



Universidade Federal do Paraná
Programa de Pós-Graduação Lato Sensu
Engenharia Industrial 4.0



WESLEY BATISTA DA SILVA

**PROPOSTA DE APLICAÇÃO DA REALIDADE VIRTUAL PARA
TREINAMENTO DE PILOTOS NO AUTOMOBILISMO**

**CURITIBA
2022**

WESLEY BATISTA DA SILVA

**PROPOSTA DE APLICAÇÃO DA REALIDADE VIRTUAL PARA
TREINAMENTO DE PILOTOS NO AUTOMOBILISMO**

Monografia apresentada como resultado parcial à obtenção do grau de Especialista em Engenharia Industrial 4.0. Curso de Pós-graduação Lato Sensu, Setor de Tecnologia, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Pablo Deivid Valle

**CURITIBA
2022**

RESUMO

Sabe-se que o custo para participar do automobilismo sempre foi muito elevado. Competir nessa modalidade de esporte envolve gastar com carro, equipamentos, viagens, vestuário, treinamentos e hoje, com o avanço da tecnologia, é possível aplicar novos dispositivos que podem auxiliar tanto na eficiência quanto na minimização desses custos. Atualmente já se encontra disponível simuladores de realidade virtual que possuem ótimos gráficos e com a ajuda de óculos de realidade virtual, tornam qualquer experiência muito real. Esses dispositivos já são utilizados na indústria para treinamentos específicos em maquinários, apresentando boa aplicabilidade e bons resultados. Assim, julga-se que é possível trazer essa vivência para a área do automobilismo, visto que são setores com certa similaridade e que, se já há resultados comprovados na área industrial, com certeza seria possível atingir ótimos resultados na área automobilística. Sendo assim, o objetivo principal deste trabalho é estudar a aplicação da realidade virtual (RV) no treinamento de pilotos no mundo do automobilismo e para isso foi realizado estudos através do cruzamento de dados e análise de artigos e pesquisas dentro do tema, estreitando a relação entre a utilização da realidade virtual dentro da indústria e o uso dessa tecnologia no treinamento de pilotos do automobilismo, mostrando os benefícios que seriam adquiridos e como seria possível melhorar os resultados tanto de habilidade quanto de custo dentro dessa categoria. A partir da coleta de informações, observou-se que o uso de RV em treinamento já é real, embora em pequena escala e limitado a empresas que iniciaram recentemente o uso e também estudos de desenvolvimento técnico em universidades. Percebe-se que o desenvolvimento de aplicações desta tecnologia atualmente é principalmente no campo de aumento da produção, redução de custos e até mesmo proteção ambiental, e nesse trabalho, é explorado esta tecnologia especificamente no benefício para o treinamentos de pilotos automotivos. Chegou-se à conclusão que a realidade virtual traz benefícios, como segurança, flexibilidade, aumento de habilidades, além da grande redução dos custos para a área automobilística, onde, para as equipes esportivas estima-se uma economia de 70% na utilização de simuladores de RV em dias de treinos, de acordo com o exemplos vistos neste trabalho, tendo um desfecho positivo e que trará ótimos resultados com sua aplicação.

Palavras-chave: Realidade virtual; aplicabilidade; treinamento; automobilismo; pilotos; e-sports.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – Utilização de periféricos e dispositivos.....	6
FIGURA 2 – Projeto VR THOR – Caverna Digital – USP	7
FIGURA 3 – Infográfico dos usos inovadores da realidade virtual	19
FIGURA 4 – Simulador tela curva 49”, computador, volante e pedais Sparco.....	21
FIGURA 5 – Simulador Sensa três telas	21
FIGURA 6 – Simulador Sensa realidade virtual.....	22
FIGURA 7 – Simulador Transporte Habilitação de condutor	23
FIGURA 8 – Volante ThrustMaster TS-XW	24
FIGURA 9 – Simulador Iracing	25
FIGURA 10 – Simulador Rfactor 2	25
FIGURA 11 – Simulador Assetto Corsa.....	26
FIGURA 12 – Fluxograma das principais etapas do trabalho.....	27
FIGURA 13 – Simulador Ferrari 2021/2022	30

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Estímulos requeridos ao experienciar aplicações de RV	16
--	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO.....	5
1.2. FORMULAÇÃO DO PROBLEMA	6
1.3. JUSTIFICATIVA.....	6
1.4. HIPÓTESE	9
1.5. OBJETIVO	10
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1 AS INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS E SUAS APLICAÇÕES	11
2.2 ENTRE A REALIDADE E O VIRTUAL	13
2.3 DA REALIDADE VIRTUAL.....	16
2.4 INDÚSTRIA DE REALIDADE VIRTUAL 4.0	18
2.5 SIMULADORES DE CORRIDA.....	20
2.6 ESTRUTURA E RV PARA TREINAMENTO DE MOTORISTA.....	22
2.7 UTILIZAÇÃO EM JOGOS E CORRIDAS VIRTUAIS	24
3. METODOLOGIA E PLANEJAMENTO	27
3.1 PROJETO INICIAL	28
3.2 PROJETO INTERMEDIÁRIO.....	28
3.3 CONCLUSÃO.....	28
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5. CONCLUSÃO.....	31
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

1. INTRODUÇÃO

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A realidade virtual traz uma interface que permite que o usuário experimente de maneira intensa um ambiente artificial multidimensional gerado através de um computador, essa definição é compatível com os seguintes autores: Burdea e Coiffet (1994), Jacobson (1991) e Krueger (1991). Já Adams (1994), sugere que a realidade virtual é a simulação espaço-temporal em quatro dimensões, com simulação do ponto de observação apresentado no contexto da interação e em tempo real.

Em um contexto mais prático, a realidade virtual permite ao usuário navegar e visualizar, em tempo real, um mundo tridimensional com seis graus de liberdade (6GDL). Os softwares são capazes de simular seis tipos de movimentos, sendo eles: frente/trás, cima/baixo, esquerda/direita, inclinação cima/baixo, angulação esquerda/direita e rotação esquerda/direita. Pensando na realidade física, o indivíduo vive em três dimensões, com percepção de tempo real e capacidade de interação com o mundo ao seu redor.

Segundo Schweber e Schweber (1995), os equipamentos de realidade virtual são capazes de simular esse ambiente virtual, permitindo que o usuário interaja com objetos e o meio, mudando de acordo com suas interações e a grande vantagem deste tipo de interface é que a similaridade com o mundo real é tão ampla que torna a experiência intuitivo, equiparando o mundo virtual com o mundo físico. Quando o usuário experimenta o espaço virtual, ele consegue visualizar, manipular e explorar dados de aplicação em tempo real utilizando os sentidos, inclusive de movimentos naturais reais do corpo humano. Essa interação virtual precisa do suporte de acessórios para tornar a experiência mais real e para isso o usuário pode utilizar dispositivos como fones de ouvido, luvas e outros periféricos como volante e óculos de realidade aumentada que suportam esta imersão, como pode ser visto na figura 1.

FIGURA 1 – Utilização de periféricos e dispositivos



FONTE: Gazeta Esportiva (2019)

Com o uso destes dispositivos aliados ao ambiente virtual é possível experimentar a operação do sistema como se realmente estivesse em um ambiente tridimensional, que também lhe permite explorar o movimento natural dos objetos com suas mãos (KIRNER, 1996). Neste trabalho, será analisado uma revisão parcial das aplicações da realidade virtual e simulação no treinamento de profissionais do meio automobilístico esportivo e a suas vantagens.

1.2. FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

No automobilismo há um alto custo de locação de estrutura de pista, equipe especializada para fiscalização e resgate, desgaste de equipamentos e riscos eminentes na prática de treinos reais em pista com carros de corrida. A partir desse problema, percebe-se a necessidade de encontrar uma solução viável que traga benefícios em segurança, praticidade e custos.

