

# Ambiente Virtual na Reabilitação cognitiva

Farmy Goncalves Ferreira da Silva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Neurociências Aplicadas

22 de março de 2018

## **Resumo**

A pouco mais de vinte anos a realidade virtual (RV) tem sido utilizada em auxílio a questões patológicas diretamente ligadas ao cérebro humano. Esta revisão busca relacionar o uso desta tecnologia a reabilitação cognitiva destacando suas potencialidades, dificuldades e características. É fato que a tecnologia está em todos os lugares e na área de saúde também não poderia ser diferente, mas o que pouco reconhecem é que há vantagens e desvantagens no uso de tecnologias e por isso buscamos destacar os estudos que nos permitam visualizar de forma mais clara as potencialidades e as complicações de se utilizar esta tecnologia. Um fator importante sobre este trabalho é que ele não se limita aos últimos vinte anos de aplicação da Realidade virtual, mas busca trazer seus fundamentos para um contexto mais próximo dos profissionais de saúde que dela fazem uso. A concepção teórica sobre as aplicabilidades da realidade virtual permeiam sua história e desenvolvimento e por isso essa tecnologia passou por momentos de superestimativas e por momentos de desilusão. Desta forma buscamos nas literaturas subsídios que possam corroborar para aconselhar a utilização da tecnologia em determinados casos, e que também nos permitam não recomendar a utilização da tecnologia. Para atingir este objetivos reunimos estudos científicos que expressam resultados favoráveis e não favoráveis a utilização da tecnologia de realidade virtual na reabilitação cognitiva.

## Introdução

A pergunta que parece simples é sempre a mais complicada: “O que é a realidade?”. Se tomarmos esta pergunta como base teremos diversas respostas diferentes vindo de vários campos de pesquisa e não é por acaso que isso se dá. A definição do substantivo feminino é: “qualidade ou característica do que é real”, “O que realmente existe; fato real; verdade“. A questão é que ao buscarmos uma definição para realidade nos deparamos com diversos conceitos difusos, como por exemplo: ” Um fato real é um acontecimento registrado por um observador no contínuo espaço/tempo“. Assumindo o espaço como fixo e o tempo como uma variável, temos o conceito de relatividade definido e isso implica que dado o tempo o registro do fato possa vir a ser relativo. Essa visão parece lá coisas de físicos famosos e outros aficionados por astrofísica mas se trouxermos essa preocupação para uma área de humanas poderíamos dizer: ”Será que o momento que vemos corresponde ao que qualquer outra pessoa consegue ver? Será que o universo e as estrelas realmente existem?”. Chegamos a uma questão mais existencial, e do ponto de vista mais biológico, tudo isso não passa dos filtros que são gerados por nosso cérebro sobre todas as informações que nos rodeiam. Assim podemos dizer que a Realidade Virtual é um processo computadorizado para gerar informações que são filtradas por nosso sistema nervoso central e nos dão a percepção que algo real, verdadeiro. A diferença entre realidade e realidade virtual está no fato de que você pode assistir a um filme, ou na realidade virtual você pode fazer parte da ação, você pode ver a exposição de uma peça, ou você pode sentir a textura da peça exposta. O grande objetivo da realidade virtual é a imersão, em outras palavras, é fazer você entrar em um ambiente que gere a sensação de estar em um ambiente real. Por este motivo em reabilitação utilizamos o termo ambiente virtual, ou seja o local que busca estimular os sentidos humanos para que as sensações e percepções sejam levadas ao mesmo patamar (ou próximo) caso o ambiente fosse real. Veremos neste estudo quais as vantagens e desvantagens dessa abordagem na reabilitação cognitiva e também considerações sobre os resultados favoráveis ou não obtidos na literatura. Temos também como objetivo demonstrar que a realidade virtual é apenas mais um meio, mais um recurso, e que ele depende diretamente dos especialistas envolvidos

em seu projeto, construção e utilização.

## Histórico da Realidade Virtual

A criação da realidade virtual é muito difícil de se precisar, acredita-se que em 1838 Charles Wheatstone ao criar os óculos estereoscópicos (Wheatstone, 2009) deu origem ao campo tecnológico que chamamos de realidade virtual. Sua criação constituía-se de um óculos com duas lentes que tinham uma pequena angulação entre elas e espelhos, o resultado é que desenhos ou fotos (idênticas) colocadas lado a lado ficavam sobrepostas quando visualizadas pelo óculos criando o efeito de profundidade e que só havia uma única imagem sendo visualizada. Até 1935 nada acessível apareceu nessa área, mas o conto de ficção científica os óculos de pigmaleão trazia a ideia de um óculos que apresentava um mundo através de ologramas, cheiros e sons ao que o utilizavam (his). Está provavelmente foi a primeira descrição de um modelo abrangente e ao mesmo tempo específico para a realidade virtual, sua história descrevia um personagem principal que ao conhecer um professor que inventará um par de óculos de proteção possibilitou um filme que dá uma visão e gosto olfativo, tátil e sonoro. Onde o personagem fala com as sombras (ologramas e projeções) e elas respondem, você sente seus odores e também densidades, ou seja, em vez de estar em uma tela a história é toda sobre o personagem, e o personagem está na história. Esta descrição serviu de base para que nas décadas de 50 e 60 fossem desenvolvidos os dispositivos de realidade virtual que conhecemos hoje, o primeiro deles foi o Sensorama de Morton Heilig que consistia em uma tela tridimensional, som estéreo, inclinação do corpo e sensações como vento e aromas que seu inventor definia como “cinema do futuro”, algo que ainda não foi alcançado. Em 1965 o ensaio intitulado “The ultimate Display” descreve uma sala no qual o computador controla a existência da matéria (Steinicke, 2016). Em 1968 o autor desse ensaio, Ivan Sutherland, construiu um protótipo rudimentar deste dispositivo e o chamou de “Sword of Damocles” (Sutherland, 1970). Este protótipo é considerado o primeiro sistema de Head-mounted display (HMD) de realidade virtual e realidade Aumentada, este dispositivo passou a ser aperfeiçoado nos anos seguintes. Em 1982 Thomas

Furness apresentou o “Visually Coupled Airborne System Simulator” conhecido como “capacete do Darth Vader”, e de 1986 a 1989 Furness dirigiu o programa super cockpit da Força Aérea Americana e utilizando o HMD desenvolveu um sistema capaz de projetar informações como mapas 3d (tridimensionais) radar e dados aviônicos, num espaço virtual 3d que o piloto poderia ver e ouvir em tempo real. O HMD permitia a detecção de movimentos, comandos de voz e outros sensores que permitiam controlar o avião com a fala, gestos e movimentos oculares. A década de 90 a realidade virtual se propagou com os video games mas por ser muito caro e de pouco uso em 1995 caiu em desuso e foi esquecida em função da propagação da internet.

