

FACULDADES INTEGRADAS DE ARACRUZ  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

EULALYA PERINI

**O USO DA REALIDADE VIRTUAL EM TESTE DE BANCA  
PNEUMÁTICA NO CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

ARACRUZ

2022

EULALYA PERINI

**O USO DA REALIDADE VIRTUAL EM TESTE DE BANCADA  
PNEUMÁTICA NO CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Mecânica das Faculdades Integradas de Aracruz-FAACZ como requisito parcial para obtenção do título de Graduação em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. M.Sc. Daniel Ernesto Otarola Tasaico.

ARACRUZ

2022

### Ficha de identificação da obra

A ficha de identificação geralmente é elaborada pela biblioteca da  
Instituição de Ensino.

EULALYA PERINI

**O USO DA REALIDADE VIRTUAL EM TESTE DE BANCADA  
PNEUMÁTICA NO CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

**Banca Examinadora:**

---

Profº. M.Sc.Daniel Ernesto Otarola Tasaico.

Orientador

Faculdades Integradas de Aracruz

---

Profº. Dr. Harerton Oliveira Dourado

Faculdades Integradas de Aracruz

---

Profº. Dr. Marcos Roberto Teixeira Halasz

Faculdades Integradas de Aracruz

Este trabalho é dedicado aos meus pais e ao meu querido irmão Eliseu Perini.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiro a Deus por ter me mantido na trilha certa durante este projeto de pesquisa com saúde e forças para chegar até o final.

Aos meus pais Elcio Perini e Ruslana Ebert de Aranti Perini que sempre estiveram ao meu lado me apoiando ao longo de toda a minha trajetória.

Ao meu esposo Gabriel Broetto Gomes pela compreensão e paciência demonstrada durante o período do projeto.

Agradeço ao meu orientador Daniel Ernesto Otarola Tasaico por aceitar conduzir o meu trabalho de pesquisa.

Também agradeço a minha prima Monique Perini que me ajudou com sua vasta experiência desde o início deste projeto de pesquisa.

A todos os meus professores do curso de Engenharia Mecânica das Faculdades Integradas de Aracruz - FAACZ pela excelência da qualidade técnica de cada um.

À todos que contribuíram direta ou indiretamente para realização desse trabalho.

## RESUMO

Este trabalho relaciona conceitos de realidade virtual e metaverso às áreas de engenharia e educação a fim de desenvolver um laboratório universitário interativo em realidade virtual, a partir do pressuposto da dificuldade e alto custo de se manter ativos laboratórios universitários. O desenvolvimento foi direcionado à um teste de bancada pneumática, onde o estudante poderá ter a imersão em ambiente virtual, sendo possível ao executar o teste com diferentes pressões, assim como, interação com demais objetos presentes. Ao final do trabalho, são apresentados resultados de uma pesquisa aplicada a um grupo de alunos do curso de Engenharia Mecânica de uma instituição de ensino superior, localizada na cidade de Aracruz, Espírito Santo, cuja finalidade foi avaliar a relevância do uso de realidade virtual como ferramenta complementar do aprendizado tradicional. Esta pesquisa pretende medir a validade dos passos sugeridos para a implantação, e sua viabilidade.

**Palavras-chave:** Realidade Virtual. Educação. Metaverso. Ensino Superior. Tecnologia. Pneumática.

## ABSTRACT

This work involves the concepts of the Virtual Reality and Metaverse areas with the areas of engineering and education in order to develop an interactive university laboratory in virtual reality, based on the assumption of the difficulty and high cost of keeping university laboratories active. The development was directed to a pneumatic bench test, where the student can have immersion in a virtual environment, being possible to run the test with different pressures, as well as interaction with other objects present. At the end of the work, results of an applied research with a group of students of the Mechanical Engineering course of a higher education institution, located in the city of Aracruz, Espírito Santo, are shown, whose purpose was to evaluate the relevance of the use of virtual reality as complementary tool to traditional learning. This research aims to measure the validity of the steps suggested for implementation, and their feasibility.