1.3. JUSTIFICATIVA

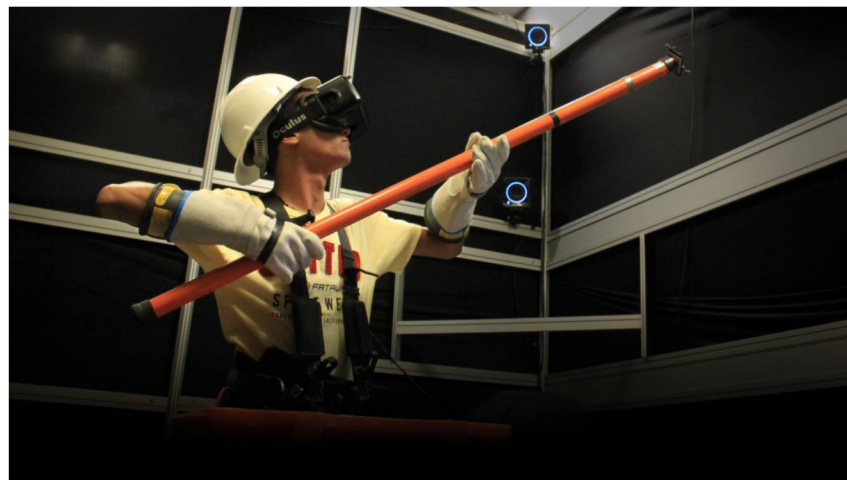
A realidade virtual tem grande potencial em muitas áreas e, se usada corretamente, torna-se uma ferramenta muito útil e eficaz. Como em muitas outras

áreas, inovação não significa necessariamente substituir o antigo pelo novo, e a realidade virtual veio para complementar as tecnologias existentes. Assim como a tecnologia da informação por si só não resolve os problemas da sociedade, a realidade virtual não é uma cura - tudo para os males do mundo.

De acordo com Gradecki (1994), a realidade virtual pode ser aplicada a muitas situações, desde permitir a participação de executivos em conferências televisionadas ao redor do mundo até ajudar estudantes de medicina a praticar cirurgia.

O uso da realidade virtual (RV) ainda é uma ideia muito nova, mas que está se desenvolvendo muito rapidamente. O RV pode ser aplicado em muitos campos de conhecimento diferentes e de muitas maneiras diferentes. Um bom exemplo é a Caverna Digital (Figura 2), uma infra-estrutura do Centro de Realidade Virtual do LSI (Laboratório de Sistemas Integráveis), ligado à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, um projeto que adapta a realidade virtual a áreas como engenharia (naval, oceânica, mecânica, civil), automotiva e eletrônica) medicina (simulações cirúrgicas, estudos de anatomia), ciências básicas (astronomia, astrofísica, biologia e química), arte (Artemidia), pedagogia (jogos educativos interativos), arquitetura (modelos virtuais) e entretenimento (cenários imersivos e interativos e estudos de imagem de alta resolução).

FIGURA 2 – Projeto VR THOR – Caverna Digital – USP



FONTE: Caverna Digital (2022)

As novas tecnologias têm o potencial de inovar a maneira como certas atividades são realizadas, mas nem sempre são acessíveis e não representam uma solução real para todos os campos e empresas. Entretanto, como a mudança tecnológica é rápida e seu custo diminui com o tempo, ela pode ser relevante para cada vez mais representantes do tecido produtivo e como a adoção de tecnologias emergentes é cada vez mais estudada no cenário da engenharia, em que este estudo é relevante para validar a proposta e aplicação das novas tecnologias.

Uma maneira de inovar e economizar nos treinamentos e no desenvolvimento de pilotos reais é utilizar tecnologias de realidade virtual e simulação. Estes ambientes digitais e simulados proporcionam uma interface altamente avançada, facilitando o treinamento em situações reais de corrida, experimentando situações e condições adversas, como disputas, treinamento de traçados de pista, situações reais de acidentes e estratégia de corrida, tudo com a completa segurança de um simulador de realidade virtual. Eles permitem a simulação de situações da vida real e a interação em reproduções das situações mais difíceis e situações reais de desempenhos a serem melhorados. A realidade virtual e a realidade aumentada permitem uma conexão direta com os sentidos da audição, visão e, em alguns casos, olfato, e a reação experimentada é imediata. Juntamente com a forte capacidade de fomentar a interação, estes fatores resultam em uma forte imersão. Neste caso, o aprendizado é aprimorado, pois o participante absorve rapidamente o conhecimento "experiente". Os benefícios do treinamento com realidade virtual e aumentada são numerosos e vão desde a imersão e interação, que resultam em alto aprendizado, até o engajamento, atração e interesse em treinamento; a possibilidade de simular situações (arriscadas ou não) em um ambiente controlado; a liberdade total para criar condições de treinamento a qualquer momento; assim como a alta capacidade de replicação em escala. A interação e o feedback imediato também permitem uma avaliação contínua, seja de método, conteúdo ou mesmo avaliação da aprendizagem, bem como a repetição prática para ganhos de eficiência.

Para constatar e comprovar que a utilização da tecnologia RV e simulação no treinamento de pilotos automobilísticos, pode trazer mais facilidade, economia, segurança e flexibilidade além de muitos outros fatores benéficos a pesquisa foi direcionada buscando alguns cenários de algumas categorias reais como base de comparação de custos e trazendo isso para o comparativo do RV e simulação, lembrando que o RV e a simulação virtual de corridas não substitui a competição real,

porém já existem categorias incentivando essas competições nos simuladores e jogos como por exemplo a Stock Car Brasil que incentiva um campeonato virtual com os carros mapeados a laser em simulador com participação de pilotos reais e premiações.

Partindo das categorias de base, como o kart, os custos para adquirir, manter e treinar em pistas (kartódromos) locadas, em resumo os custos da prática real na categoria comparando com os custos de um computador, periféricos e o óculos de RV, seriam relativamente próximos ou equivalentes dado o baixo custo de valor de aquisição de um kart, porém extrapolando isso para outras categorias, e utilizando a formula 1 como comparativo máximo, onde uma única peça quebrada pode chegar a milhares de dólares caso haja um acidente em pista, e é aí que entra a colaboração da utilização dos simuladores, para além desenvolver os pilotos com experiência de forças e reações, treino de traçado de pista e segurança nos treinamentos, tem também o intuito de gerar economia e melhor controle para as equipes de ponta, porém sempre ressaltando que atualmente essa tecnologia não é mais uma exclusividade das equipes de ponta.

1.4. HIPÓTESE

Com a nova revolução industrial e o mundo cada vez mais conectado aos dispositivos eletrônicos, sensores, redes de dados, inteligência artificial, visualiza-se uma base consistente para que a RV se torne popular, pois todos esses avanços fornecerão ferramentas para desenvolver novos e melhores usos para a tecnologia. É difícil prever se no futuro todos terão óculos de realidade virtual ou realidade aumentada, como é atualmente o caso dos telefones celulares, mas é certo que muitas outras atividades farão uso da sobreposição de informações digitais na visão do mundo real para otimizar uma atividade produtiva ou a vida diária.

O uso do RV no treinamento de pilotos já é uma aplicação real, embora não em grande escala e limitado a pequenas empresas ou grandes equipes de competição que estão iniciando a exploração do potencial para clientes ou para uso próprio.

É sabido que o desenvolvimento destas aplicações foram inicialmente utilizadas na indústria principalmente para diminuir custos e flexibilizar o treinamento dentro das operações na linha de montagem ou desenvolvimento virtual de prototipagem em ambiente 3D, porém já existe a utilização desta tecnologia por entusiastas, pilotos e grandes equipes que utilizam de equipamentos locados de

pequenas empresas que fornecem esse tipo de serviço, ou até mesmo equipamentos próprios adquiridos para essa atividade específica de simulação virtual de pista que os mesmos utilizam para treinar ou até mesmo competir de maneira virtual, o que acaba tornando a atividade flexível, com custos muito menores do que locar ou utilizar o veículo real de competição em pista e também com mais segurança na execução da atividade.