Ao reproduzir um contexto ilusório que permita uma experiência de seu utilizador, mesmo que seja sintética, a simulação desse contexto é o que por definição nos dias de hoje chamamos de realidade virtual (Kim, 2017). Após anos de desenvolvimento a arquitetura de um sistema de realidade virtual pode ser definida através da composição de três elementos: um ou mais monitores, um conjunto de sensores que detectam os movimentos e estimulam o utilizador, e um ou mais computadores responsáveis por gerar e controlar toda a experiência. Então podemos dizer que a experiência é sintética, ilusória, virtual pelo fato de que a estimulação sensorial do utilizador é gerada pelo “sistema” e não pela presença verdadeira aos estímulos que se percebe. Esse local onde o utilizador é exposto é um modelo computacional denominado mundo virtual, ou ambientes virtuais (Virtual Environments - VE) (Kim, 2005). A partir desses conceitos sugeriram outros dispositivos de Realidade virtual, tais como a mesa de projeção utilizada na copa do mundo de 2014 para analisar lances e jogadas projetando jogadores em um campo de futebol virtual. Embora não haja imersão do utilizador a visão é considerada como holográfica. Outro tipo de sistema é denominado de CAVE (Cave Automatic Virtual Environment), ou cavernas virtuais. Consistem em projeções estereoscópicas nas paredes, chão e teto de uma sala o que permite uma representação de 360° da ambiente virtual criado. Através de estímulos sonoros, hápticos e outros recursos o utilizador pode mexer-se e ter a sensação de estar realmente no ambiente. Esta é a solução mais cara para a realidade virtual, mas é também considerada a mais imersiva (que mais estimula as percepções e sensações dos utilizadores) dentre as construídas até

o momento. Fica claro então que há diversas implementações de realidade virtual, tornando este um campo de estudo e desenvolvimento bem amplo, por exemplo, a Realidade Aumentada que é uma área onde se combinam elementos reais e sobre ele se faz uma projeção de um elemento virtual. O jogo pokémon go é um exemplo atual de realidade aumentada (Serrano et al., 2017). Nele você anda pelas ruas reais de sua cidade através de um mapa fornecido para o jogo e sobre esse mapa o jogo coloca personagens com os quais você pode interagir. A realidade aumentada tem se tornado um ponto de discussões éticas e sociais com embates bem acalorados de ambas as partes, afinal a experiência imersiva e tão aproximada do mundo real poderia tornar difícil distinguir o que é realidade da realidade virtual. Isto fica muito mais evidente quando as texturas, e detalhamento dos gráficos (imagens geradas) se aproximam muito das texturas reais.

A capacidade histórica de fornecer ao cérebro informações que transmitam a percepção, sensação e interação com ambientes sintéticos da realidade virtual não passou despercebida pela área de saúde, principalmente pela reabilitação.

\*\*\*\*\*

### Implicações Sociais

Com os recentes desenvolvimentos tecnológicos da realidade virtual é hoje possível proporcionar ao utilizador final uma experiência tão imersiva e aproximada do mundo real, que se poderá tornar difícil distinguir a realidade física da realidade virtual. É por isso relevante analisar eventuais impactos físicos ou psicológicos para utilizador, bem como de que forma a RV pode alterar comportamentos e transformar a sociedade nos moldes em que hoje a conhecemos.

Uma boa experiência de realidade virtual, é aquela em que a simulação atinge a perfeição e consegue enganar os nossos sistemas cognitivos de tal forma que, para o nosso cérebro, para os nossos olhos, ouvidos, olfacto, tacto, aqueles algoritmos transportam para nosso mundo físico, aquilo que queremos representar no virtual.

Mas esta representação, apesar de poder entreter, ensinar, ou até ajudar em tratamentos de fisioterapia o utilizador, comporta igualmente alguns riscos. De acordo

com uma [análise de P.J Costello](#), podemos determinar alguns efeitos físicos e psicológicos para o utilizador frequente da RV.

Alguns sintomas e doenças físicas são:

- Cinetose - Náusea ou enjojo semelhante a ler um livro num carro em andamento
- Doenças de visão
- Doenças neurológicas, como epilepsia
- Doenças ortopédicas, e.g. devido a má postura durante as simulações
- Doenças cardiovasculares e excesso de peso
- Doenças dermatológicas, causadas pelo contacto constante com os dispositivos de simulação
- Traumas, contusões ou lesões causadas por colisões com objectos reais durante uma simulação

No campo psicológico podemos apontar:

- Ansiedade
- Paranóia
- Claustrofobia
- Alucinações
- Dissociação do mundo real
- Comportamentos obsessivos e aditivos sobre o mundo virtual

Já sobre a forma como a RV pode afectar a sociedade como a hoje conhecemos, importa destacar três componentes essenciais:

A **vertente social**, onde o contacto físico entre seres humanos pode estar em causa. O desenvolvimento, de simulações que permitam a interacção à distância entre pessoas, ou mesmo com agentes virtuais dotados de inteligência artificial, permite que qualquer um possa ter a aparência que quiser e até viver sobre a sombra do anónimo. Por outro lado estas possibilidades, permitem ainda combater a exclusão ou o isolamento social.

A **vertente ética**, onde alguns contextos de simulação são controversos. Exemplos poderão ser temas relacionados com a violência através de agressões, morte (e.g. em jogos), racismo, bullying; o sexo em contextos ilícitos como a pedofilia, violação, prostituição e escravidão sexual, entre outros.

A **vertente cultural** consiste na ponderação dos factores anteriores e na forma como estes alteram a forma como nos relacionamos. Podemos até considerar que a realidade virtual, poderá ser a próxima revolução cultural, a seguir à massificação da Internet. Se já hoje é possível aceder à informação, com a RV será possível viver, ou experimentar os acontecimentos na primeira pessoa. O campo físico poderá deixar de ser relevante e com isto podemos assistir a enormes alterações culturais. O entretenimento, as viagens, o ensino, a desmaterialização dos bens de consumo físicos, são apenas alguns exemplos de aspectos que poderão estar em causa tal como os conhecemos nos dias de hoje.

## **Por dentro da máquina de empatia: Realidade Virtual, Neurociência, Raça e Jornalismo**

23 de setembro de 2015 [Lyngeri](#)

4 Votes

Ashley Rogers se sentou em uma cadeira giratória, usando um [Zeiss VR](#)

e um fone de ouvido. Com eventos em um mundo invisível para o resto de nós, ela se mexeu, olhou em volta, encolheu-se, gritou, esticou os braços e, em seguida, reflexivamente estendeu os braços para cima em uma postura defensiva.

Ela estava experimentando [Sisters](#), um aplicativo de realidade virtual com história de fantasmas. O aspecto notável de seu comportamento (além do fato de que ela era uma estudante não-inscrita, que só apareceu um dia depois de ouvir que estavam fazendo um experimento com a realidade virtual) era a pura fisicalidade de suas reações e seu senso de realização em um mundo virtual.

