

REALIDADE VIRTUAL: OUTRA REALIDADE PARA ALÉM DO OLHAR

Francisco Freiria n° 97236 e Prabhas Paul n° 79204

Comunicação Áudio e Vídeo
Instituto Superior Técnico
Universidade de Lisboa
Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, Portugal
E-mail: {francisco.freiria, prabhas.paul}@tecnico.ulisboa.pt

RESUMO

A realidade virtual apresenta-se como uma tecnologia que recorre a recursos gráficos e através de um *software* cria uma interação com o utilizador. Esta interação dá-se através de imagens 3D e/ou 360° e acontece em tempo real de forma a que o seu utilizador tenha a sensação de estar a viver e experienciar outra realidade (imersão). Apresenta inúmeras aplicações, nomeadamente nas áreas da engenharia, construção, saúde, educação entre outras. Contudo, é uma tecnologia com muito potencial de desenvolvimento e como tal, ainda são poucos os modelos de negócio explorados. O futuro está reservado para a resolução de problemas e evolução de tecnologias paralelas para que a capacidade imersiva seja cada vez melhor.

1. INTRODUÇÃO

As representações da realidade ou da imaginação sempre fizeram parte da vida do ser humano permitindo-lhe expressar-se ao longo do tempo, começando pelos desenhos primitivos, figuras e pinturas e evoluindo para cinema, jogos, teatro, ilusionismo e outras expressões artísticas. A evolução da tecnologia potencializou e facilitou tais formas de expressão, viabilizando a multimídia, que envolve textos, imagens, sons, vídeos e animações, e também a hipermídia, que permite a navegação não linear e interativa por conteúdos multimídia. Simultaneamente com esta evolução as pessoas procuraram experiências cada vez mais imersivas, daí que a convergência destas tecnologias levou à criação de ambientes tridimensionais interativos em tempo real, através da realidade virtual (VR) [1].

Desta forma, a realidade virtual apresenta-se como uma tecnologia de interface que recorre a recursos gráficos e *software* para criar a simulação de um ambiente virtual e uma interação com o utilizador. Esta interação dá-se através de imagens 3D e/ou 360° e acontece em tempo real de forma a que o seu utilizador tenha a sensação de estar a viver e experienciar outra realidade. O objetivo da VR passa por projetar o que é real no ambiente virtual, e ao induzir efeitos

visuais, sonoros e até táteis permite a imersão do utilizador nessa realidade [1,2,3].

Esta tecnologia permite tanto retratar e interagir com situações imaginárias (e.g. cenários de ficção) envolvendo objetos virtuais estáticos e em movimento, como também reproduzir ambientes da vida real como a casa virtual, a universidade virtual, a cidade virtual, entre outras, de forma a que o utilizador possa entrar nesses ambientes e interagir com o auxílio de equipamentos tecnológicos como a luva, assim como gestos ou comandos de voz [1].

De forma a atrair mais utilizadores e à sua utilização regular desta tecnologia, esta deve ser o mais completa possível, isto é, deve sempre englobar o maior número de características possível, numa perspetiva de coexistência. Assim as características que tornam a VR mais cativante (devido a mais facilmente convencer o cérebro humano que está num ambiente diferente) são:

- **Imersão:** está implícito que a VR é uma tecnologia que interage com os utilizadores através das sensações. Assim, com quanto mais sensações o utilizador estiver ligado mais imersiva vai ser a experiência. A melhor forma de obter uma experiência muito imersiva é através do controlo dos cinco sentidos humanos [4, 5];
- **Interação:** a interação do utilizador com o mundo virtual é forma de cativar o hábito dos utilizadores. Assim qualquer produto de VR deve ser interativo, isto é, o utilizador deve poder ter ações com o ambiente virtual, em vez de ser meramente observável [4, 5].;
- **Envolvimento:** alude ao grau de motivação para o envolvimento do utilizador numa atividade. O envolvimento pode ser passivo, como ler um livro ou assistir televisão, ou ativo, ao participar de um jogo com algum parceiro. A VR tem potencial para os dois tipos de envolvimento ao permitir a exploração de um ambiente virtual e ao proporcionar a interação do usuário com um mundo virtual dinâmico [4, 5].;
- **Mundo virtual credível:** o recurso a imagens 3D, o estabelecimento de certas regras idênticas ao mundo real, a responsividade, a interatividade, a fluidez e a não existência de bugs são algumas características a ter em conta aquando o desenvolvimento de produtos desta tecnologia [4, 5].

Apesar do grande leque de diferentes experiências que a VR pode proporcionar, estas podem ser categorizadas quanto à sua imersão. Uma das categorias é a tele-operação, que proporciona ações com outros utilizadores em que o ambiente é o mundo real, mas à distância, como é exemplo as videoconferências. Por outro lado, a tele-presença, que é mais imersiva, sendo a experiência que substitui o mundo real por um mundo virtual e onde o ambiente é compartilhado por vários utilizadores situados em lugares diferentes que se encontram num mesmo ambiente virtual [6].