1.5. OBJETIVO

Estudar os benefícios da utilização e aplicações da realidade virtual no treinamento de pilotos esportivos no automobilismo, provando ser mais barato e seguro o uso dessa tecnologia para esse fim.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 AS INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS E SUAS APLICAÇÕES

O surgimento de novas tecnologias pode ter importantes implicações sociais e culturais, introduzindo transformações na vida das pessoas. As mais óbvias são as mudanças que ocorrem no comportamento e hábitos dos indivíduos, entretanto, essas modificações podem produzir efeitos mais profundos, alterando a subjetividade dos sujeitos envolvidos.

É possível pensar, nas muitas mudanças que acompanharam a descoberta da eletricidade, permitindo o uso e a difusão de tecnologias que hoje são comuns em grande parte do planeta, como a geladeira, o chuveiro elétrico, a lâmpada e a televisão, por exemplo. A inserção dessas tecnologias na época mudou o modo de vida da população em aspectos tão diversos como conservação de alimentos, hábitos de higiene, iluminação, lazer e informação.

Assim, pode-se ver que uma inovação tecnológica pode ter um impacto profundo em vários setores da vida social e pessoal de milhões de pessoas em todo o mundo. No caso do surgimento do computador e da internet, o efeito teve longo alcance na sociedade, mesmo para aqueles que nunca utilizaram um computador. Levando em conta as reflexões fornecidas por Nicolaci-da-Costa (2002), descobre-se que estes impactos podem ser divididos em dois tipos principais: impactos diretos, causados pela interação dos usuários com a rede de computadores, e impactos indiretos, que afetam tanto os usuários da rede quanto as pessoas que nunca tiveram contato direto com computadores e a internet. Assim, mesmo aqueles que não tiveram experiência direta com essas tecnologias acabam sendo afetados, pois se encontram em um contexto que também é construído com base nas mudanças que produzem em diferentes setores sociais, como o mercado de trabalho, a circulação de capital e a educação, entre outros.

Para Nicolaci-da-Costa (2002), as mudanças comportamentais e cotidianas resultantes do desenvolvimento de inovações tecnológicas são facilmente perceptíveis. A dificuldade é perceber os impactos profundos que eles têm sobre os seres humanos que estão expostos a eles, transformando a forma de perceber, pensar e organizar a realidade externa e interna.

Ideias semelhantes são expressas por Lévy (1999), que entende que a maneira como os humanos se relacionam e compreendem o mundo está ligada ao suporte

material que os ajuda a transformar e experimentar a realidade. Segundo Lévy, "é impossível separar o humano de seu ambiente material, assim como dos signos e das imagens por meio dos quais ele atribui sentido à vida e ao mundo" (LÉVY, 1999, p. 22). Logo pode-se assumir que o surgimento de uma tecnologia está atrelado aos visionários e idealizadores que tem interação com o meio, o mesmo que o idealiza, transforma, produz e, por fim, utiliza as técnicas criadas de jeitos diferentes.

Outra consideração, ainda segundo Lévy (1999), é que dentro de uma cultura são produzidas diversas técnicas e uma sociedade é vinculada a elas. Assim, pode-se dizer que a presença de uma tecnologia não determina o seu uso, apenas abre possibilidades, onde a escolha pertence ao ser humano. Portanto, uma técnica não é boa nem ruim em si mesma, depende do contexto em que aparece, do uso feito dela e da opinião de quem a utiliza. Por outro lado, ela também não é neutra, pois tem implicações sociais. Lévy ainda pontua que

nem a salvação nem a perdição residem na técnica. Sempre ambivalentes, as técnicas projetam no mundo material nossas emoções, intenções e projetos. Os instrumentos que construímos nos dão poderes mas, coletivamente responsáveis, a escolha está em nossas mãos" (LÉVY, 1999, p. 16-17).

A posição do ser humano em relação à tecnologia não é de passividade e exterioridade, pois na medida em que não tem vida própria, o significado que adquire depende de quem a utiliza.

Para compreender melhor as consequências psicológicas das novas tecnologias, Nicolaci-da-Costa (2002) se propõe a tirar lições do passado. A autora faz uma comparação entre as transformações sociais e subjetivas resultantes da revolução industrial (séculos XVIII e XIX) e da revolução da tecnologia da informação - com ênfase no papel da internet (final do século XX e início do século XXI). Ambas as revoluções, introduziram uma descontinuidade com os modos de vida anteriores, afetando os fundamentos da economia, da sociedade e da cultura, e assim provocando mudanças radicais na vida de seus contemporâneos. Ambas têm em comum a geração de novos espaços de vida, mudanças nos estilos de agir, viver e ser das pessoas, bem como a difusão de palavras (novas ou resignadas) que podem expressar esta nova forma de viver e pensar.

Quanto à geração de novos espaços, foi descoberto que a Revolução da Internet, chamada assim por Nicolaci-da-Costa (2002), produziu resultados semelhantes aos da revolução industrial. Este último tinha levado ao surgimento de grandes espaços urbanos-industriais. A revolução contemporânea, por outro lado, permitiu o surgimento do espaço gerado pela rede de computadores, que muitos pesquisadores chamam de ciberespaço.

Além disso, estes dois momentos históricos favoreceram a criação de um novo vocabulário, capaz de dar conta das inovações introduzidas na vida cotidiana, representando novos conceitos, conflitos, valores, entre outros. No contexto industrial e urbano, surgiram palavras como inconsciente, neurose e superego, demonstrando a necessidade de criar termos capazes de nomear a vida interior que estava tomando forma. Um fenômeno semelhante ocorre com a revolução da tecnologia da informação, que introduziu novos conceitos e expressões em nossa vida diária, tais como ciberespaço, realidade virtual, spam, e-mail e muitos outros (NICOLACI-DA-COSTA, 2002).

A primeira constatação a que se chega quando se examina o que já foi produzido sobre a Revolução da Internet é a de que a história se repete. Tal como aconteceu antes, as novas formas de organização social (virtual e em rede) e o novo espaço (imaginário porém vivido como concreto) geraram (e ainda vêm gerando) alterações não somente nos comportamentos, mas também na constituição psíquica dos homens, mulheres e crianças dos nossos dias. (NICOLACI-DA-COSTA, 2002, 197).

Assim, pode-se ver que o surgimento de novas tecnologias pode ser responsável pelo aparecimento de mudanças de comportamento e modificações da psique. Este trabalho visa contribuir para a pesquisa de como essas transformações, especialmente aquelas resultantes da experiência no ciberespaço, podem contribuir dentro da aplicação no automobilismo.

2.2 ENTRE A REALIDADE E O VIRTUAL

Algumas ideias fornecidas por Castells (1999) nos ajudam a refletir sobre o porquê de não haver oposição entre a realidade e o virtual. De acordo com o autor, não há separação entre a realidade e a representação simbólica. Nossa percepção da realidade é produzida por símbolos cujo significado escapa a sua estrita definição semântica e, portanto, a experiência da realidade envolve sempre algo virtual. Ou seja, a realidade é apreendida pelo indivíduo através dos elementos da linguagem e como

a linguagem é polissêmica, ela tem um caráter virtual - constituindo um nó problemático - porque seu significado não é determinado de antemão, mas é produzido no encontro entre a realidade e o sujeito.

Portanto, quando os críticos da mídia eletrônica argumentam que o novo ambiente simbólico não representa a "realidade", eles implicitamente referem-se a uma absurda ideia primitiva de experiência real "não-codificada" que nunca existiu. Todas as realidades são comunicadas por intermédios de símbolos. E na comunicação interativa humana, independentemente do meio, todos os símbolos são, de certa forma, deslocados em relação ao sentido semântico que lhes são atribuídos. De certo modo, toda realidade é percebida de maneira virtual. (CASTELLS, 1999, p.459).