A experiência de realidade virtual executado pelo Colégio de Mídia Reed. Gif feita por Shaleah Ingram

### **Porque realidade virtual: “Perguntar porque realidade virtual em 2015, é a mesma coisa que perguntar porque internet em 1996”**

A Realidade Virtual mergulha o espectador em um ambiente de história a partir de uma perspectiva encarnada. Embora o [mercado atual](#) seja impulsionado pelo entretenimento e jogos, os primeiros praticantes como [Nonny de la Pena da USC](#) e o cineasta [Chris Milk da VRSE](#) estão explorando aplicativos jornalísticos e documentais, e estão descobrindo que o poder de contar histórias da RV pode estar no seu potencial como uma [ferramenta de empatia](#). Nossa experiência em RV explora seu uso em relatórios sobre raça e justiça social, assuntos que são repleto de tensão e divisão.

Cansado de perpetuar a montagem de defesa do “objeto brilhante”, quero ressaltar que não estou usando a tecnologia pela tecnologia. Meu trabalho documental social sempre olhou para as novas tecnologias no intuito de levar as conversas em novas direções, e este passeio é a sua própria espécie de documentário social.

Usamos um “tour” em parte como uma referência para as aplicações comerciais iniciais em [passeios panorâmicos de RV em 360°](#), e também como um aceno para

o experimento do colega jornalista David Leonard baseado em localização, o [Fatal Tour](#), que pede ao usuário encarnar uma narrativa de forma inesperada. Para este experimento, foi utilizado um software simples que estava disponível, hardware e uma narrativa improvisada para explorar um passeio das divisões em uma comunidade no aplicativo de RV “[Fractured Tour](#).”

O aplicativo Fractured Tour abre um panorama em 360° dos ativistas locais em Selma na ponte Edmund Pettus, protestando contra a reencenação da batalha confederada de Selma. Foto por Joel Beeson

### **A ciência da empatia e raça**

Os neurocientistas estão explorando o uso de RV em termos de empatia e concretização à luz de novos esclarecimentos sobre o chamado “sistema de neurônios-espelho”. Estas células cerebrais disparam quando um primata realiza uma ação, mas também ativam quando um olha para o outro fazendo o mesmo ato, fazendo uma simulação virtual no cérebro, o que é uma habilidade essencial para a interação social e aprendizagem.

Alguns neurocientistas acreditam que este processo dá a realidade virtual seu poder de criar empatia e construir conexões entre as divisões de raça, sexo, idade e classe.

Existem essas divisões se um indivíduo está consciente ou não. Pesquisadores italianos aprenderam que a raça era um fator significativo das disparidades na forma como as pessoas se sentem a dor do outro, como “caucasianos reagindo de forma mais dramática a dor das pessoas brancas do que das pessoas africanas”.

Outro estudo confirmou isso e encontrou que o preconceito racial existia em uma percepção priori da dor de outras pessoas, tanto nos brancos como nos negros americanos, incluindo profissionais de saúde, supondo que os negros sentem menos dor que os brancos.

Uma pesquisa recente feita por cientistas britânicos e espanhóis descobriu que trocando de corpo virtualmente, reduz o viés e aumenta a empatia de “grupos de fora.” Neste estudo, quando as pessoas brancas praticamente experimentaram a “proprietária” de uma parte do corpo negro ou todo o corpo, preconceitos negativos

contra os negros diminuiu.

### **Neurônios espelhados, “mimetismo” e o incomodativo terreno da empatia racial**

Tudo sobre esse tipo de conversa, inclusive a parte científica, e carregada de tensão, ansiedades e realidades culturais e linguísticas entoxicadas do nosso mundo. Enquanto o potencial para criar empatia nestes experimentos é intrigante, até mesmo os cientistas usam o termo “mimético” e “possuir” um rosto ou corpo negro reabrem feridas do discurso racial sobre a colonização de corpos negros que poderia ser estressante ou desconfortável, o legado de [Blackface e Minstrelsy](#) e muitas formas de apropriação da cultura popular. Um dos pesquisadores, Manos Tsakiris, referencia o livro “[Black Like Me](#)

” de John Howard Griffin que ressuscitou recentemente em resposta a [uma postagem de Rachel Dolezal](#) mascarada como uma mulher de cor.

Griffin, um jornalista católico, foi um texano branco que escureceu sua pele e viajou pelo Sul de Jim Crow em 1951 passando-se como um homem negro para experimentar em primeira mão as feridas do racismo. A maior revelação de Griffin foi simplesmente descobrir os privilégios de ser branco: “uma parte importante da minha vida diária foi gasta na procura de coisas básicas que todos os brancos fazem: achar um lugar para comer, ou algum lugar para beber um copo de água, um quarto para descansar, um lugar para lavar as mãos”.

Enquanto “[Black Like Me](#)”

foi respeitado como um experimento jornalístico, o colunista Steve Rose, em seu artigo para o The Guardian “[De Ali G para Rachel Dolezal: A história colorida de ficar negro](#)”, apropriou-se de notas do livro de Griffin “A experiência africano-americano já estava completa e foi fiel registrado por afro-americanos reais da época, não vamos esquecer”

Estes exemplos de tensões fizeram frente e centralizaram aquilo que nominamos de “Fractured Tour”. através do qual, não consideraremos a potencial cura racial através da “troca de corpos” em ambientes de realidade virtual, ao invés, nós fi-

nalmente decidimos explorar a concretização através de perspectiva e imersão com base na localização na história da nossa jornada.

### **O passado não foi para lugar nenhum**

Neste ano, Selma, Alabama mais uma vez se tornaram o ponto inicial para [atenção da mídia](#) 50 anos antes Dr. Martin Luther King liderou marchas pacíficas através da ponte Edmund Pettus encarando a brutalidade da polícia, galvanizando a vontade nacional para fortalecer os direitos de voto no Sul. Como na maioria das comemorações de aniversário, o marco histórico de Selma foi carregado pelas indústria de mídia e pelos políticos para um consumo mais confortável, trivializando as idéias e as lições mais importantes, e obscurecendo profundamente as injustiças persistentes que continuam a afligir o país. Apoiado pelo alvoroço da mídia em torno da visita do presidente e o lançamento do filme “[Selma](#)”

, foi o fato de que 2015 marca o aniversário de 150 anos do fim da [guerra mais mortal](#) da América, e com isso, a [abolição da escravidão](#) por meio da 13ª Emenda da Constituição dos EUA.

No final de abril, dois grupos de alunos e professores de cursos de jornalismo que, superficialmente, têm muito pouco em comum (A Universidade Estadual de Morgan, uma instituição urbana e historicamente negra e a Universidade do Oeste de Virginia, uma escola predominante branca em um estado rural), viajaram até Selma para um projeto de reportagem colaborativa chamado “[Bridging Selma](#)”. A mando de dois reitores, a Escola de Jornalismo Global da MSU, o comunicador DeWayne Wickham, a Universidade do Oeste de Virginia e o Colégio de Mídia Reed de Maryanne Reed, embarcaram em uma exploração da história racial e social de Selma como uma reportagem experimental em justiça social.

