistemas processam e manipulam diferentes tipos de conteúdos como imagens, voz, vídeo, texto e outros tipos de conteúdos, frequentemente compartilhados via rede entre os utilizadores.

O termo Realidade Virtual (RV) foi cunhado no final dos anos 1980 por Jaron Lanier, um artista e cientista da computação. Estes ambientes geram um espaço virtual e simulam a presença física do utilizador para proporcionar ilusão mais realista e imersiva.

No livro “The Metaphysics of Virtual Reality”, o autor Michael R. Heim faz referência (Heim, 1994) a sete conceitos diferentes de realidade virtual: simulação, interação, artificialidade, imersão, telepresença, imersão total do corpo e redes de comunicação.

A Realidade aumentada consiste na sobreposição, em tempo-real, de camadas de informação digital sobre elementos do mundo real com o objetivo de ampliar a percepção do ambiente.

Tab. 1 Comparação entre as características de uma performance em RV e RA

Performances	Realidade Virtual	Realidade Aumentada
Em comum	<ul style="list-style-type: none"> · Espaço tridimensional; · O utilizador interage de modo multissensorial (visão, audição, tato, odor e paladar); · Percepções do corpo (temperatura, pressão e texturas). 	
Específicas	<ul style="list-style-type: none"> · Proporcionar ambientes e simulações digitais imersivos; · Permite visualizar e interagir com objetos virtuais. 	<ul style="list-style-type: none"> · O utlizador interage e percebe os conteúdos virtuais no ambiente físico.

A Realidade Virtual e Aumentada tiveram um progresso assinalável nos últimos anos e as novas gerações estão cada vez mais familiarizadas com a tecnologia, no entanto, algumas soluções emergentes, como a RV e RA, ainda não são tão exploradas em todo o seu potencial nas artes performativas.

TECNOLOGIA

Hardware

Tab. 2 Dispositivos de RV agrupados por custo.

Óculos de Realidade Virtual	
Gama baixa	Gama alta
Samsung's Gear VR	HTC Vive
Merge 360	Oculus Rift
Google Cardboard	PlayStation VR

HTC Vive

Os HTC Vive, uns óculos de Realidade Virtual, muitas vezes referidos como Head-Mounted Display (HMD), dois comandos e duas estações de emissão de raios laser que são detetados pelos vários recetores presentes nos comandos e no HMD. Estes sensores são essenciais para a deteção e registo de ponto-chave da posição e pose do utilizador, esta é feita de uma forma muito precisa e com uma perda/atraso insignificante. De forma a mitigar os constrangimentos físicos que o uso destes sensores acarreta para o bailarino, existem alternativas em fase de pré-lançamento (TPCAST) que substituirão as ligações por cabo entre o computador e o HMD, por transmissão *wireless*. Os dados adquiridos e registados podem servir como ferramenta de criação – por uma interface mais ou menos natural – ou como forma posicionamento do espectador num ponto no espaço virtual.

Oculus Rift

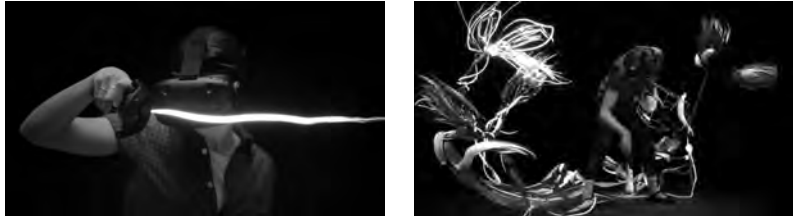
Este sistema dispõe também de um HMD e controladores físicos, mas, ao contrário do HTC Vive, o seu conceito é orientado para experiências limitadas no espaço pois não dispõe de um número de sensores que lhe permitam fazer o rastreamento em 360° com a mesma precisão. Ainda quando comparado com o sistema anterior, apresenta um peso e umas dimensões ligeiramente mais reduzidas o que permite um uso mais confortável.

Cardboard e similares

Este dispositivo, não obstante ser rudimentar quando comparado com os sistemas referidos acima, apresenta a vantagem de ter um baixo custo de aquisição tornando a entrada na RV acessível para todos os que têm um *smartphone* recente, pois basta acoplar o telemóvel e desta forma ter acesso a várias aplicações desenvolvidas para o efeito. Por conseguinte, a qualidade dos conteúdos apresentados está diretamente ligada às características técnicas do *smartphone*, o que faz com que o desenvolvimento destes conteúdos tenha que obedecer a regras muito estritas no que diz respeito ao número de elementos em cena, efeitos de iluminação e qualidade das imagens.