Para Castells (1999), a influência do novo sistema de comunicação gerou uma nova cultura: a cultura da virtualidade real. Este é um sistema no qual a realidade (a experiência simbólica/material das pessoas) é completamente absorvida por um conjunto de imagens virtuais no mundo imaginário, de modo que "as aparências não apenas se encontram na tela comunicadora da experiência, mas se transformam na experiência" (CASTELLS, 1999, p. 459). Para entender melhor este conceito, o autor Castells (1999) dá um exemplo: durante a campanha de 1992 nos Estados Unidos, o vice-presidente, com a intenção de se posicionar como um defensor dos valores tradicionais da família, iniciou um debate incomum com um personagem de uma série de televisão popular. A personagem, que representava os valores e problemas de um novo tipo de mulher, teve seu comportamento condenado como inadequado pelo vice-presidente, causando um protesto nacional, particularmente entre as mulheres trabalhadoras. No episódio seguinte da série, a personagem é vista assistindo à entrevista televisiva na qual o vice-presidente a criticou e reage criticando a interferência dos políticos na vida das mulheres. Como resultado, a série aumentou sua audiência e o conservadorismo do vice-presidente contribuiu para a derrota eleitoral do candidato presidencial. Assim, pode-se ver que o exemplo mostra a criação de um diálogo no qual realidade e virtualidade se cruzam, tornando a virtualidade real, no sentido de que ela interage e impacta no processo eleitoral.

Portanto, a concepção de "cultura da virtualidade real" dada pelo autor Castells (1999), parece indicar a linha tênue entre o que acontece no mundo virtual e no mundo real. Assim, não se deve pensar que estes dois ambientes tenham existências paralelas, pois observa-se que a cultura que surgiu permite a interpenetração entre

o que acontece no ciberespaço, nas séries de televisão, no cinema, entre outros, de tal forma que são criados diálogos que influenciam as ideias, crenças e ações.

Embora as ideias fornecidas por Castells (1999) indiquem os efeitos potenciais das experiências no ciberespaço, observa-se que estas são frequentemente consideradas falsas, fantasiosas e ilusórias. As reflexões de Williges (2002) contribuem para a elucidação da razão pela qual estas experiências são entendidas de forma diferente por cada assunto:

É somente na linguagem que a distinção entre ilusão e percepção pode ser estabelecida. O conceito mesmo de experiência significa que os choques ou as pressões ambientais, ou as casuais perturbações psíquicas podem ser significativas para um organismo, já que, pela linguagem, podem passar a fazer parte do seu mundo de significados, dando-lhe mais consistência interna. Passam a fazer parte de um mundo que não existia antes e que não tem como existir independentemente do organismo. (WILLIGES, 2002, p. 67).

Na medida em que seres humanos vivem em linguagem, toda experiência vivida entra em contato com um universo simbólico já existente, sendo o de um observador individual ou coletivo e sua aceitação ou refutação é dada por critérios de validação estabelecidos pelo mesmo (observador individual ou coletivo). Esta concepção pressupõe que, seres humanos, não são capazes de captar informações objetivas, uma vez que não há sujeito e objeto conhecido com suas próprias existências, independentemente da interação entre eles durante o ato de saber. Portanto, a distinção entre ilusão e percepção implica a valorização de algumas experiências sobre outras. Williges (2002) descreve que: "assim, a distinção entre um delírio e uma percepção é sempre feita a posteriori, através da confirmação ou invalidação de uma experiência perceptiva anterior" (WILLIGES, 2002, p. 69).

Quando se aplica este raciocínio para pensar nas experiências que ocorrem no ciberespaço, percebe-se que o valor que elas adquirem - seja falso ou verdadeiro - só pode ser dado em relação àqueles que as vivenciam. Williges (2002) nos permite pensar na separação entre experiência e explicação da experiência: o sujeito conhecedor e o objeto conhecido, como experiências, não precisam ser explicados ou justificados para que ocorram; as explicações também são apresentadas como eventos, porém, são experiências de segunda ordem, pois consistem em reflexões do sujeito como um ser em linguagem sobre o que ele ou ela experimentou.

Parece, portanto, que parâmetros diferentes são usados para avaliar o que é feito e experimentado na vida 'real' e na vida 'virtual'. Estes parâmetros são

influenciados pelos discursos dominantes que, por sua vez, são motivados principalmente pela dificuldade de lidar com o desconhecido, as instabilidades e as transformações radicais que acompanham um cenário de mudanças sociais provocadas pelas inovações tecnológicas.

Seres humanos vivem em linguagem, haverá, portanto, todo um universo simbólico (composto de ideias, crenças, experiências anteriores, relações interpessoais, discursos sociais) que influenciará a forma como o sujeito entende sua experiência no ciberespaço. No próximo tópico, será abordado a experiência tácita da realidade virtual e como ela é experimentada junto dos sentidos.

2.3 DA REALIDADE VIRTUAL

Realidade virtual (RV), como o nome indica, é uma representação da realidade por artefatos capazes de reproduzir cenários ou ambientes nos quais pelo menos um dos cinco sentidos pode ser estimulado. Quanto maior o número de sentidos estimulados em um ambiente virtual, maiores serão as sensações e a imersão. Burdea e Coiffet (1994) argumentam que uma experiência de RV só será válida se houver estímulos relacionados à interação, imaginação e imersão. Eles utilizam um triângulo para representar os critérios que devem ser cumpridos para que algo seja definido como RV, o triângulo de I³ (IMERSÃO / IMAGINAÇÃO / INTERAÇÃO).

Para entender melhor esse conceito, é necessário relacioná-lo com a tecnologia RV. Assim, uma experiência de RV é considerada imersiva quando os estímulos gerados pela aplicação atendem a certos aspectos, como os descritos na Tabela 1.

TABELA 1 – Estímulos requeridos ao experienciar aplicações de RV

Interação	Imaginação	Imersão
Proporciona uma interação completa com o ambiente, com os objetos e com outras pessoas. Exemplo: Abrir uma porta ou saudar uma pessoa dentro de um ambiente tridimensional.	Os sentidos são estimulados a tal ponto que a aplicação parece ser real. Exemplo: sentir que está realmente pilotando um avião ou passeando por uma igreja antiga, mesmo através de um monitor de computador.	A pessoa sente-se como parte integrante do ambiente digital proposta para a interação. Exemplo: Perceber que ao virar a cabeça a imagem que aparece no display do capacete de RV acompanha o usuário permitindo uma visão 360° do ambiente modelado.

Os sentidos que devem ser satisfeitos para a imersão total são a visão, o olfato, o tato, a audição e o paladar. Também é colocado que a imaginação é essencial para uma melhor imersão e Burdea e Coiffet (1994) acrescentam que a relação espacial é igualmente importante, pois define as sensações de escala em um ambiente. Estas

sensações podem ser simples ou complexas, considerando grandes espaços abertos ou pequenas salas que podem se sentir apertadas e desconfortáveis.

Entende-se a relação espacial através das informações que a visão fornece ao cérebro, e a partir disso reagimos e sentimos de forma diferente. A claustrofobia é um exemplo de uma possível reação. Uma pessoa não se sente confortável em ambientes apertados ou lotados, tais como pequenas salas ou elevadores. Se a RV é capaz de induzir uma sensação semelhante, ela é uma representação convincente da realidade. Desta forma, a relação espacial é estabelecida como uma característica que faz do RV um meio válido de representação em comparação com os modelos tradicionais feitos à mão.

Segundo Bertol (1997), estudos mostram que a visão é o sentido mais aguçado, pois pode facilitar a indução da percepção por parte do usuário. Dos sentidos que são despertados por eles mesmos, a visão tem a maior influência na absorção do conhecimento, no entanto, os outros sentidos podem facilitar um aumento considerável na tarefa de memorização.

Se houver outras combinações entre os sentidos, o grau de absorção do conhecimento pode ser ainda maior. Um exemplo prático vem de teorias construtivistas que sugerem que o aprendizado está associado à atividade prática, ou seja, o aprendizado pela prática. E se esta técnica pode aumentar a absorção de conhecimento, o uso de aplicações RV é uma alternativa para muitas tarefas.

De acordo com Rheingold (1992), as duas principais ideias desta tecnologia seriam imersão (através da visualização estereoscópica que cria a ilusão de que o usuário faz parte do ambiente virtual) e navegação (que permitiria ao usuário explorar o ambiente virtual como se fizesse parte do ambiente real). Mas se a imersão proposta por Rheingold (1992) dependesse apenas de equipamento estereoscópico (que ainda oferece um mercado pequeno e caro), a RV de baixo custo não seria uma alternativa para aplicações que consideram o conceito de interação em tempo real em um ambiente virtual. Tais aplicações podem ser facilmente encontradas através de modelos linguagem para modelagem de realidade virtual, também chamados de *Virtual Reality Modeling Language* (VRML), que estão disponíveis na internet. Os modelos VRML podem ser acessados através de navegadores apropriados, onde é possível explorar ambientes virtuais e até mesmo realizar tarefas, se for o caso. Pode haver restrições à navegação e interação, que podem estar relacionadas à tecnologia ou ao desenvolvimento de aplicações.