Professor Ron Taylor da Universidade Estadual de Morgan instrui estudantes de jornalismo em uma conferência de história durante o projeto em Selma. Foto por David Smith

## **A interrupção da história por ela mesma**

Poucas horas depois de chegar em Selma, a cobertura da mídia pela morte de um homem africano naturalizado americano, Freddie Gray, pelas mãos da polícia providenciou um plano de fundo doloroso para nossa jornada. A experiência de imersão em Selma também prefigurou misteriosamente os trágicos acontecimentos que se desdobrariam nas semanas seguintes com o massacre de nove homens e mulheres na igreja Emanuel AME em Charleston, Carolina do Sul. À medida que editávamos as histórias sobre a bandeira confederada, supremacia branca, e da escravidão econômica, ficou claro que os fantasmas do passado que fraturam Selma não tinha ido para nenhum lugar e continuam a assombrar profundamente nosso país e a nossa cultura.

O projeto também revelou a inadequação das convenções de jornalismo na cobertura sobre raça, classe e injustiça. Conforme os motins de Ferguson e Baltimore se desenrolavam, [a crítica da cobertura jornalística](#) tornou-se um dos principais ingredientes da narrativa emergente. O ciclo de notícias a cabo 24 horas e as convenções de longa data do jornalismo diário (noções de objetividade, a cobertura binárias, um relatório “equilibrado” ou simplesmente dizer “ambos os lados” da história) tornaram-se práticas que podem também servir como escudo para os jornalistas, educadores e alunos e que inibem a sua capacidade de enfrentar temas complexos e divisivos. Estas questões foram desvendar volubilidade nas ruas de Baltimore, mesmo quando se desenrolou calmamente em Selma no nosso próprio relatório. Como Wickham da Universidade Estadual de Morgan observou, “Nós já sabíamos disso, é por isso que estamos embarcando nesta sala de aula experimental. Nós queremos que nossos alunos fiquem desconfortáveis” Uma maneira de interromper a prática jornalística, práticas que inibem novas conversas, é interromper a formação da história.

Captura de tela de vídeo não processado em 360 ° do grupo gospel, The Angelic Harmonizers, na Capela de Zion AME Clinton Igreja em Selma, Alabama. Vídeo por Joel Beeson e Emily Pelland

## **Por dentro da máquina de empatia parte II**

Este artigo serve como uma introdução para a paisagem cultural que informou, e desafiou, a nossa abordagem para a produção de um documentário social de realidade virtual sobre raça e racismo. Resta um experimento no processo e pode [ser experimentado em 3D](#) com um fone de ouvido de Realidade Virtual, como o Google Cardboard, Samsung RV Gear ou Zeiss RV One, ou pode ser visualizado em 2D em um dispositivo móvel.

Descobrimos que, para RV, tivemos de repensar todas as convenções sobre contar histórias que aprendemos e como nós vamos trabalhar em campo como os jornalistas. Nós temos mais perguntas do que respostas, mas temos documentado o processo de compartilhar abertamente nossa resolução de problemas para outros jornalistas e educadores que estão experimentando em Realidade Virtual. Em “Dentro da Máquina de Empatia Parte II: O fractured tour” nós o levaremos por trás das cenas e compartilhamos os passos que demos no making of do app, a partir das câmeras e software que usamos, técnicas de campo, os erros que cometemos, o storyboard e processo de tomada de decisão narrativa.

*Esta é uma tradução livre feita por Lingery para o blog Suprimatec do artigo feito por Joel William Beeson para o site Media Shift, para ver a publicação original em inglês [clique aqui](#)*

## **A neurociencia explica as fraquezas da tecnologia de realidade virtual**

**Por: Sarah Zhang** 3 de abril de 2015 as 11:12

165

A realidade virtual esta chegando e [parece que dessa vez vai funcionar](#). Mas vamos falar a verdade: ainda existem muitas coisas que a realidade virtual faz que nao enganam o cerebro humano. E isso tem pouco a ver com a tecnologia — em vez disso, o problema esta na neurociencia e nos limites perceptivos do nosso cerebro.

## >>> **A nova era de jogos em realidade virtual promete apagar os fracassos do passado**

E verdade, no ultimos tempos ouvimos falar de muitos sistemas de realidade virtual que sao bem melhores que aqueles dispositivos desajeitados e que causavam nauseas dos anos 90. Como o [HTC Vive](#) e o [Sony Project Morpheus](#), por exemplo – isso sem contar o [Oculus Rift](#) que evoluiu muito desde a aquisicao pelo Facebook por US\$ 2 bilhoes. E ainda temos a [Magic Leap](#), que e fantastica mesmo que nao saibamos direito [o que o pessoal de la esta fazendo](#).

Essa nova linha de dispositivos e boa o suficiente para impressionar qualquer um que os use, mesmo que as imagens ainda sejam meio pixelizadas e com um pouco de lag. As pessoas do mundo da realidade virtual chamam esse sentimento de “presenca”. Mas e possivel enganar um pedaco do cerebro sem enganar outra parte.

Quando jornalistas escrevem sobre como ficaram impressionados com o mais recente dispositivo VR, eles estao falando sobre o impacto emocional causado ao ver por cima dos muros de um castelo a invasao de um exercito inimigo. Eles nao querem dizer que a realidade virtual e indistinguivel da realidade. Como [Jason Jerald](#), um consultor de tecnologia para empresas de VR, diz, “Nos podemos nos engajar bastante em mundos cartunescos”. As imagens nao precisam estar perfeitas para criar o sentimento de presenca.

Mas essas imperfeicoes se tornam mais obvias conforme voce passa mais tempo com um desses dispositivos. Ou quando tenta andar e se virar quando os esta usando. Sao muitos os motivos, tanto conscientes quanto inconscientes, que fazem seu cerebro rejeitar a realidade de uma tela montada a alguns centimetros dos seus olhos.

### **Latencia e o problema do enjoo de movimento**

Chame do que quiser, mas e fato que nauseas acontecem e sao relacionadas a realidade virtual. O principal motivo disso e a latencia, ou o pequeno (mas perceptivel) atraso entre quando voce move a sua cabeça na realidade virtual e quando a imagem em frente aos seus olhos muda — criando um descompasso entre os movimentos

que sentimos (com nossos ouvidos internos) e a imagem que vemos (com os nossos olhos).

Na vida real, esse delay é zero. “Nossos sistemas sensorial e motor são fortemente acoplados”, diz [Beau Cronin](#), que obteve seu doutorado em neurociência computacional no MIT e está escrevendo um livro sobre a neurociência da realidade virtual.