De facto, a realidade virtual demonstra, de forma vívida, que o contacto social através de diferentes ferramentas, leva a um ponto em que terá que ser decidido sobre o que queremos alcançar enquanto humanos, pois existem cada vez mais possibilidades para poder criar qualquer experiência que se deseje [7]. Tendo em conta o constante desenvolvimento desta tecnologia e consequentemente, crescente importância torna-se relevante o conhecimento sobre a mesma. Desta forma, este artigo tem como objetivo expor o conceito de VR, a sua evolução ao longo do tempo, a tecnologia associada, os equipamentos e ambientes, aplicações, modelos de negócio assim como o seu impacto em vários contextos.

2. AR X VR

A realidade virtual e a realidade aumentada (AR) representam evolução e ambas proporcionam experiências únicas aos seus utilizadores. Sendo que o seu surgimento foi relativamente em simultâneo, é natural haver alguma confusão em relação às diferenças entre cada uma delas.

A realidade aumentada (AR) é a tecnologia que virtualiza o mundo real, com o qual é possível interagir, sendo intuitiva a distinção do real do virtual. O objetivo não é fornecer uma experiência imersiva, mas sim melhorar a interação com o mundo real. É importante compreender que esta tecnologia “mascara” algumas sensações reais, como a sensação visual, auditiva, olfatória ou háptica, devido à capacidade de proporcionar dois tipos diferentes de experiência: a construtiva (agrega elementos virtuais ao ambiente natural), ou destrutiva (elimina elementos do ambiente natural) [8, 9].

Por outro lado, a realidade virtual pretende proporcionar uma experiência imersiva ao utilizador, isto é, simula um ambiente completamente diferente e desliga-o do que o rodeia, levando-o a ter a sensação de que está dentro desse mesmo ambiente. Para conseguir este tipo de experiência, é preciso um alto nível de processamento e equipamento. Em contrapartida, na AR o processamento exigido é muito menor, sendo muitas vezes apenas preciso um *smartphone*, porém o recurso a sensores, câmaras, computadores podem ser ferramentas que melhoram a experiência dos seus utilizadores [8, 9].

Em suma, de forma diferentes estas duas tecnologias proporcionam experiências únicas através de diferentes aplicações. Contudo, existe uma tecnologia híbrida - Realidade Mista - que combina as duas tecnologias, que permite, por exemplo, ver objetos virtuais no mundo real e

construir uma experiência em que o físico e o digital não têm distinção.

3. HISTÓRIA

3.1. Passado

Dado o conceito de VR, este parece ter surgido de um filme de ficção científica. Na verdade, surgiu precisamente nesse mesmo contexto na década de 30. *Pygmalion's Spectacles* de Stanley G. Weinbaum foi o primeiro filme a prever a VR, contudo, o conceito apenas foi definido em 1987 por Jaron Lanier. Não obstante, em 1938 Edward Link criou o primeiro simulador de voos comerciais com o recurso ao controlo de motores para simular turbulência aérea. Já em 1962 surge o primeiro protótipo do *Sensorama*. Esta foi uma máquina capaz de exibir imagens 3D estereoscópicas e som stereo, sendo composta por uma cadeira inclinável proporcionando a reprodução de certas sensações como a rajadas de vento, sendo por isso descrita por vários autores como sendo uma experiência futurística. O seu criador, Morton Heilig, inventou também o primeiro *Head-Mounted Display* (HMD). Na década de 70 é de destacar a invenção do capacete “VITAL” sendo este provavelmente o primeiro equipamento HMD VR fora do laboratório. Este usava um localizador e permitia que os pilotos pudessem observar imagens geradas por computador. Em 1994 a SEGA anunciou um *earphone*, uns óculos e um simulador de movimento para a consola SEGA Genesis, porém devido a algumas dificuldades técnicas o produto nunca saiu da fase protótipo, tornando-se um fracasso para a empresa [1, 10, 11].

Já no século XXI a Google aprimorou o serviço do *Google Maps* com a introdução do *Google Street View* em 2007 e em 2010 dá aos internautas a opção de ter esta ferramenta em 3D. Ainda em 2010, a Google apresenta os *Oculus Rift* apesar do seu lançamento ter sido apenas em 2016 [10, 11].

3.2. Presente

Atualmente são inúmeros os equipamentos disponíveis e acessíveis a qualquer um no mercado. A VR apresenta-se como uma tecnologia muito promissora e são muitas as empresas que estão a investir neste mercado. Os próximos anos afirmam-se muito empolgantes para os seus amantes. Para além disso já há a consciencialização generalizada das aplicações desta tecnologia.