As visitas aos ambientes de RV geralmente oferecem modelos egocêntricos de navegação, o que significa que o usuário faz parte do ambiente que está explorando, observando-o em escala real. Este modelo de exploração geralmente permite que o usuário reconheça o ambiente à medida que caminha por ele. Entretanto, outros modelos de exploração podem ser escolhidos pelo usuário se estiverem disponíveis no visualizador ou se forem fornecidos pelo desenvolvedor do aplicativo, trazendo para o contexto do trabalho, pode-se ter visões diferentes de um carro em uma pista de corrida, sendo elas a visão do motorista dentro do carro, a visão lateral do carro, de uma câmera aérea, entre outras. Diferentes pontos de vista podem ser disponibilizados ao usuário adicionando câmeras adicionais à RV para servir como atalhos para diferentes pontos na RV, o que engrandece a experiência e experimentação.

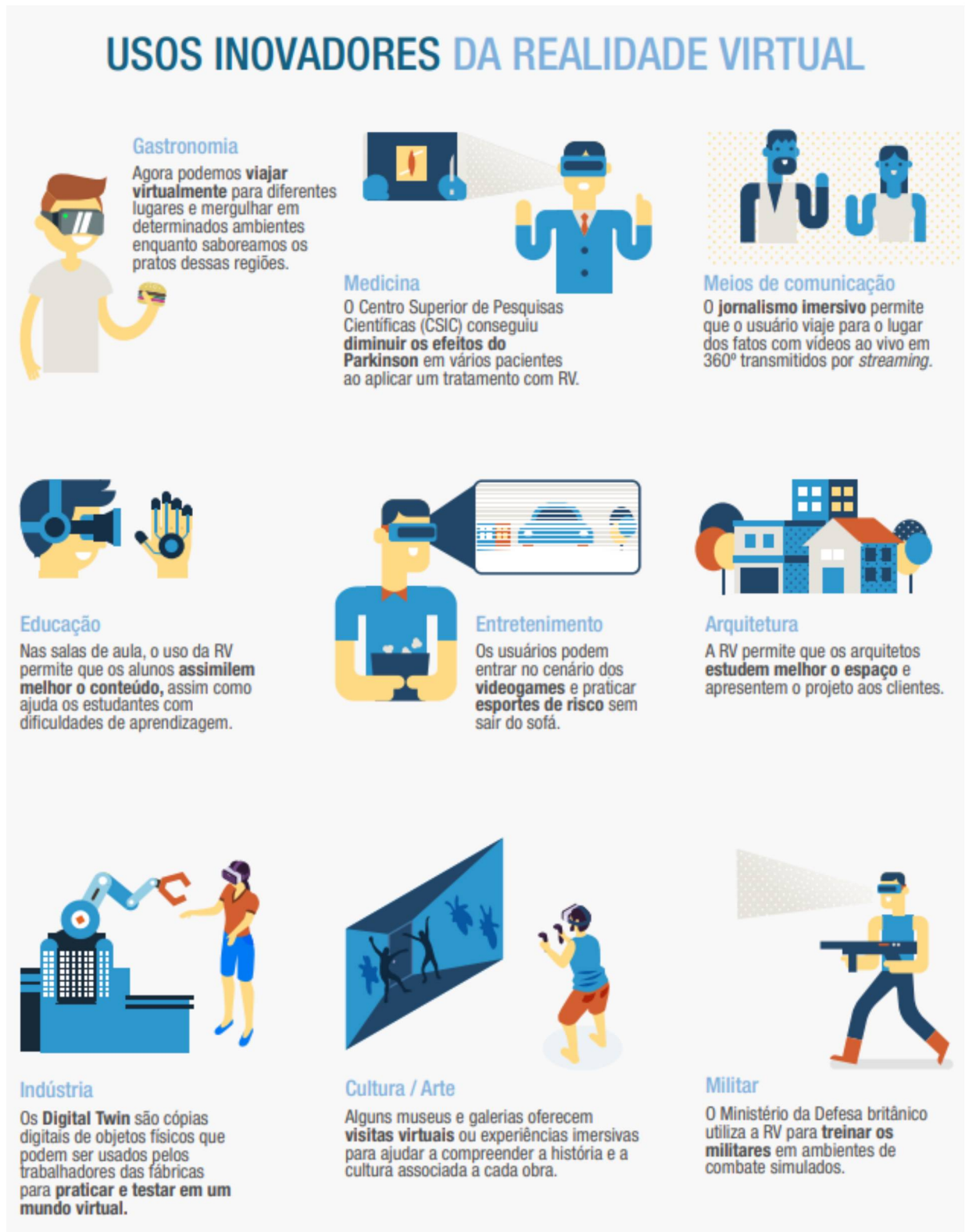
2.4 INDÚSTRIA DE REALIDADE VIRTUAL 4.0

A indústria da realidade virtual está crescendo a um ritmo acelerado, e não é apenas para jogos. A realidade virtual está sendo muito utilizada, desde o treinamento de pilotos até a condução de carros na vida real. A verdade é que o mercado de simulações de realidade virtual cresceu tanto que agora existem empresas inteiras dedicadas a criar sistemas de treinamento de motoristas de alta qualidade.

A RV também é uma nova maneira empolgante de treinar funcionários, estudantes e até mesmo clientes de projetos tridimensionais arquitetônicos. A realidade virtual usa a simulação de um ambiente que permite que o usuário interaja com ela, e em alguns casos, como nos projetos de engenharia e desenvolvimento, são criados novos produtos com o ambiente 3D, ou seja, o usuário pode manipular o ambiente virtual para simular um ambiente físico. As aplicações mais comuns para a realidade virtual são jogos e entretenimento, mas também pode ser usado em treinamento e educação empresarial.

A Indústria de Realidade Virtual 4.0 é uma nova era de tecnologia que permite simular o mundo real e criar mundos virtuais nos quais pode-se viver, trabalhar ou se divertir. Atualmente a RV está presente em diversas áreas como na medicina, arquitetura, entretenimento, educação, indústria, militar. No site da empresa Iberdrola, temos um infográfico que exemplifica bem os diversos usos inovadores dentro da RV (Figura 3).

FIGURA 3 – Infográfico dos usos inovadores da realidade virtual



FONTE: Iberdrola (2022)

2.5 SIMULADORES DE CORRIDA

O mundo dos simuladores de corrida de realidade virtual percorreu um longo caminho desde que o primeiro simulador foi lançado nos anos 80. O *Indianapolis 500: The Simulation*, lançado em 1989 e desenvolvido pela Papyrus Design Group, foi considerado o primeiro jogo de simulador de corrida, depois dele vieram o *Formula One Grand Prix* da MicroProse, lançado em 1992 e o *IndyCar Racing*, de 1993, também da Papyrus. Agora há uma ampla gama de opções para os fãs de corrida virtual, desde simples caixas de papelão até sistemas *high-end* que usam um capacete de RV e fones de ouvido, com gráficos extremamente realistas, bem diferentes e muito mais elaborados que os primeiros simuladores.