Fig. 25 *Google Tilt Brush* (2016).
Ferramenta de desenho em
Realidade Virtual.

Fig. 26 *Google Tilt Brush* (2016).
Ferramenta de desenho em
Realidade Virtual.



Software

Tilt Brush

É uma aplicação de desenho tridimensional em ambiente virtual imersivo desenvolvida pela Google em exclusivo para a plataforma do HTC Vive e faz parte do pacote de aplicações incluídas na aquisição deste sistema. Com o Tilt Brush (Fig. 25 e 26) o utilizador tem à sua disposição várias ferramentas de desenho que possibilitam pintar com materiais – muitos deles reativos ao som – tão diversos como diferentes tipos de tinta, fogo e estrelas. Estas obras podem ser exportadas para outras ferramentas de autoria, partilhados em espaços virtuais imersivos ou simplesmente visualizados em ecrãs bidimensionais.

PERSPECTIVA DO UTILIZADOR NA REALIDADE VIRTUAL

Point of View

As aplicações onde os utilizadores estão limitados um ponto de vista fixo e apenas podem olhar em seu redor são importantes pois não exigem recursos em termos de hardware, o que torna possível o seu uso em dispositivos móveis. Desta forma o que se perde em realismo e em presença, ganha-se na portabilidade e facilidade de acesso.

Roomscale

Esta perspectiva só é possível através de um rastreamento da posição do utilizador de forma a ajustar o ambiente virtual aos seus movimentos e ações. Com este método consegue-se explorar um o mundo virtual de uma forma natural e, desta forma, minimizamos o risco de indução de náusea que o uso de RV provoca em algumas pessoas.

Presença e imersão

Neste contexto, de acordo com Bowman, a imersão refere-se ao nível objetivo de fidelidade sensorial um sistema RV fornece. Enquanto a presença refere-se à resposta psicológica subjetiva de um utilizador a um sistema RV.

Segundo Mihelj et al. (2014), presença em RV do utilizador pode ter diferentes graus de intensidade: Os utilizadores podem perceber uma ligação com o computador; Os utilizadores podem ignorar o mundo real e na interação com o mundo virtual enquanto ainda conhece a diferença entre o real e mundo virtual; Ou os utilizadores podem até estar tão imersos no ambiente virtual que se esquecem que é virtual. Quando se consegue atingir este último estado, estamos perante um meio com uma capacidade para gerar mensagens com uma carga emocional que dificilmente pode ser comparada com outros meios mais tradicionais.

Perspetiva do performer

O desenvolvimento de ferramentas e plataformas em Realidade Aumentada e Virtual permitem a exploração de novos territórios a artistas e criadores. Os motores de jogos como o Unity ou o Unreal Engine, entre outros, cumprem um papel fundamental, pois são os edificadores de mundos, criadores de personagens e de todas as características que alimentam as narrativas ou as dramaturgias de vários objetos artísticos. Estas ferramentas podem oferecer, portanto, meios para a criação cenográfica e de agentes virtuais que contracenam e interagem com intérpretes reais.

Perspetiva do espectador

Com a inovação dos meios e a constante procura de novas formas de transmitir mensagens de grande impacto, torna-se cada vez mais difícil de capturar a atenção e a imaginação do espectador.

Tab.3 Tabela comparativa de diferentes formas narrativas elaborada por Aylett, R. et al. Virtual Reality (2003).

	Cinema	Teatro	Literatura	Realidade Virtual
Contingência em tempo e espaço	Baixa	Média	Baixa	Elevada
Representação da narrativa	Visual	Visual	Mental	Visual
Presença	Imaterial	Física	Imaterial	Imaterial, mas imersiva
Interatividade	Não	Não/Sim	Não	Sim

A RV, até pela sua capacidade isolar o espectador da realidade, torna-se um veículo eficaz para tornar as performances memoráveis pois o espectador não se limita a observar o espetáculo, vive-o. É possível que alguns espectadores sejam suscetíveis a algum desconforto físico em algumas experiências RV, tais como o enjoo ou náusea, mas um estudo levado a cabo por Baileson et al. (2006) demonstrou que o enjoo provocado pelo uso de sistemas de RV tende a diminuir assim que os participantes se familiarizam com a experiência de imersão.

A RA potencia a relação do espectador com o meio que o envolve através do conteúdo digital que é incorporado em seu redor, alterando, desta forma, a sua perspetiva da realidade.

MÉTODOS DE INTERAÇÃO

Atualmente, os utilizadores interagem com objetos físicos e virtuais nos ambientes de realidade virtual através de interfaces naturais. As informações verbais e cinéticas (como o gesto, a postura, o movimento, a expressão facial e olhar) são analisadas e interpretadas pelo computador. Impõe-se um desafio para desenvolver interfaces que apliquem métodos de interação probabilística / estocástica. Presentemente, a indústria e uma comunidade de investigadores exploram novas abordagens de interação e interfaces inovadoras para proporcionar experiências mais intuitivas, imersivas e tangíveis.