Na realidade virtual, no entanto, a latência pode ser de algo como 20 milissegundos, ou ainda mais dependendo da aplicação. Nunca será zero já que um computador sempre precisa de tempo para registrar nossos movimentos e desenhar a imagem nova.

Então quão baixa a latência tem que ser para não notarmos? Jerald, que fez sua pesquisa de doutorado sobre os limites perceptivos da latência, descobriu que varia bastante: suas cobaias mais sensíveis notavam lags de 3,2 milissegundos, os menos sensíveis chegavam a centenas de milissegundos. De fato, a sensibilidade a enjoo de movimento pode variar muito também. Talvez nunca seja possível projetar um dispositivo que não faz ninguém passar mal, mas é possível criar um design para certas aplicações que não fará mal a maioria das pessoas.

## **Meus olhos! O conflito vergência-acomodação**

Uma coisa estranha ocorre na realidade virtual: você pode olhar o horizonte a partir de uma praia virtual, mas ainda vai se sentir preso em uma sala. Isso pode ser, em parte, o resultado de um feedback sutil dos músculos ao redor dos seus olhos. No pior dos casos, isso pode causar fadiga ocular e dores de cabeça fortíssimas.

Eis o que acontece. Coloque um dedo em frente ao seu rosto e mova-o gradualmente em direção ao seu nariz – seus olhos vão naturalmente se aproximar para acompanhar o dedo. Isso é a vergência, quando seus olhos convergem e divergem para olhar para objetos próximos ou distantes, respectivamente. Ao mesmo tempo, as lentes dos seus olhos se focam para que a imagem do seu dedo permaneça clara enquanto o fundo está embaçado. Isso é chamado acomodação visual.

Na realidade virtual, no entanto, a vergência e acomodação visual não são tão in-

tegradas. A tela de um headset comum fica a cerca de tres polegadas dos seus olhos. Um par de lentes dobra a luz, e entao a imagem na tela parece estar entre um e tres metros de distancia. No entanto, qualquer objeto mais distante ou proximo a isso pode ficar borrado. E toda a tela sempre esta focada, independentemente de para onde seus olhos estao olhando. Por isso, passar um periodo longo em VR pode ser algo desconfortavel.

Algumas ideias ja surgiram na tentativa de solucionar esse problema. Vamos falar da Magic Leap. A empresa nao divulgou muita coisa publicamente ate agora, mas suas patentes mostram um interesse na tecnologia de campo de luz, quando uma tela de pixels e substituida por uma matriz de pequenos espelhos que refletem a luz diretamente para os olhos. Os objetos renderizados atraves da luz supostamente atingem uma profundidade real, entrando e saindo de foco como ocorre com objetos reais.

## **A armadilha de um campo de visao amplo**

Para ser verdadeiramente imersiva, a realidade virtual precisa mostrar para voce o que esta em frente aos seus olhos — e tambem o que esta ao lado deles. O problema? “Quanto mais amplo o campo de visao, mais sensivel voce e ao movimento”, diz [Frank Steinicke](#), um professor da Universidade de Hamburgo que passou [24 horas dentro de um Oculus Rift](#) como um experimento.

Ja viu alguma coisa voar nos cantos da sua visao? Isso acontece porque sua visao periferica e especialmente sensivel ao movimento. Capturar movimento na periferia e fundamental para uma experiencia imersiva, mas isso tambem significa que capturar isso com precisao e a chave para uma experiencia que nao causa nauseas. A visao periferica segue seu proprio caminho em direcao ao cerebro, separado do que e usado pela sua visao central. Ela parece estar bem proxima ao seu senso de orientacao espacial.

Como as visoes periferica e central funcionam de maneira diferente, isso significa que um campo amplo de visao, o que incorporaria ambas as visoes, precisa solucionar dois problemas diferentes. Uma tremulacao proxima ao seu olho que nao e

perceptível se torna uma distração na sua visão periférica.

## **Navegando em espaços virtuais (ou: o enjoo de movimento ataca de novo)**

Mesmo em um mundo com rastreamento perfeito de movimento e latência zero, ainda teremos enjoo de movimento. E isso significa que há uma dificuldade adicional ao criar uma experiência real em espaços virtuais.

Isso remonta à incompatibilidade entre as imagens que vemos e os movimentos que sentimos. Se você controla um personagem com um joystick em um ambiente virtual imersivo, sempre haverá uma incompatibilidade. O único jeito de evitar isso e com movimentos idênticos tanto no mundo real quanto no virtual, o que significa andar fisicamente um quilômetro se o seu personagem andar um quilômetro. Não é muito prático para quem quer jogar na sala de estar.

Uma solução simples envolve game design, que é um tópico de 53 páginas no [Guia de Boas Práticas da Oculus](#). Como exemplo, quando as pessoas são colocadas em um cockpit virtual, elas podem ficar sentadas ou dirigir, ou até mesmo voar, com pouco enjoo de movimento — como quando você dirige um carro no mundo real. Mas isso obviamente acaba com a diversão de uma experiência verdadeiramente interativa de realidade virtual.

Também há a possibilidade de usar esteiras omnidirecionais. Uma ideia ainda mais intrigante é a caminhada redirecionada, que explora o fato de que seu senso de direção não é perfeito. Pessoas que tentam andar em linha reta no deserto, por exemplo, vão naturalmente andar em círculos. Estudos na [USC](#) e no [Max Planck Institute](#), entre outros, descobriram que as pessoas podem ser sutilmente induzidas a pensarem que estão andando em um espaço maior do que realmente estão.

## **Realidade virtual como a mais avançada experiencia neurocientifica**

Empresas de realidade virtual sabem muito bem que a tecnologia nao esta exatamente pronta para estrear. A Oculus so lancou seu hardware de PC como “kit de desenvolvimento”, e a data de lancamento para uma versao para consumidores ainda nao foi definida. Outros produtos ja estao disponiveis, como o Samsung Gear VR e o Google Cardboard, mas a realidade virtual sofreu muito com alta expectativa antes, e seus entusiastas temem que isso possa ocorrer novamente.

Admitir que ainda temos problemas neurocientificos nao solucionados em realidade virtual nao significa que a tecnologia esta destinada ao fracasso. Em vez disso, significa algo ainda melhor: o entendimento de que a realidade virtual sofre para nos enganar pode nos levar a uma compreensao melhor da complexidade do cerebro humano. Ou, como disse [Cronin](#), “O guia de boas praticas da Oculus talvez seja a coisa mais substancial ja escrita em neurociencia sensorio-motor aplicada.”

E mais adiante, tecnologia ainda mais sofisticada de realidade virtual pode expandir dramaticamente o que fazemos em experimentos neurocientificos. [William Warren](#), um professor de ciencia cognitiva na Universidade de Brown, nos EUA, estudou navegacao espacial ao colocar pessoas dentro de ambientes virtuais com worm-holes. Formas cruas de realidade virtual para camundongos, moscas de frutas e peixe-zebra ja sao parte comum da pesquisa neurocientifica.