Os simuladores de corrida é um dos usos mais populares dos sistemas de realidade virtual hoje em dia, pois permitem aos usuários experimentar a emoção da corrida enquanto ainda estão seguros atrás do volante (ou, neste caso, atrás do teclado). Estes simuladores são pesados em gráficos e som, mas leves na experiência real de dirigir - eles normalmente estão mais focados em proporcionar uma experiência imersiva do que ensinar aos pilotos como realizar manobras na vida real. No mundo atual dos simuladores de corrida, é difícil imaginar uma simulação de realidade virtual que possa fornecer o mesmo nível de realismo que um simulador de corrida da vida real. Entretanto, com o desenvolvimento da tecnologia de RV e sua integração no campo de treinamento, tornou-se possível simular ambientes de direção ainda mais realistas do que nunca. No mundo dos simuladores pessoais e convencionais a utilização da tecnologia mais comum é por meio de um computador com alta capacidade de processamento gráfico, auxílio de alguns periféricos específicos como volante, pedais e até mesmo alavancas de marchas, porém existe a flexibilidade na utilização dos monitores e telas que cada um simulador utiliza como meio de interface. Percebe-se hoje grande variação de modelos de simuladores que podem usar apenas uma tela, três telas ou então óculos de realidade virtual, tais como óculos *rift*, *HP reverb*, *HTC vive*, que são os modelos mais conhecidos no mercado de óculos virtuais.

Os serviços de treinamento e simulação de RV estão se tornando mais populares, especialmente na indústria de corridas. A RV pode ser usada para treinar os pilotos sobre como se comportar e reagir quando estão em uma corrida real, ou pode ser usado para simular essa experiência para eles. Além de ensinar os pilotos sobre como se comportar em uma corrida real, a RV também pode ajudar a melhorar seu

desempenho durante as sessões de prática e as rondas de qualificação. O *software* de simulação é tão realista que parece que o piloto está realmente correndo.

O treinamento em realidade virtual existe há décadas, mas só recentemente se tornou mais acessível à medida que novas tecnologias foram surgindo. Abaixo é possível visualizar algumas das estruturas e interfaces de simulação existentes no mercado (Figura 4; Figura 5; Figura 6).

FIGURA 4 – Simulador tela curva 49", computador, volante e pedais Sparco



FONTE: Sparco (2022)

FIGURA 5 – Simulador Sensa três telas



FONTE: Sensa Simuladores (2022)

FIGURA 6 – Simulador Sensa realidade virtual



FONTE: Sensa Simuladores (2022)

Como pode ser percebido, esses simuladores são projetados para trazer o máximo de imersão e realidade para a experiência virtual, fornecendo uma simulação realista das condições reais de direção, como reação física do volante e a sensibilidade do usuário com o meio virtual. Isto significa que mesmo que um indivíduo nunca tenha dirigido antes, ele poderá usá-lo com segurança. Em vez de ter um instrutor dizendo o que fazer a cada passo do caminho, nesses simuladores os usuários são encorajados a tentarem por conta própria, sendo possível ter um *feedback* quando algo não sai como esperado. Isto permite que o aprendizado e compreensão sejam mais eficientes do que se apenas lhes fossem dadas instruções sem qualquer oportunidade de experimentação primeiro.

Por fim, estes simuladores eliminam os custos e os riscos de pilotos iniciantes sofrerem acidentes e ao mesmo tempo permitem que adquiram experiência em pilotagem antes mesmo de executarem a ação em um carro real.

2.6 ESTRUTURA E RV PARA TREINAMENTO DE MOTORISTA

O treinamento de motoristas é outro uso popular para a tecnologia da realidade virtual. A ideia é usar a tecnologia de RV para simular o que é dirigir enquanto protege os motoristas de qualquer acidente devido à falta de experiência. O Aprova Detran lista diversas vantagens para o uso dessa ferramenta, sendo elas:

- Apoio para os inseguros: permite que a pessoa se familiarize com a direção do veículo em um ambiente seguro e controlado, sem correr riscos reais;
- Eficiência pedagógica: por mostrar a atividade a ser realizada de forma bem realista o aprendizado se torna muito mais eficiente, sendo assim utilizado para o aprendizado no uso de empilhadeiras pilotagem de aviões, entre outros;
- Segurança em aulas noturnas: conforme relatado pelas autoescolas, a noite os instrutores e alunos relatam problemas de segurança, principalmente em bairros com taxas de criminalidade alta, dessa forma, o simulador permite uma apresentação da experiência de maneira segura;

A realidade virtual e a realidade aumentada se tornaram ferramentas populares para programas de treinamento de motoristas. Além de proporcionar uma maneira segura de praticar a direção em um ambiente controlado, eles também permitem aos motoristas experimentar uma ampla gama de cenários que eles podem não ser capazes de viver na vida real. Exemplos incluem manobras de baixa velocidade através de interseções complexas ou a prática de habilidades de resposta a acidentes, interagindo com simulações reais de pessoas feridas e centros de controle de tráfego. A figura 7 exemplifica como é aplicado os simuladores de realidade virtual nas autoescolas.

FIGURA 7 – Simulador Transporte Habilitação de condutor



FONTE: SEST SENAT (2022)

2.7 UTILIZAÇÃO EM JOGOS E CORRIDAS VIRTUAIS

Nos últimos anos houve uma expansão nos jogos de corrida virtual que oferecem aos usuários uma experiência de corrida imersiva sem nunca ter entrado em um carro. As corridas virtuais também estão se tornando mais populares, especialmente com as gerações mais jovens que querem experimentar a emoção de estar atrás do volante de um carro sem arriscar suas vidas.

O jogo ou simulador utiliza diferentes tipos de veículos, onde o jogador pode escolher qual deseja utilizar entre uma variedade de tipos e modelos de carros, motos, caminhões, trens, barcos ou aviões. Os jogos também permitem que o usuário personalize seu veículo mudando suas cores ou adicionando decalques no topo para que pareça único dentro da comunidade, podendo também identificar equipes.

Os óculos de realidade virtual podem ser usados neste processo para permitir aos usuários visualizar o que está acontecendo ao seu redor enquanto jogam dentro de suas casas ou onde estiverem. Há modelos de óculos de RV de diversas formas e tamanhos diferentes, mas todos funcionam de maneira semelhante através de conexão via porta USB no computador ou conexão *bluetooth*, e com o auxílio de periféricos disponíveis no mercado, como volantes com *forcefeedback* (Figura 8), o usuário consegue aumentar ainda mais sua imersão dentro do jogo.

FIGURA 8 – Volante ThrustMaster TS-XW



FONTE: 4gnews (2022)

Atualmente no mercado de simuladores e jogos, os *softwares* mais conhecidos e utilizados, que possuem melhores resultados são o Iracing (Figura 9), o Rfactor 2 (Figura 10) e o Aseto Corsa (Figura 11).

FIGURA 9 – Simulador Iracing



FONTE: Iracing (2022)

FIGURA 10 – Simulador Rfactor 2



FONTE: Studio 397 (2022)

FIGURA 11 – Simulador Assetto Corsa



FONTE: Assetto Corsa (2022)