3.3. Futuro

Sabe-se que esta tecnologia ainda tem muitas falhas e o futuro ficará encarregue de as resolver. O sentido evolutivo tende a proporcionar uma experiência mais imersiva seja através da captura de sentidos ou movimentos do corpo. Exemplo disso é o desenvolvimento de luvas como as *VRglov*, ainda na fase de protótipo, que exercem força nos dedos simulando que se está a segurar em objetos. Também está em linha de vista o desenvolvimento de um fato com sensores pelo corpo de forma a capturar muitos dos

movimentos e com feedback para o utilizador [12]. Contudo, a sua portabilidade, dependendo dos diferentes dispositivos e das diferentes experiências, deve continuar estacionária, uma vez que, o facto do mundo real estar em constante mudança tornaria esta tecnologia bastante perigosa [12]. Talvez num futuro mais longínquo seja possível haver o controlo da VR dando *inputs* em tempo real do mundo real. Quanto ao preço, à medida que um novo *hardware* é desenvolvido o preço do atual irá baixando como ditam as leis do mercado [12, 13]. Sabemos ainda que esta tecnologia tem a tendência a ser um pouco dispendiosa, pelo que deverão surgir mais salões de jogo VR em que os utilizadores paguem um preço acessível e possam experienciar esta tecnologia de uma forma cómoda e sem grandes custos.

4. TECNOLOGIA

4.1 Arquitetura

Um sistema de realidade virtual é composto por três componentes essenciais: ecrãs, sensores e um computador. Os ecrãs são responsáveis pela interação do sistema com o utilizador, os sensores pela captura dos sensações e dados do ambiente real do usuário e o computador responsável pela criação do ambiente virtual por processos de modelação matemáticos. Na figura 1 está representado uma arquitetura simples de um sistema de RV a simular um contexto de condução. Neste, o utilizador é estimulado através de um HMD. O capacete é equipado com ecrãs estereoscópicos, colunas e sensores de movimento que controlam a orientação das imagens que lhe são apresentadas. Um conjunto de outros sensores (pedais e volante) permitem ao utilizador controlar e movimentar-se na simulação (feedback). O computador é a peça central deste sistema, ao estar ligado a todos os componentes e ao computar toda a informação necessária à simulação [14].

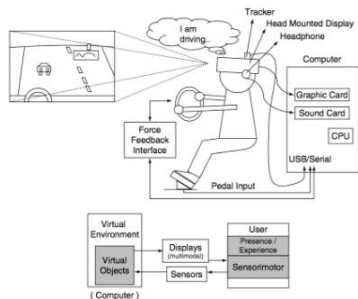


Figura 1: Exemplo representativo da arquitetura de um sistema VR [14]

4.2 Câmaras

Uma câmara VR oferece uma experiência de visualização envolvente, capturando uma visão de 360 graus de fotos e vídeos. Ao movimentar cabeça/ponteiro o vídeo move-se com o utilizador. Pode ainda ser incorporado um fone, que dependendo do *software*, pode fazer com que a imagem se mova para a direção apropriada [15, 16].

Existem vários tipos de câmaras desde profissionais a amadoras. As que são usadas com uma finalidade mais profissional são omnidirecionais e/ou compostas por um grupo de pequenas câmaras, podendo gravar e tirar fotos de diferentes ângulos simultaneamente. Assim, é necessário que esta câmara esteja conectada a um *software* capaz de unir todas as fotografias numa imagem esférica e que analise a componente audiovisual de forma a sincronizar as diferentes fontes. Uma das particularidades das câmaras refere-se à captura de imagens sendo que pode ser feita através de diferentes métodos, nomeadamente [15, 16]:

- **Captura de campo de luz:** O princípio básico consiste em a câmara capturar o caminho dos raios de luz de vários pontos de vista, até um certo grau de liberdade. Adiciona um grau de volume rastreado posicionalmente da cena, e com o recurso à paralaxe horizontal e vertical dá a profundidade e perspectivas verdadeiras independentemente do ângulo de visão. Ou seja, a câmara captura, através de múltiplas microcâmaras nos seus sensores, vários caminhos de luz. Através de tecnologia computacional e do *hardware*, esta compacta os caminhos dos raios de luz numa matriz esférica densa que é composta pelos dados do campo de luz que cruzam a superfície da câmara e através de processos matemáticos o sistema reconstrói matematicamente um volume de campo de luz esférico. Este método é baseado num conceito simples denominado por campos leves. Conceito este que já foi definido em 1846 como sendo apenas toda a luz que passa por uma área ou volume [15, 16];
- **Captura volumétrica 3D:** Na aplicação deste método é necessário que as câmaras sejam de alta definição, sendo que o objetivo é gravar um vídeo de uma pessoa real de vários pontos de vista. Em seguida, através do seu próprio *software* captura, analisa, comprime e recria em tempo real todos os pontos de vista de um ser humano 3D totalmente volumétrico. Este método pode também ser usado em RA [15, 16];
- **Fotometria:** O princípio fundamental usado pela fotogrametria é a triangulação. São tiradas fotos de pelo menos dois locais diferentes, as chamadas "linhas de visão". Essas linhas de visão (por vezes chamadas de raios devido à sua natureza ótica) são cruzadas matematicamente para produzir as coordenadas tridimensionais dos pontos de interesse [15, 16].