Ao confundir deliberadamente o cerebro, podemos aprender como ele funciona em situacoes comuns. E, alem disso, isso pode nos dar alguns jogos sensoriais tambem.

*Imagem de topo: [igorrita/shutterstock](#)*

# Por que a realidade virtual ainda nao engrenou? A neurociencia explica

POR [CARLOS EDUARDO FERREIRA](#)

EM [SOFTWARE](#)

20 MAR 2015 — 14H35

COMPARTILHAR

12

**34** compartilhamentos

O renovado interesse nos dispositivos de realidade virtual (VR) tem transformado as atuais ferramentas que se dispoem a “enganar” o cerebro em atracoes principais nas feiras focadas em entretenimento e tecnologia. Ha filas para testar a ultima versao do [Oculus Rift](#), mesmo que boa parte das pessoas coloque o cafe da manha para fora apos a primeira descida do famigerado carrinho na montanha-russa.

## Recomendado para voce

- Vinho Espumante Rose - Cava. . .  
R\$65,90  
[CLIQUE AQUI](#)
- 50%OFF

- Vinho Tinto - Stroppiana Barolo...  
Antes R\$269,90  
R\$134,90  
CLIQUE AQUI
- 60%OFF
- Vinho Tinto - Primi Soli Sangiovese...  
Antes R\$74,90  
R\$29,90  
CLIQUE AQUI
- 56%OFF
- Vinho Tinto - Charmes des Lieux...  
Antes R\$57,90  
R\$24,90  
CLIQUE AQUI

E quando o ressurgimento dessas realidades alternativas parecia um esforço visionário possivelmente fadado a desaparecer, eis que outros grandes nomes da indústria também resolvem empurrar grande parte de suas fichas para o mesmo espaço na mesa.

Atualmente, dividindo as atenções com o lento e constante Rift, há também o HTC Vive e o [Project Morpheus](#), da Sony; todos dispostos a fazer o seu cérebro acreditar que, em vez de sofás, mesas, cadeiras e uma pia de loucas por lavar, o que há ao seu redor é uma masmorra lotada de inimigos ensandecidos, uma pista de corrida ou o cockpit de um caça de vários milhões de dólares.

### **Será possível ir muito além?**

Ok, talvez as últimas propostas de realidade virtual tenham rodado vários quilômetros depois que a Nintendo puniu seus jogadores de Virtual Boy com dores de

cabeça lancinantes — como se o vermelho constante não fosse o suficiente. Entretanto, mesmo hoje, os maiores empreendedores tecnológicos ainda parecem coçar a cabeça quando se trata de, digamos, “iludir perfeitamente” o seu cérebro.

Será mesmo possível que um dia a realidade virtual chegue a convencer integralmente o seu cérebro — cessando enjoos, dores de cabeça e eventuais xingamentos? De acordo com a neurociência, é realmente pouco provável que isso ocorra. Embora os saltos devam continuar, há alguns pontos difíceis de contornar quando se trata de colocá-lo em uma realidade alternativa.

Senão, de uma olhada nos tópicos abaixo. Conforme levantados pelo site [Gizmodo](#), são basicamente essas as questões encaradas hoje por qualquer nova proposta de VR — e, pode ter certeza, todos os fabricantes estão bem cientes disso. Afinal, o seu cérebro é “esperto” e normalmente rejeita rapidamente um espaço virtual assim que percebe mesmo os menores sinais de “falsificação”.

### **Atrasos nas imagens (latência)**

Seria difícil encontrar alguém que, ao descer por uma montanha-russa no Oculus Rift, não sentisse pelo menos um pouco que aquilo é “real” — identificando, mesmo que de forma limitada, a “presença” da realidade circundante. Entretanto, a despeito dessa percepção, seria difícil dizer que o cérebro foi efetivamente levado a acreditar na nova realidade. É um dos principais motivos para isso e é chamada latência.

Trata-se do descompasso inevitável entre o movimento corporal e a exibição das imagens nas telas do dispositivo. Em outras palavras, as imagens virtuais são exibidas aos seus olhos pouco depois do movimento da cabeça — criando uma diferença marcante entre o que é percebido pelo seu ouvido interno (movimento) e pelos seus olhos.

Idealmente, essa latência deve ser zero, tal e qual ocorre no mundo real. Conforme disse o Dr. Beau Cronin, PhD em neurociência computacional pelo MIT (Instituto de Tecnologia de Massachusetts) em entrevista ao Gizmodo, “Os nossos sistemas sensorial e motor são muito bem sincronizados”. Naturalmente, mesmo que esse atraso seja minimizado ao máximo, é impossível que ele deixe de existir, já que

o processo de leitura de movimentos e processamento de novas imagens sempre tomara algum tempo.

### **Quanto tempo e tolerado?**

A questao, portanto, nao e encarar a tarefa herculea e virtualmente impossivel de anular essa latencia. Trata-se, antes, de chegar ao maior valor que e tolerado pelo cerebro humano — sem que o cerebro perceba o descompasso, que, alem de comprometer a experiencia, e o que tambem causa as famosas nauseas e dores de cabeça.

Entretanto, mesmo isso acaba sendo um grande desafio, ja que, como e facil imaginar, as pessoas tem limites diferentes de tolerancia para a latencia. Embora alguns cerebros facam “vista grossa” para centenas de milissegundos, por exemplo, ha quem ja se sinta enjoado mesmo com 3 ou 4 milissegundos. Trata-se, portanto, de encontrar um valor que possa ser ignorado pela maioria das pessoas. . . E considerar o trabalho como concluido.

### **Vergencia e acomodacao dos olhos**

Mas a latencia nao e a unica questao que faz algumas pessoas vomitarem mais em um parque de diversoes virtual do que em um real. Ha tambem a “vergenza”, cujo funcionamento esta tambem intimamente atrelado a acomodacao do foco nos seus olhos. E isso que faz com que mesmo um enorme descampado virtual ainda lhe de a impressao de estar dentro de uma pequena sala — novamente, gerando dores de cabeça e nauseas.

Para entender do que se trata, basta posicionar um dedo na frente dos seus olhos. Conforme o afasta ou aproxima, seus olhos divergem ou convergem, acomodando-se a variacao de distancia com movimentos musculares. Ja a acomodacao e o movimento focal das lentes nos seus olhos, que tambem se adequa a distancia dos objetos.

O problema e que, em realidade virtual, nao ha mais a integracao perfeita entre a vergencia e a acomodacao. Isso porque, independentemente da imagem exibida, nao ha como mudar o fato de que a tela esta a apenas alguns centimetros dos seus

olhos — mesmo que um conjunto de lentes possa curvar a luz, esse efeito normalmente funciona para distancias entre 1 metro e 3 metros, fazendo com que quaisquer outras parecam borradas.