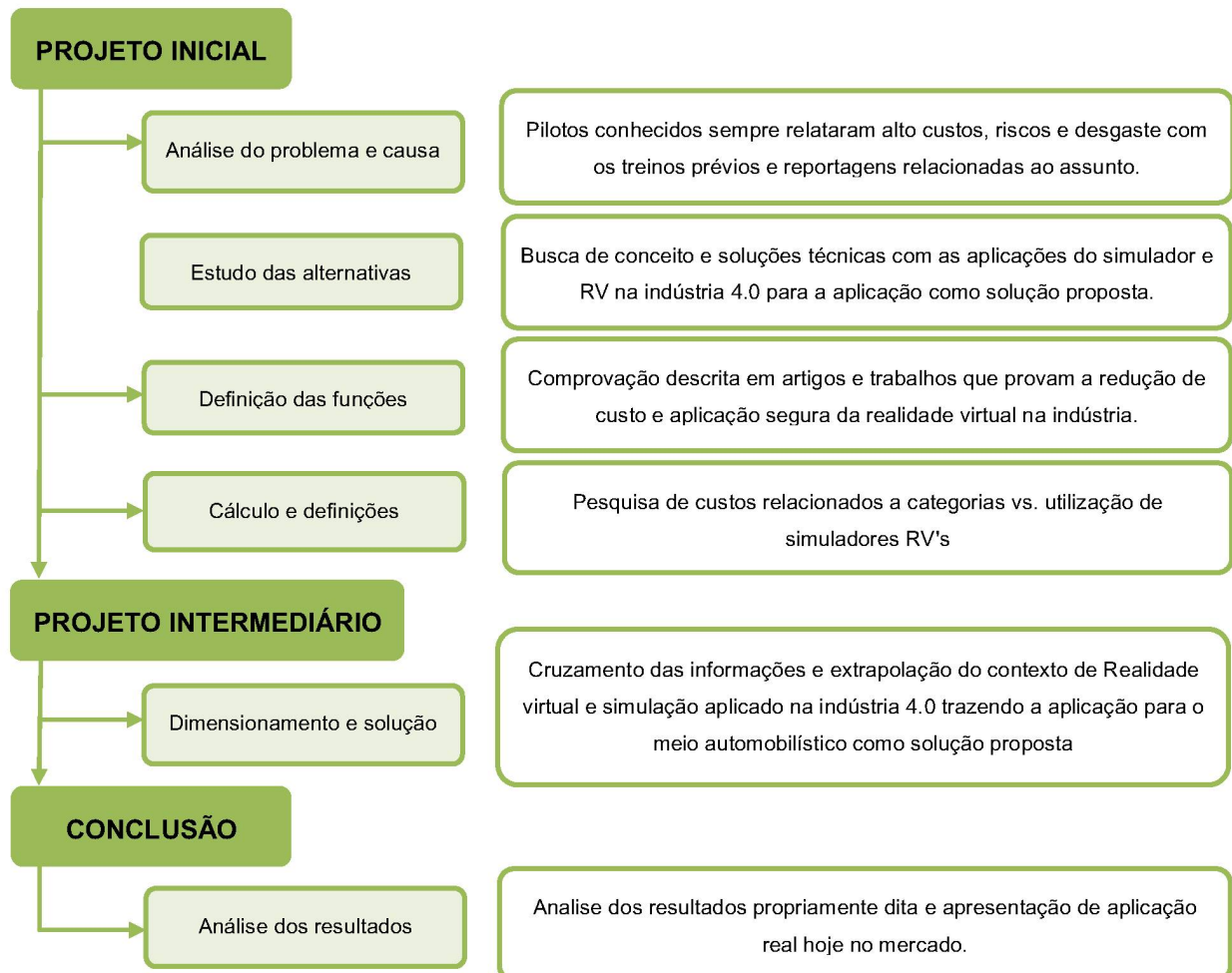
3. METODOLOGIA E PLANEJAMENTO

Na parte metodológica e de pesquisa, este trabalho foi concebido como um estudo exploratório e discursivo, considerando seu propósito. O principal objetivo do estudo exploratório é desenvolver, esclarecer e discutir conceitos e ideias já existentes na academia, buscando problemas que devem ser abordados em pesquisas futuras. Antônio Carlos Gil (2002, p. 41):

Estas pesquisas têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses. Pode-se dizer que estas pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições. Seu planejamento é, portanto, bastante flexível, de modo que possibilite a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado.

Abaixo, na Figura 12, é apresentado o fluxograma com as etapas definidas para a construção desse trabalho.

FIGURA 12 – Fluxograma das principais etapas do trabalho.



3.1 PROJETO INICIAL

Separando a estrutura do fluxograma em tópicos, na concepção do projeto inicial do tema, foi identificado o problema junto a pilotos do meio esportivo através de relatos de equipes e categorias para buscar soluções mais viáveis com o objetivo de diminuir custos das categorias nos dias de treinos e ainda assim manter a competitividade. Iniciou-se o trabalho de pesquisa buscando alternativas que poderiam resolver o problema identificado, através de um estudo detalhado das alternativas viáveis.

Após o estudo e definição da melhor alternativa, a pesquisa seguiu buscando assegurar e comprovar que a solução poderia ser definitiva e eficaz. Em resumo a busca por relatos em artigos, trabalhos e informações conseguiram comprovar o resultado eficaz da solução proposta.

Depois de todos os dados coletados, realização de cálculos e comparativos cruzados da aplicação da RV na indústria (onde existe maior aplicação no mercado atualmente), iniciou-se o projeto intermediário do trabalho.

3.2 PROJETO INTERMEDIÁRIO

No projeto intermediário, buscou-se comprovar e validar se o conceito e solução definido seria realmente viável. Neste caso, extrapolando a aplicação da RV na indústria para a aplicação em treinamentos de pilotos em simuladores de corrida, encontrou-se uma proposta de solução e realizou-se uma descrição mais precisa da quantificação dos resultados.

3.3 CONCLUSÃO

Ao final, o último passo do projeto foi o trabalho pela busca de consolidar o problema proposto no início junto da solução apresentada, encontrando um resultado validado com dados, relatos e números. Foi feita essa análise conclusiva onde foi possível atingir o principal objetivo proposto no trabalho, que era comprovar o benefício da utilização de simuladores e RV, chegando à resultados positivos com grandes benefícios na resolução do problema proposto.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como descrito na introdução deste trabalho, e proposto como objetivo do mesmo, o mercado de simuladores virtuais está em crescimento e esta tecnologia vem tornando-se mais avançada ao decorrer dos anos. O custo do treinamento de simulação com realidade virtual se torna cada vez mais acessível em vista da difusão desta tecnologia que hoje já chega ao alcance de pessoas comuns e entusiastas do meio que visam apenas a utilização como *hobbies*. Isto permite que mais pessoas participem de simulações, treinamentos e até mesmo competições em corridas virtuais, o que abre um mundo inteiramente novo de possibilidades para o esporte automobilístico.

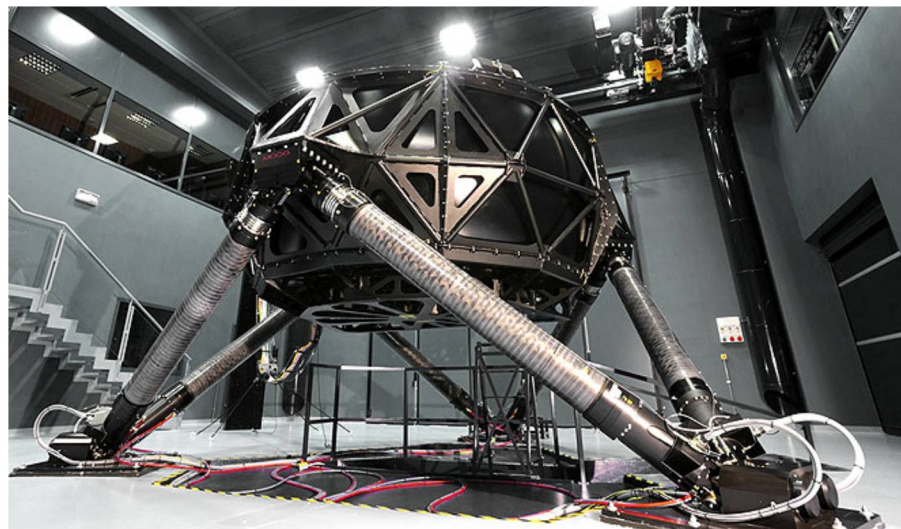
O foco deste estudo foi mostrar a utilização desses equipamentos de simulação e realidade virtual como um meio eficaz, seguro e de redução de custos, que vem com o propósito de auxiliar a flexibilidade de treinamento neste mercado de automobilismo. Usando como referência a principal categoria do Brasil hoje, a Stock Car, gerenciado pela empresa Vicar Promoções Desportivas S.A, através da reportagem realizada pelo Globo Esporte (2013), os números para participar da categoria chegavam na época há 2,4 milhões de reais por carro durante toda a temporada (participação em todas as etapas no ano). Isso acarretou em medidas tomadas pela organização da Stock Car, segundo a própria reportagem, que tinham como objetivo conter o avanço destes custos anuais gerados pelo avanço das tecnologias nos carros de competição. Então, em 2013, a organização tomou a iniciativa de reduzir, durante a temporada, um dia de treino livre em pista, sendo esse dia de treino substituído pelos simuladores, reduzindo assim os custos de operação. Logo, percebe-se que a aplicação de novas ações pelas equipes é benéfica para continuarem sendo competitivas, apostando principalmente em novas tecnologias.