4.3 Codificadores

Os codificadores mais utilizados na compressão de vídeos de 360 graus para as diferentes plataformas são: (aconselha-se a consulta da tabela do anexo 1 para informação complementar) [17]:

- **Desktop VR:** o codec utilizado é o VP9, uma vez que, possui uma reprodutibilidade muito suave em computadores. É capaz de reduzir significativamente o tamanho dos ficheiros e mostrar cores nitidamente, especialmente cores mais escuras;

- **Android H265:** é um dos codificadores mais utilizados porque assegura uma boa qualidade de *output* e a reprodução é suave em dispositivos Android de última geração;
- **Android VP9:** é muito semelhante ao *Android H265*, mas usa o codec VP9 em vez do h.265/HEV. A qualidade e o tamanho dos ficheiros são idênticos, mas torna-se vantajoso, pois é visível em computadores;
- **Cardboard iOS:** apesar dos dispositivos iOS não terem sido feitos para a realidade virtual, porque não suportam os codecs mais avançados como VP9 ou h.265, apenas h.264/AVC, e a resolução máxima é 1080p a 30fps, este codificador é a melhor ferramenta para este sistema operativo;
- **High Quality H265:** apesar da sua qualidade, ainda não é reproduzível em computadores ou telemóveis;
- **YouTube:** supostamente suporta vídeos com resolução 8192×8192 para VR, contudo não é possível com o codec h.264/AVC, e não aceitando vídeos h.265/HEVC como *input* os vídeos devem ser codificados com o codec VP9. Não obstante, como o *YouTube's 360 metadata injector* não aceita vídeos VP9, e esta é a única forma de ver os vídeos 360° no Youtube, o codec a utilizar deverá ser o h.264 sendo que a resolução máxima é 3840×2160;
- **Facebook:** apenas suporta vídeos 360° monoscópicos;
- **Headjack:** é uma plataforma para criar e gerar conteúdo de vídeos de 360°. Permite criar uma aplicação de VR de forma intuitiva. O codec utilizado é h.265/HEVC sendo mais rápido a codificar do que o VP9.

4.4. Sensores

Tendo em consideração que a imersão é um ponto fulcral da VR e que quanto maior o preenchimento das sensações melhor a experiência, os vários dispositivos usam vários tipos de sensores. Assim, alguns tipos de sensores são:

- **Magnetómetro:** componente eletrónico que mede campos magnéticos podendo operar como uma bússola, (detetando o norte magnético) [18];
- **Acelerómetro:** sensor usado para medir a aceleração própria do sistema [18];
- **Giroscópio:** implementado em sistemas VR para obter a localização do usuário [18];
- **Sensores ultrassónicos:** utilizado para obter a distância do utilizador a obstáculos através do *Time-of-Flight* (ToF) [19];
- **Microfones:** geralmente um sensor cuja funcionalidade é de *feedback*, para que o utilizador possa interagir com o *software* ou até outros utilizadores;
- **Sensor de velocidade:** serve para controlar a velocidade do utilizador, seja por excesso ou defeito.

5. APLICAÇÕES

O avanço tecnológico na área da comunicação e informação ampliou a utilização da VR, possibilitando a sua aplicação a diversas áreas. Desde o mundo dos negócios, a exercícios de simulação e modelação em engenharia até ao mundo do entretenimento, são inúmeras as áreas onde podemos utilizar e usufruir da RV [20].

5.1. Saúde

VR pode ser aplicada de diversas formas dentro desta área, nomeadamente, na formação de médicos, em que é criado um ambiente virtual onde os estudantes podem visualizar detalhadamente o corpo humano e tem a possibilidade de treinar cirurgias e outros procedimentos, sem a necessidade de utilizar pacientes reais e colocá-los em risco de alguma forma; ou no tratamento de fobias ou transtornos pós-traumáticos, em que é criado um ambiente que simula as situações que seriam gatilhos para desencadear crises de fobia e stresse [20, 21].

5.2. Educação

A educação baseada em VR é uma vantagem óbvia no ensino de conhecimentos teóricos, bem como no treino de habilidades práticas, uma vez que, permite descobrir, explorar e construir conhecimento (aprender) de uma forma mais interativa e dinâmica. Por exemplo, no ensino de astrofísica, uma ciência que envolve conceitos abstratos e de difícil compreensão, a RV apresenta-se como uma vantagem permitindo a visualização destes conhecimentos [22].

5.3. Entretenimento

Esta é provavelmente uma das áreas pioneiras no uso deste tipo de tecnologia. Os jogos passaram a ser mais interativos e a proporcionar uma sensação maior e melhor de envolvimento. Pode ser também usada em viagens ou passeios virtuais proporcionando experiências a pessoas que não conseguem viajar devido a restrições físicas, financeiras ou temporais.

5.4. Engenharia

As principais vantagens são a criação de modelos 3D, identificação de problemas *à priori* da execução, e proporciona a realização de testes de forma a não colocar os operadores do projeto em risco;

5.5 Marketing

A utilização da VR por empresas permite que envolvam os seus consumidores criando-lhes experiências únicas e estimulando-os a explorar uma sensação de imersão diferente da de qualquer outro meio que existe hoje. Consequentemente, há uma influência nas decisões de compra dos consumidores, o que cria oportunidades para essas empresas gerarem negócios. Algumas marcas já utilizam a VR nas suas estratégias de marketing, como é o caso da Volvo, que em 2014 realizou uma campanha que

permitia a realização de *test drives* de carros que não estavam nos *showrooms*, o caso da New York Times, que através de uma *app* e um *cardboard* mostrou casos reais de pessoas que eram retiradas dos seus lares pela guerra, permitindo que as pessoas “entrassem” dentro da história dessas pessoas, ou o caso da *Jaguar* que permite visitas virtuais ao estádio de Wimbledon [7, 23].