E ha tambem a questao do foco. Repita a experiencia do dedo e repare em um dado adicional: ao manter o olhar fixo ali, todo o mais e desfocado. Bem, mas isso nao ocorre com as telas em dispositivos de realidade virtual, em que tudo e permanentemente mantido em foco, nao importando para onde voce esteja olhando — o que certamente pode causar grandes desconfortos apos longos periodos de exposicao.

### **Seria o Magic Leap a solucao?**

Naturalmente, ha varias propostas que pretendem se desviar das limitacoes de profundidade de campo proprias da realidade virtual. Entretanto, e provavel que a mais promissora entre elas, neste momento, seja a tecnologia batizada de Magic Leap.

Embora nao muito tenha sido mostrado ate o momento, sabe-se que a companhia pretende substituir a tradicional tela em pixels por uma enorme matriz formada por espelhos minusculos. Segundo a companhia, isso torna possivel refletir as luzes diretamente para os olhos, com a profundidade correta e com setores entrando e saindo de foco, tal e qual ocorreria com um objeto real.

### **Visao periferica**

A impressao de “realidade” que voce tem ao olhar ao redor certamente esta associado ao que esta na frente dos seus olhos... Mas nao apenas isso. De fato, a chamada visao periferica e igualmente importante, sendo particularmente sensivel a movimentos — basta se lembrar daquele inseto que voce enxergou apenas “de canto de olho”.

Entretanto, para incluir adequadamente a visao periferica, os dispositivos de realidade virtual precisam, naturalmente, ter suas telas dramaticamente aumentadas. E e

ai que surge o problema. Conforme disse o professor da Universidade de Hamburgo Frank Steinickle, em entrevista ao Gizmodo, “Quanto maior e o campo de visao, tao mais sensivel aos movimentos voce se torna.”

Em outros termos, embora ampliar a sua visao lateral em uma realidade virtual possa tornar a experiencia mais imersiva, isso tambem acabara por intensificar nauseas e dores de cabeça oriundas de outras limitacoes da tecnologia — sobretudo no que diz respeito ao descompasso entre movimentos e imagem exibidas, conforme descrito acima.

Adicionalmente, acredita-se que a visao periferica seja processada por uma parte diferente do cerebro, fortemente associado a orientacao espacial (de modo que nao e possivel fazer “vista grossa”, digamos). Isso deixa as propostas de VR ainda com um problema adicional: o tratamento da visao periferica precisa ser absolutamente dedicado, a fim de nao causar distracoes gratuitas.

## **Navegacao virtual tambem e um problema**

Por fim, ha pelo menos mais um ponto que deve constar na agenda de qualquer companhia disposta a entrar de cabeça na realidade virtual. Trata-se da estranheza causada pela discrepancia entre as imagens que sao exibidas e os movimentos que o nosso corpo percebe.

A forma ideal de solucionar a questao? Bem, seria algo como realmente andar por varios quilometros caso o seu avatar virtual precisasse faze-lo — algo obviamente inviavel para uma geracao que ja teve dificuldades para abrir espaco para o Kinect na sala de estar. Mas ha algumas ideias para atenuar esse efeito, e verdade.

Idealmente, se o seu personagem perseguisse alguem por duas quadras, voce tambem precisaria faze-lo.

No guia “Oculus Best Practices Guide”, por exemplo, fala-se de simplificar a jogabilidade. Isso porque, caso voce esteja no cockpit de um aviao ou dentro de um carro, a divergencia entre os movimentos e as imagens exibidas certamente se torna bem menor; dirigir um carro seria, a grosso modo, uma experiencia bastante

semelhante.

Não obstante, essa simplificação é rebatida de pronto com uma questão: isso não diminuiria a diversão de se jogar em ambiente virtual? Dessa forma, fala-se também em esteiras onidirecionais (de forma seria possível andar para qualquer lado sem realmente sair do lugar) ou ainda na possibilidade de enganar o cérebro — tal e qual um sujeito perdido no deserto pode facilmente andar em círculos enquanto acredita caminhar em linha reta.

## **Uma alavanca para as neurociências**

No fim das contas, entretanto, todas as exigências impostas pelo cérebro aos dispositivos de VR tem conduzido a um verdadeiro salto nas neurociências. Quer dizer, mesmo que o Oculus Rift em sua versão final ainda seja um sonho distante (quase duvidoso), mesmo que todo o hype criado em torno da realidade virtual possa dar com os burros n'água ao esperar por tecnologias miraculosas em poucos anos. Mesmo assim, muito tem sido aprendido.

Conforme colocou a referida publicação, ao bater de frente com a dificuldade que pode ser “enganar” o cérebro humano com toda uma nova realidade, a ciência encontrou uma oportunidade única para conhecer o funcionamento incrivelmente complexo do cérebro humano. Se desse processo lento e valioso ainda surgirem bons jogos... Bem, aí todos lucraremos ainda mais.

Cupons de desconto TecMundo:

## **Realidade virtual além dos Jogos**

07/03/2016 - 14H03/ ATUALIZADO 14H03 / POR EQUIPE CAMINHOS PARA O FUTURO / GE

## **Cada vez mais popular, tecnologia abre possibilidades no mundo do e-commerce, da educacao, da medicina e da justica**

(Foto: Reproducao)

A realidade virtual esta cada vez mais perto de se tornar... Realidade. Ou melhor, de extrapolar o universo geek para finalmente chegar ao grande publico. Os oculos de VR foram um dos principais destaques no Mobile World Congress, realizado em Barcelona, e a previsao e de que as vendas aumentem significativamente nos proximos anos. A consultoria CCS Insight estima que o numero de unidades vendidas passe de 2,5 milhoes em 2015 para 24 milhoes em 2018. Enquanto isso, a tecnologia inspira ate acoes inusitadas, como o lancamento de uma embalagem do McDonald's que pode ser transformada em oculos de realidade virtual. Associada a um smartphone, o apetrecho permite acessar um joguinho de esqui ([confira neste link](#)).

A proposta dos jogos imersivos e mesmo bem atraente e vem sendo muito utilizada para a divulgacao da realidade virtual. Mas as possibilidades que se abrem com o avanco da tecnologia vao muito alem desse tipo de entretenimento. Abaixo, listamos outras formas promissoras de explorar essa nova area.

DO E-COMMERCE AO V-COMMERCE A Trillenium propoe enriquecer a experiencia de compras online, tornando-a mais parecida com a que temos ao passear por um shopping, por exemplo. Hoje, na maioria das lojas virtuais, o consumidor se ve diante de um catalogo com produtos. Com o aplicativo da marca, ele poderia fazer um tour virtual pela loja. E mais: compartilhar esse momento em tempo real com os amigos. Afinal, a empresa constatou que, para as novas geracoes, fazer compras

nao e uma tarefa a ser desempenhada, e sim uma chance de interacao social. Ha alguns meses, a Trillanium firmou parceria com a varejista britanica ASOS para testar novos formatos de compra, com foco em consumidores na faixa dos 20 anos.