Ainda no portal do Globo Esporte (2019), outra reportagem chama atenção ao ressaltar a eficiência dos simuladores relatadas por parte dos pilotos de fórmula 1, segundo o que diz o piloto Carlos Sainz durante a reportagem, a redução dos dias de testes em pista realizados pela categoria não preocupa, pois, os simuladores são muito eficientes.

Comparando de forma simplista o conteúdo das reportagens, atualmente a utilização dos simuladores e da realidade virtual tem auxiliado de maneira eficiente e positiva os treinos de pilotos do meio automobilístico, trazendo bons resultados também na área de redução de custos, mostrando valores expressivos de economia nas categorias do automobilismo.

Tratando especificamente da redução dos custos atrelado ao benefício da flexibilidade, segurança e mobilidade durante a troca dos dias de treinos pela simulador com a utilização do RV, pode-se quantificar, através da estimativa por parte das categorias e equipes mencionadas nas reportagens acima, uma economia de 70% do dia de operação para as equipes e pilotos. Essa eficiência toda tem ganho benéfico significativo dependendo da categoria aplicada ou comparada, ou seja, quanto maior o gasto para participar de uma categoria, por exemplo a F1 com poder máximo aquisitivo, maiores são os ganhos econômicos com a utilização das novas tecnologias de RV e simulação para os treinos. Já pode-se ver um grande investimento no desenvolvimento desta tecnologia para extrair o máximo de realidade nos novos simuladores, como é o caso da equipe de F1 da Ferrari, mostrado pelo jornal espanhol Marca.com (2021), que apresentou o desenvolvimento de um novo simulador (Figura 13) que além de auxiliar nos ganhos em economia, também já estão utilizando os simuladores como base para desenvolvimento de carros futuros, podendo assim, testar o modelo virtual antes mesmo dos carros irem para pista.

FIGURA 13 – Simulador Ferrari 2021/2022



FONTE: Marca.com (2021)

5. CONCLUSÃO

Concluiu-se no decorrer do conteúdo observado neste trabalho, que o uso da tecnologia de simulação e realidade virtual empregada no processo de treinamento de pilotos é uma ótima maneira de reduzir custos, melhorar a segurança e ainda assim garantir a qualidade de maneira eficaz no propósito empregado.

Considerando que o uso da tecnologia estudada é empregado amplamente na indústria 4.0 e com grande relevância focada em otimização, flexibilidade, redução de recursos e segurança, podemos verificar que a realidade virtual, se extrapolada a sua aplicação, tem um leque de oportunidades a serem consideradas para aplicação na área do automobilismo, que foi a escolhida para abordagem neste trabalho, mas que também poderia auxiliar em diversas outras, podendo assim ser base para estudos futuros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 4GNEWS.** Disponível em: < <https://4gnews.pt/melhores-volantes-pc/>>. Acesso em: 26 Ago. 2022.
- ADAMS, L. **Visualização e realidade virtual.** Ed. Makron Books, pp. 255-259, São Paulo, 1994.
- APROVADETRAN.** Simulador da Autoescola (2021): O Que Mudou? É Obrigatório?. Disponível em: <<https://www.aprovadetrans.com.br/blog/simulador-autoescola/>>. Acesso em: 15 jul. 2022.
- ASSETTO CORSA.** Disponível em: <<https://www.assettocorsa.it/competizione/>>. Acesso em: 15 jul. 2022.
- BERTOL, Daniela. **Designing Digital Space: An a guide to virtual reality.** New York, NY. John Wiley & Sons, Inc, 1997.
- BURDEA, G.; COIFFET, P. **Virtual reality technology.** John Wiley & Sons, New York, N.Y., 1994.
- CASTELLS, Manuel. **A sociedade em rede.** São Paulo: Paz e Terra, 1999. Disponível em: <<https://globalizacaointegracaoregionalufabc.files.wordpress.com/2014/10/castells-m-a-sociedade-em-rede.pdf>>. Acesso em: 22 jun. 2022.
- CAVERNA DIGITAL.** Disponível em: < <http://www.cavernadigital.org.br/>>. Acesso em: 01 set. 2022.
- GAZETA ESPORTIVA.** Disponível em: <<https://www.gazetaesportiva.com/motor/formula-1/jogos-em-realidade-virtual-serao-atracao-no-gp-do-brasil/>>. Acesso em: 31 ago. 2022.
- GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. Disponível em: <https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/150/o/Anexo_C1_como_elaborar_projeto_de_pesquisa_-_antonio_carlos_gil.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2022.
- GLOBO ESPORTE.** O preço da evolução: como a Stock ficou 400% mais cara em dez anos. 2013. Disponível em: <<http://ge.globo.com/motor/stock-car/noticia/2013/04/o-preco-da-evolucao-como-stock-ficou-400-mais-cara-em-dez-anos.html>>. Acesso em: 15 jul. 2022.
- _____. Para Carlos Sainz, simuladores são tão eficientes que minimizam ausência de testes na Fórmula 1. 2019. Disponível em: <<https://ge.globo.com/motor/formula-1/noticia/para-carlos-sainz-simuladores-sao-tao-eficientes-que-minimizam-ausencia-de-testes-na-formula-1.ghtml>>. Acesso em: 15 jul. 2022.
- GRADECKI, Joe. **Kit de montagem da realidade virtual.** Tradução Josue Vieira. São Paulo: Berkeley, 1994.
- IBERDROLA.** Realidade Virtual: outro mundo ao alcance de seus olhos. Disponível em: <<https://www.iberdrola.com/inovacao/realidade-virtual>>. Acesso em: 15 jul. 2022.
- IRACING.** Disponível em: <<https://www.iracing.com>>. Acesso em: 15 jul. 2022.
- JACOBSON, L. **Virtual reality: A status report, AI Expert.** pp. 26-33, August, 1991.

KIRNER, C. **Apostila do ciclo de palestras de realidade virtual**. Atividade do Projeto AVVIC-CNPq (Protem - CC - fase III) - DC/UFSCar, São Carlos, pp. 1-10, Out., 1996.

KRUEGER, M. W. **Artificial reality II**. Addison-Wesley, Reading, MA, USA, 1991.

LÉVY, Pierre. **Cibercultura**. 1. ed. São Paulo: Editora 34, 1999. Disponível em: http://www.giulianobici.com/site/fundamentos_da_musica_files/cibercultura.pdf. Acesso em: 22 jun. 2022.

MARCA.com. Disponível em :<
<https://www.marca.com/motor/formula1/2021/07/07/60e5afb722601d970b8b45b9.html>>
 Acesso em: 03 Set. 2022.

NICOLACI-DA-COSTA, A. M. **Revoluções tecnológicas e transformações subjetivas**. Psicologia: teoria e pesquisa, Brasília, DF, v.18, n. 2, p. 193-202, 2002. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ptp/a/B8YrM538mSbqLJk6hwSdcPN/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 22 jun. 2022.

RHEINGOLD, Howard. **Virtual Reality**. First Touchstone Edition, New York, 1992.

SCHWEBER, L. V.; SCHWEBER, E. V. Matéria de capa: realidade virtual. **PC Magazine Brasil**, v. 5, n. 6, 1995.

SENSA Simuladores. Disponível em: <<https://sensavr.com.br/>>. Acesso em: 15 jul. 2022.

SEST SENAT. Conheça o simulador de direção e capacite-se na prática. Disponível em: <<https://www.sestsenat.org.br/cursos/conheca-o-simulador-de-direcao-e-capacite-se-na-pratica>>. Acesso em: 15 jul. 2022.

SIMULADOR de corrida. In: WIKIPÉDIA. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Simulador_de_corrida>. Acesso em: 15 jul. 2022.

SPARCO. Disponível em: <<https://www.sparco.com.br/>>. Acesso em: 15 jul. 2022.

STUDIO 397. Disponível em: <<https://www.studio-397.com/about-2/>>. Acesso em: 15 jul. 2022.

WILLIGES, Flademir Roberto. **A assunção do gozo cibernético na interação virtual**. Porto Alegre: UFRGS, 2002. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/3120/000332519.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 22 jun. 2022.