6. EQUIPAMENTOS E AMBIENTES

Dadas as diversas aplicações que a VR proporciona, são diversos os equipamentos ou ambientes disponíveis para utilização. Em seguida são apresentados dois equipamentos e um ambiente de VR, assim como a sua utilidade e algumas considerações:

- **Oculus Rift:** é um produto HMD desenvolvido pela empresa *Oculus VR* em 2009 por Palmer Luckey. Esta empresa foi adquirida mais tarde pelo Facebook pelo valor de 2 mil milhões de dólares. Este dispositivo é composto por dois ecrãs AMOLED de baixa persistência de 5,7 polegadas, com uma resolução de 960x1080 (um em cada olho). Contêm ainda um acelerómetro, um giroscópio e uma bússola com uma taxa de *update* de 1000Hz. Para conseguir fazer uma deteção de movimento, utiliza uma câmara externa com um sensor CMOS infravermelho. O sistema de visualização (ecrãs AMOLED), tira partido da forma como os humanos utilizam a visão binocular para terem noção de profundidade. Quando duas imagens 2D são distorcidas e vistas a curta distância, cria uma sensação de imersão. O giroscópio, o acelerómetro e a bússola desempenham um papel de deteção da posição da cabeça do utilizador. Por sua vez, o posicionamento permite calcular a posição do dispositivo em relação ao plano tridimensional. Porém, este dispositivo ainda apresenta algumas falhas. Os ecrãs podem sofrer de um fenómeno denominado de *motion-blur*, que se deve ao elevado tempo de resposta dos cristais do ecrã o que provoca imagem de movimento degradada. Uma forma de reduzir esta situação, usada neste equipamento, consiste em fazer um *flicker* das imagens recebidas. Ou seja, assim que a imagem é apresentada, o ecrã apaga-a até receber a próxima. Uma outra solução poderia passar por usar uma frequência de atualização elevada. A prevenção do *motion-blur* está inteiramente ligada com a prevenção de náuseas e enjoos e, portanto, torna-se verdadeiramente importante [24,25].
- **Oculus Quest 2:** é um equipamento HMD dedicado para jogos, pelo que apresenta um alto nível de processamento recorrendo a 6GB de RAM e a um processador Snapdragon XR2 da *Qualcomm* para garantir um desempenho fluído. A resolução do ecrã é de 1832x1920, Full HD, com nitidez melhorada para proporcionar qualidade de imagem caso o utilizador esteja parado ou em movimento e a sua taxa de atualização 72 Hz. É ainda possível adquirir vários

acessórios para melhorar a experiência VR, mas é de destacar o comando Oculus Touch para que a experiência seja mais imersiva [26].

- **CAVE (Cave Automatic Virtual Environment)** é uma sala onde são projetados gráficos em 3D nas suas paredes, simulando ambientes reais que permitem ao utilizador explorar e interagir com os objetos. Foi inventada em 1992 por um grupo de investigadores na Universidade de Illinois num laboratório de visualização eletrónica. É usualmente uma sala cúbica que toma lugar numa sala sem iluminação. As paredes, chão e teto são telas de projeção. A solução mais completa é composta por 6 lados com projeção de vídeo e som a partir do exterior. Para vídeo são usadas projeções de 2K ou 4K, que são processadas exteriormente por vários computadores. Este sistema pode ser usado, por exemplo, no processo de manufatura e *design*, interpretação sísmica, investigação biotecnológica e análise de dinâmica de fluídos. No entanto é uma opção dispendiosa e a sua experimentação acaba por ser obtida maioritariamente em eventos especiais [27].

7. MODELOS DE NEGÓCIO

Quando ocorre uma transição tecnológica os modelos de negócio são difíceis de descobrir, mas podem ter um enorme sucesso. A VR assume-se como a quarta grande mudança de plataforma (computador, internet e telemóvel). Portanto, atualmente, os modelos de negócio existentes baseiam-se nas bases instaladas (CAVE), vendas online ou economia por unidade [28].

De seguida é apresentado, na figura 2, um gráfico com os principais modelos de negócio e a sua percentagem de vendas segundo um estudo feito pela empresa Digi-Capital. Conclui-se que as **vendas de hardware** são o modelo negócio principal, uma vez que, as suas empresas fabricantes têm as decisões sempre do seu lado. O investimento inicial feito tem demonstrado ser bem-sucedido [28].

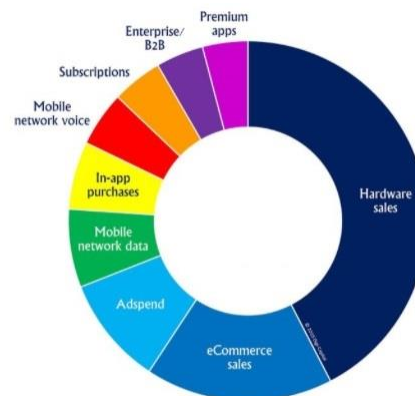


Figura 2: Modelos de negócio AR/VR em 2020 pela Digi-Capital [28]

As **subscrições** podem oferecer serviços que promovam o próprio produto. Níveis mais altos de serviço e serviços sem anúncios podem impulsionar as receitas de assinatura de Realidade Virtual, embora modelos inovadores possam surgir [28].