**DO APARTAMENTO DECORADO AO APARTAMENTO VIRTUAL**Ja a brasileira Tistus tem um ponto de partida diferente. A empresa e voltada para o mercado de imoveis, onde o processo de compra e mais complexo. O que ela oferece e uma nova opcao de marketing imobiliario, usando a realidade virtual para transpor os potenciais clientes para dentro dos empreendimentos oferecidos. Para acessar o tour, e necessario um smartphone que, por sua vez, e acoplado a um par de oculos especial, feito de papel (e tambem fornecido pela empresa). Ao movimentar a cabeça, o usuario consegue ver todo o ambiente, do chao ao teto.

**DA TAREFA REPETITIVA A ATIVIDADE LUDICA**Para pessoas que sofreram derrame ou traumatismo craniano, a realidade virtual pode ser um caminho eficaz rumo a recuperacao das habilidades motoras e capacidade cognitiva. Afinal, o meio imersivo pode ser mais estimulante que o ambiente de uma clinica e agregar um tom ludico aos exercicios de reabilitacao, o que motivaria os pacientes a fazer um esforco extra na busca por melhores resultados.

Essa proposta tem atraido empresas como a suica MindMaze, voltada a interseccao da neurociencia com internet das coisas. A companhia desenvolveu um sistema de captacao e analise de movimentos que monitora o desempenho dos pacientes, ao mesmo tempo em que oferece a eles, em tempo real, um feedback visual. Imagine uma pessoa que precisa exercitar os movimentos dos bracos, por exemplo. Usando o MindMotionPRO, ela pode ver seus gestos reproduzidos por um avatar, que segura e muda de lugar os objetos apresentados em um ambiente virtual. O sistema acaba de ser aprovado para uso em clinicas e hospitais da Europa.

**DO CONCEITO ABSTRATO A REPRESENTACAO 3D**Diz o ditado que uma imagem vale mais que mil palavras. Imagine entao o impacto de uma imagem que e recebida numa experiencia de imersao, de maneira extremamente vivida. E por isso que alguns especialistas veem na realidade virtual um meio muito eficiente para a aprendizagem de conceitos complexos.

Essa ideia já está sendo aplicada no ensino de medicina – exemplo disso é um software, desenvolvido pela startup americana EchoPixel, que ajuda os estudantes a visualizar, em 3D, órgãos que são geralmente retratados em 2D. O programa permite até dissecar um corpo virtual.

Na Universidade Stanford, pesquisadores recorreram à realidade virtual para mostrar, da forma mais clara possível, como o aquecimento global afeta a vida na Terra. Para isso, foram construídos, em 3D, ambientes que mostrassem, seguindo critérios científicos, as consequências da acidificação dos oceanos, entre eles, o fim de várias espécies marinhas. Uma das metas do projeto é avaliar como essa experiência pode afetar a maneira como os participantes se sentem em relação à mudança climática.

Também é possível fazer uma viagem submarina virtual no centro de pesquisas da GE, no Rio de Janeiro, onde são desenvolvidas tecnologias destinadas às profundezas do mar. Usando o Oculus Rift, que se assemelha a um óculos de esqui com lentes muito grossas, é possível simular um passeio de submarino a uma profundidade superior a 1,6 km.

DA CENA DO CRIME AO TRIBUNAL Oculus Rift, usado no projeto da GE, também foi utilizado em um estudo que avaliou a possibilidade de adotarmos a realidade virtual no sistema Judiciário, mais especificamente para recriar cenas de crime. O trabalho, desenvolvido no Instituto de Medicina Forense de Zurique, utilizou dados provenientes de um tiroteio real para mostrar a trajetória das balas. A vantagem desse tipo de representação é que ele torna muito mais fácil, por exemplo, entender de onde o projétil partiu, em que direção ele foi e quão perto passou das pessoas e objetos presentes no local – informações que se perdem quando apresentadas em 2D, no papel. Mas a ideia é recebida com muitas ressalvas. Afinal, a forma como a cena é apresentada pode variar sensivelmente conforme o ponto de vista adotado (do acusado, da vítima ou de uma testemunha) – como definir que ponto de vista será oferecido aos membros do júri?

Esse tipo de questionamento mostra que, assim como a realidade virtual abre novas portas, ela também deve trazer novos dilemas. Um par de óculos que exigirá da sociedade, em muitos aspectos, um novo olhar.

**(Pavão et al., 2014)**

## Referências

- Pygmalion's Spectacles, Probably the First Comprehensive and Specific Fictional Model for Virtual Reality (1935) : HistoryofInformation.com. <http://www.historyofinformation.com/expanded.php?id=4543>. URL <http://www.historyofinformation.com/expanded.php?id=4543>. Accessed on Wed, March 21, 2018.
- Gerard Kim. *Designing Virtual Reality Systems The Structured Approach*. Springer London, 2005. doi: 10.1007/978-1-84628-230-0. URL <https://doi.org/10.1007%2F978-1-84628-230-0>.
- Gerard Jounghyun Kim. Keynote speaker: Requirements and recent directions in augmented reality visualization. In *2017 IEEE Pacific Visualization Symposium (PacificVis)*. IEEE, apr 2017. doi: 10.1109/pacificvis.2017.8031571. URL <https://doi.org/10.1109%2Fpacificvis.2017.8031571>.
- SL Pavão, JL Arnoni, Oliveira AK de, and NA Rocha. [Impact of a virtual reality-based intervention on motor performance and balance of a child with cerebral palsy: a case study]. *Rev Paul Pediatr*, 32:389–94, Dec 2014.
- A Rodríguez Serrano, M Martín-Núñez, and S Gil-Soldevila. Ludologic design and augmented reality. The game experience in Pokémon Go! (Niantic 2016). Technical report, jun 2017. URL <https://doi.org/10.4185%2Frlcs-2017-1185en>.
- Frank Steinicke. The Science and Fiction of the Ultimate Display. In *Being Really Virtual*, pages 19–32. Springer International Publishing, 2016. doi: 10.1007/978-3-319-43078-2\_2. URL [https://doi.org/10.1007%2F978-3-319-43078-2\\_2](https://doi.org/10.1007%2F978-3-319-43078-2_2).
- Ivan E. Sutherland. Computer Displays. *Scientific American*, 222(6):56–81, jun 1970. doi: 10.1038/scientificamerican0670-56. URL <https://doi.org/10.1038%2Fscientificamerican0670-56>.
- Charles Wheatstone. *The Scientific Papers of Sir Charles Wheatstone*. Cambridge

University Press, 2009. doi: 10.1017/cbo9781139057950. URL <https://doi.org/10.1017%2Fcbo9781139057950>.