(Multi)toque e resposta háptica

O crescente interesse e produção em AR, evidenciado por um número significativo de novas aplicações, foram dinamizados pelo mercado de *smartphones* e *tablets*.

A mobilidade e a autonomia permitiram que a realidade aumentada fosse aplicada fora das salas (no mundo real), enquanto a comunicação ubíqua permite o acesso a informações atualizadas e ilimitadas. O GPS integrado e sensores (acelerômetros, giroscópios, barômetros e magnetômetros) que fornecem ao utilizador a localização, direção e velocidade do utilizador. A dimensão do mercado e os desempenhos dos dispositivos móveis proporcionaram a possibilidade e a sustentabilidade de aplicar a tecnologia de realidade aumentada em diferentes atividades, tais como educação, ciência, desporto, saúde, design, arquitetura, arte, jogos, turismo, etc.

Tab. 4 Tabela com vários dispositivos e o tipo interface que utilizam.

Métodos de interação	
Entrada	Tecnologias
Toque e Háptico	Ecrãs Multi-touch displays Senseg and Disney Research electrostatic vibration screen Manus VR Reactive Grip
Controladores	PlayStation Move Nintendo Wii
Rastreio Corporal	Microsoft Kinect Xsens
Rastreio Gestual	Unlimited Hand Manus VR Motion Leap Magic Leap
Voz	Siri Cortana Echo
Atividade cerebral	Emotiv Insight and EPOC+

No entanto, a experiência do utilizador com este tipo de interface não é muito imersiva porque a realidade aumentada é mediada através do dispositivo, isto é, a informação digital é sobreposta à imagem do objeto físico. Nos últimos anos, a Senseg e a Disney Research desenvolveram tecnologia de vibração eletrostática para gerar diferentes níveis de atrito em telas planas e lisas (capacitivas, óticas e resistivas) sem a necessidade de mover componentes. Esta técnica permite simular uma ampla textura de tipos de cascalho, material de embalagem, lixa cria sentimentos distintos e familiares.

Na maioria dos ambientes imersivos, o utilizador coloca um visor *wearable* em sua cabeça que torna impraticável o uso de uma interface multi-touch. No entanto, existem outros tipos de interfaces para manipular itens virtuais que usam controladores, luvas, sensores portáteis, cameras e /ou microfones.

CONCLUSÃO

O desenvolvimento de equipamentos de realidade aumentada, virtual e combinada, cada vez mais sofisticados e com custos cada vez mais baixos, aumenta a adoção destas tecnologias por um cada vez maior número de utilizadores. Se é um facto que numa fase inicial os utilizadores são atraídos por soluções de jogos e entretenimento, a aplicação desta tecnologia nas artes ganha uma importância crescente. Soluções que permitem a visita de museus e outros espaços expositivos dão acesso a informação suplementar que permite aos visitantes uma maior perceção das obras. Também no campo performativo surgem criações que oferecem a possibilidade de participação em eventos quer na qualidade de participantes ou meros assistentes com um nível de participação elevado fruto da imersão nos ambientes virtuais. Com a evolução dos dispositivos de interação nasce a possibilidade de cooperação entre artistas distantes fisicamente, mas próximos virtualmente. Áreas como a dança, a música, o teatro também poderão colher benefícios evidentes, tanto numa perspetiva formativa, como meio de transmissão e divulgação de conteúdos e propostas de vanguarda.

REFERÊNCIAS

- Bailenson, J., & Yee, N. (2006). A longitudinal study of task performance, head movements, subjective report, simulator sickness, and transformed social interaction in collaborative virtual environments. *Presence: Teleoperators and virtual environments*, 15(6), 699–716. doi: 10.1162/pres.15.6.699
- Bowman, D., & McMahan R. (2007). *Virtual reality: How much immersion is enough?*. Computer, 36–43. Mihelj, M., Novak, D., & Beguš, S. (2014). *Virtual reality technology and applications*. New York, NY, London, England: Springer.
- Heim, M. (1994). *The metaphysics of virtual reality*. New York, NY: Oxford University Press.
- Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A., Kishino, F. (1994). Augmented Reality: A class
Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A., Kishino, F. (1994). Augmented reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. In H. Das (Ed.), *Proceedings Photonics for Industrial Applications Vol. 2351. Telemanipulator and Telepresence Technologies* (pp. 282–292). doi: 10.1117/12.197321