Quanto às **aplicações premium** podem ter um papel na realidade virtual apesar do potencial domínio das aplicações grátis, porém não terão de ser obrigatoriamente estas as que gerem mais receitas. A regra dita que quanto melhor for a experiência, maior o potencial desse modelo de negócio. Em contrapartida este modelo destina-se na sua maioria a jogos [28].

8. IMPACTOS

A vantagem principal da VR assenta no conjunto das variadas e abrangentes experiências imersivas que esta dispõe – para fins educativos, terapêuticos, sociais ou de entretenimento, no entanto, esta grande utilidade acarreta consigo também algumas desvantagens.

8.1. Impactos sociais

A nível social, a realidade virtual pode trazer aspetos mais negativos como a diminuição do contacto físico entre os utilizadores, perda de noção de realidade e ainda a perda de valores familiares, uma vez que, o desenvolvimento de simulações que permitem a interação à distância entre pessoas permite que qualquer pessoa possa ter a aparência que deseja e até viver sobre a sombra do anonimato. Contudo, estas possibilidades podem também permitir o combate à exclusão ou isolamento social [29].

Por exemplo, no filme *Ready Player One*, de Steven Spielberg, é possível ver uma sociedade consumida pela VR, que desistiu de um “mundo real” degradado para viver numa terra de fantasia – em que tudo é possível, não só graças aos vastos mundos virtuais para explorar e às possibilidades de entretenimento praticamente infinitas, e onde o *hardware* fornece constante feedback às ações do utilizador, transmitindo a ideia de que tudo o que é possível no mundo real é também possível sentir no virtual (salvo olfato e paladar). Mas acima de tudo, o ponto fulcral é que é possível escolher, na maior parte das situações, apenas sentimentos positivos. Ainda que o exemplo referido seja uma experiência social e mostre um lado desfavorável, as aplicações e jogos podem ter impactos ainda mais desfavoráveis, uma vez que, por vezes são apenas para um utilizador que interage com um ambiente puramente virtual. Consequentemente, pode levar ao desenvolvimento de comportamentos antissociais e perda de empatia pelos outros.

8.2. Impactos na saúde

Alguns estudos sugerem que o uso de equipamentos de VR pode ter efeitos colaterais físicos, fisiológicos e psicológicos indesejados. De acordo com P.J. Costello (1997), os sintomas e doenças físicas referem-se a cinetose –

náusea ou enjoo semelhante a ler um livro num carro em andamento, doenças de visão, doenças neurológicas, como epilepsia, doenças ortopédicas, por exemplo, devido a má postura durante as simulações, doenças cardiovasculares e excesso de peso, doenças dermatológicas, causadas pelo contacto constante com os dispositivos de simulação e, por fim, traumas, contusões ou lesões causadas por colisões com objetos reais durante uma simulação. A nível psicológico é possível encontrar ansiedade, paranoia, claustrofobia, alucinações, dissociação do mundo real e comportamentos obsessivos e aditivos sobre o mundo virtual. Porém, dadas as aplicações na saúde, a VR também apresenta impactos positivos nesta área como os referidos na subsecção deste artigo 5.1 [30].

8.3. Impactos éticos

A nível ético surgem questões que se relacionam com o comportamento e motivações humanas, sendo que alguns contextos de simulação poderão ser controversos. Temas relacionados com violência através de agressões, morte (por exemplo em jogos), racismo, *bullying*, sexo em contextos ilícitos como a pedofilia, violação, prostituição e escravidão sexual, são exemplos desses contextos. Dado que a concupiscência humana, pode manifestar-se de várias maneiras, no plano da VR, esta ganha uma nova forma e poderá abrir caminhos a más práticas morais. Porém, poderá questionar-se: “Qual é o mal se na realidade virtual, tudo o que acontece não chega a atingir a realidade que conhecemos?” Numa entrevista realizada ao filósofo Thomas Metzinger, que desempenha funções na Universidade de Johannes Gutenberg, Mainz, Alemanha, foi destacada a relevância de que não é possível saber as possíveis consequências psicológicas que poderão advir. Contudo, faz especial ênfase à possibilidade de existir uma certa despersonalização do utilizador, pois o mesmo tende a acreditar que é o avatar que controla. Refere ainda que a VR pode despoletar avanços na indústria pornográfica, e ainda provocar comportamentos mais agressivos por parte dos utilizadores ao assumirem a realidade como a virtual [29].

9. VR EM PORTUGAL

Nos últimos anos Portugal tem sido lugar de grandes experiências com VR, sobretudo na área de entretenimento. Recebemos em 2017 o *Zero Latency*, uma das maiores experiências de VR vista pelo mundo. Esta empresa tem-se especializado em criar arenas RV em espaços de até 400m², onde um máximo de oito jogadores em simultâneo podem experimentar diversos tipos de jogos [31].

A Virtual Reality & Augmented Reality Association (VRARA), em 2018, apresentou um mapa em Lisboa, onde mostra um ecossistema em crescimento, já com cerca de 30 empresas, que estão classificadas por atividade, integrando universidades, centros de formação e dinamização de vários eventos. O objetivo da realização deste mapa passa por comunicar com investidores estrangeiros, uma vez que, este

ecossistema está a crescer e que existe talento, competências tecnológicas e condições que rivalizam com outros países para o desenvolvimento de projetos nesta área. A VRARA consiste numa organização internacional projetada para promover a colaboração entre empresas e marcas inovadoras no ecossistema VR e AR que acelera o crescimento, promove a pesquisa e a educação, ajuda a desenvolver padrões da indústria, conecta membros das organizações e promove os serviços das empresas [32].

10. CONCLUSÕES

A realidade virtual é uma tecnologia em evolução dado que as tecnologias necessárias ao seu aprimoramento ainda se encontram também num estado evolutivo. Porém já é considerada a quarta grande mudança tecnológica. Como tal, os seus modelos de negócio ainda se encontram em exploração bem como as suas aplicações. À medida que novos equipamentos e ambientes surjam maior irá ser o potencial de utilização. Se hoje em dia o telemóvel faz parte do quotidiano da população em geral graças à sua fácil utilização, poderá ser uma questão de tempo até que a VR evolua o suficiente para começar a fazer parte do dia-a-dia da sociedade.

REFERÊNCIAS

- [1] R. Tori, C. Kirner, and R. Siscoutto, *Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada*. Editora SBC, 2006.
- [2] Dário Coutinho. Techtudo. O que é a Realidade Virtual? Entenda melhor como funciona a tecnologia [Consult. 8 Dez. 2020]. Disponível em <https://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2015/09/o-que-e-realidade-virtual-entenda-melhor-como-funciona-a-tecnologia.html>
- [3] Sherman, William R., and Alan B. Craig. *Understanding virtual reality: Interface, application, and design*. Morgan Kaufmann, 2018.
- [4] Smease. What is Virtual Reality? It's Key Characteristics, Types and Applications [Consult. 1 Dez. 2020]. Disponível em <https://www.smlease.com/entries/technology/what-is-virtual-reality/>
- [5] Uma Introdução à Realidade Virtual [Consult. 8 Dez. 2020]. Disponível em <https://www.inf.pucrs.br/grv/tutorials/introducao-a-realidade-virtual/>
- [6] Realidade virtual [Consult. 8 Dez. 2020]. Disponível em https://pt.wikipedia.org/wiki/Realidade_virtual
- [7] R. Rodrigues. *Realidade virtual e realidade aumentada: o papel das tecnologias nas estratégias de marketing em Portugal*. 2018. PhD Thesis.
- [8] Augmented Reality [Consult. 1 Dez. 2020]. Disponível em https://en.wikipedia.org/wiki/Augmented_reality
- [9] Iberdrola. Realidade Virtual: outro mundo ao alcance de seus olhos [Consult. 8 Dez. 2020]. Disponível em <https://www.iberdrola.com/inovacao/realidade-virtual>
- [10] Virtual Reality Society. History of Virtual Reality [Consult. 1 Dez. 2020]. Disponível em <https://www.vrs.org.uk/virtual-reality/history.html>
- [11] Mazuryk, Tomasz, and Michael Gervautz. "Virtual reality-history, applications, technology and future." (1996).
- [12] Accenture. Waking Up to a New Reality [Consult. 8 Dez. 2020]. Disponível em <https://www.accenture.com/acnmedia/Accenture/Redesign-Assets/DotCom/Documents/Global/1/Accenture-G20-YEA-report.pdf>
- [13] Smashing Ideas. Virtual reality and the new problem-solving paradigm [Consult. 8 Dez. 2020]. Disponível em <https://smashingideas.com/work/vr-new-problem-solving/>
- [14] G. Kim., *Designing virtual reality systems*. Springer-Verlag London Limited, 2005.
- [15] VR & 360 Vídeo [Consult. 8 Dez. 2020]. Disponível em <https://www.bhphotovideo.com/c/browse/360-spherical-virtual-reality-production/ci/29185/N/3705627361>
- [16] Types of Virtual Reality Capture Methods That Allow You To Replicate The Real World [Consult. 8 Dez. 2020]. Disponível em <https://www.viar360.com/types-of-virtual-reality-capture-methods-that-allow-you-to-replicate-the-real-world/>
- [17] Vrencoder: Encode Your 360 Videos With Ease [Consult. 8 Dez. 2020]. Disponível em <https://headjack.io/vrencoder/>
- [18] Understanding Sensors: Magnetometers, Accelerometers and Gyroscopes [Consult. 8 Dez. 2020]. Disponível em <https://www.vrs.org.uk/virtual-reality-gear/motion-tracking/sensors.html>
- [19] MEMS ultrasonic sensor: Pushing the boundaries of AR/VR technology [Consult. 8 Dez. 2020]. Disponível em https://www.tdk.com/en/featured_stories/entry_007.html
- [20] M. Braga. *Realidade Virtual e Educação*. Revista de Biologia e Ciências da Terra, 2001. [Consult. 8 Dez. 2020]. Disponível em <http://eduep.uepb.edu.br/rbct/sumarios/pdf/realidadevirtual.pdf>
- [21] Voitto. Como funciona a Realidade Virtual aplicada na medicina? [Consult. 8 Dez. 2020]. Disponível em <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/realidade-virtual-aplicada-na-medicina>
- [22] Pré G2 [Realidade Virtual na Educação [Consult. 8 Dez. 2020]. Disponível em <https://medium.com/dsg1411wendel/pré-g2-realidade-virtual-na-educacao-94ebf5de>
- [23] Marketing de Realidade Virtual: entenda por que você deve usar essa inovação agora! [Consult. 8 Dez. 2020]. Disponível em <https://rockcontent.com/br/blog/marketing-de-realidade-virtual/>
- [24] 5 Startups Enabling Virtual Reality with All 5 Senses [Consult. 1 Dez. 2020]. Disponível em <https://www.nanalyze.com/2017/08/virtual-reality-all-5-senses/>
- [25] How It Works: The Oculus Rift [Consult. 1 Dez. 2020]. Disponível em <https://www.popsci.com/oculus-rift-how-it-works/>
- [26] Oculus Quest 2: How Snapdragon XR2 powers the next generation of VR [Consult. 1 Dez. 2020]. Disponível em <https://www.qualcomm.com/news/onq/2020/10/29/oculus-quest-2-how-snapdragon-xr2-powers-next-generation-vr>
- [27] A. M. Muhanna, "Virtual reality and the CAVE: Taxonomy, interaction challenges and research directions." *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences* 27.3 (2015): 344-361.

- [28] The reality of AR/VR business models [Consult. 8 Dez. 2020]. Disponível em https://guce.techcrunch.com/copyConsent?sessionId=3_cc-session_25c672e0-cbd7-49b8-b6aa-ac6131018a7c&lang=pt-PT
- [29] Virtual Reality: Ethical Challenges and Dangers [Consult. 8 Dez. 2020]. Disponível em <https://technologyandsociety.org/virtual-reality-ethical-challenges-and-dangers/>
- [30] P. J. Costello, *Health and safety issues associated with virtual reality: a review of current literature*. Loughborough, UK: Advisory Group on Computer Graphics, 1997.
- [31] Zero Latency, a maior experiência de realidade virtual do mundo, chega a Portugal [Consult. 8 Dez. 2020] Disponível em <https://zap.aeiou.pt/zero-latency-maior-experiencia-realidade-virtual-do-mundo-chega-portugal-182682>
- [32] The VR AR in Portugal [Consult. 8 Dez. 2020] Disponível em <https://www.thevrara.com/blog2/2018/2/24/the-vr-ar-ecosystem-in-portugal-o-ecossistema-de-realidade-virtual-e-aumentada-em-portugal-no-uma-miragem-vrara-lisboa-portugal-vr-ar>



Francisco Freiria nasceu em 1997 e é natural da Guarda, Portugal. Recebeu a sua licenciatura pela Universidade da Beira Interior em 2018. Durante este percurso frequentou a Cracow University of Technology enquanto estudante do programa ERASMUS +. Em 2018, esteve a trabalhar como Analista de *Software* na ALTRAN num projeto da empresa Belga, MACQ e num projeto da empresa Suéca, AstraZeneca. Atualmente está a frequentar o Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores no campo das Telecomunicações, no Instituto Superior Técnico, Lisboa, Portugal.



Prabhas Paul Nascido em 15 de maio de 1993, em Lisboa, Portugal. Estudou no Curso de Ciências e Tecnologias na Escola Secundária António Damásio, atualmente estuda Engenharia Eletrotécnica e de Computadores no Instituto Superior Técnico. Exerceu função de Assistente de Vendas na empresa FNAC, 2018. Ele exerce funções administrativas no Centro de Atendimento SNS24, desde Abril 2019. Atualmente é trabalhador-estudante.

ANEXOS

Anexo 1 – Descrição dos codificadores mais utilizados na compressão de vídeos de 360 graus

Codificadores	Plataformas	Codec	Resolução máxima	FPS máximos	Ritmo binário médio (Para baixos fps) [Mbit/s]	Ritmo binário médio (Para altos fps) [Mbit/s]
Desktop VR	Oculus Rift HTC Vive	VP9	3840×2160	60	13	26
Android H265	Gear VR Google Daydream VR	h.265/HEVC	3840×2160	30	13	
Android VP9	Gear VR Google Daydream VR	VP9	3840×2160	30	13	
Cardboard iOS	iOS	h.264/AVC	1920×1080	30	13	
High Quality H265	Nenhuma	h.265/HEVC	8192×4320	120	75	
YouTube	YouTube	VP9	8192×8192	60	25	45
Facebook	Facebook	h.264/AVC	3840×1920	60	40	60
Headjack	Headjack	h.265/HEVC	8192×8192	60	25	45