**Keywords:** Virtual Reality. Education. Metaverse. University Education. Technology. Pneumatics.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Foto promocional do Sensorama .....	18
Figura 2. Piloto utilizando o “Super Cockpit ” .....	19
Figura 3. Interface gráfica do “Super Cockpit ” .....	19
Figura 4. Metaverso Tecnologias, Princípios, Possibilidades e Desafios. ....	26
Figura 5. Aplicação do Princípio de Pascal para transmissão e multiplicação de forças .....	29
Figura 6. Fluxograma de desenvolvimento do projeto.....	32
Figura 7. Template do Projeto .....	33
Figura 8. Localização do Content Browser no software Unreal Engine 5. ....	34
Figura 9. Criação de material .....	35
Figura 10. Criação Avatar 2D .....	37
Figura 11. Blueprint movimento cilindro pneumático. ....	39
Figura 12. Bancada de Teste Pneumático Unreal Engine. ....	40
Figura 13. Cenário externo Unreal Engine.....	40
Figura 14. Formulário inicial aula prática. ....	42
Figura 15. Formulário 2.....	43
Figura 16. Formulário 2 (Grupo B).....	44

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Tabela de Força de um cilindro pneumático.....	39
--	----

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
1.1	OBJETIVOS.....	16
1.1.1	OBJETIVO GERAL.....	16
1.1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
2.1.	REALIDADE VIRTUAL.....	17
2.2	HISTÓRICO.....	17
2.3	FORMAS DE REALIDADE VIRTUAL.....	20
2.4	METAVERSO.....	21
2.6	AULA PRÁTICA NO CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA.....	22
2.7	ENSINO HÍBRIDO.....	22
2.7.1	POTENCIALIZAÇÃO DO ENSINO HÍBRIDO NA PANDEMIA COVID-19.....	23
2.7.2	CENÁRIO TECNOLÓGICO APLICADO À EDUCAÇÃO.....	24
2.8	PNEUMÁTICA.....	26
2.8.1	LEI DOS GASES.....	28
2.8.2	PRINCÍPIO DE PASCAL.....	29
2.8.3	SISTEMAS PNEUMÁTICOS.....	30
3	METODOLOGIA.....	32
3.1	CRIAÇÃO DO LABORATÓRIO VIRTUAL.....	33
3.2	EQUIPAMENTOS LABORATÓRIO.....	35
3.3	CRIAÇÃO DO AVATAR.....	36
3.4	TESTE NA BANCADA PNEUMÁTICA.....	38
3.5	DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA DE IMPACTO.....	40
3.6	ANÁLISE DE DADOS.....	41
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	42
5	CONCLUSÃO.....	45
6	REFERÊNCIAS.....	46



## 1 INTRODUÇÃO

A Realidade Virtual (RV) vem revolucionando a forma de interação do indivíduo com diversos cenários, desde o mais simples ao mais complexo. Diversas áreas possuem a aplicação com RV, assim como, simulações, treinamentos, ensinamentos, marketing e venda, manutenção etc. Cada vez mais as aplicações com RV cresce em áreas diversificadas, em função de uma maior demanda e o desenvolvimento da capacidade criativa das pessoas (LESTON, 1996).

Em Março de 2020, iniciou-se um cenário pandêmico mundialmente em decorrência à COVID-19, onde além do grande impacto no sistema de saúde, também houve consequências no sistema educacional, com a suspensão das aulas presenciais (FAVERO *et al.*, 2020). O curso de Engenharia Mecânica é composto por cerca de 30% de sua grade curricular com aulas práticas em laboratório. Tal necessidade do ensino em campo prático, foi fragilizada devido as suspensões de aulas presenciais, impossibilitando o acesso e utilização de laboratórios.

Dentre as aulas práticas desenvolvidas em laboratório, um dos ensaios fundamentais à realizar-se no curso de Engenharia Mecânica, é o teste de pressões em bancada pneumática, demonstrando conceitos práticos de sistemas pneumáticos, tecnologia do ar comprimido.

Diante da necessidade de adequações no sistema de ensino, foi inevitável o reflexo emergencial evolucionário no campo tecnológico, em que o relatório anual EDUCASE Horizon Report 2022, reporta as seis principais tendências para os próximos cinco anos na educação.

Dentre elas, destaca-se o uso de Inteligência Artificial para análise de aprendizado, integrando a RV imersiva na implementação pedagógica, desenvolvendo as principais metodologias ativas de ensino nos acadêmicos. A partir do problema exposto, o seguinte trabalho tem o objetivo de responder se a realidade virtual é um recurso que otimiza os custos de laboratórios tecnológicos, e e a realidade virtual aplicada à educação pode realmente potencializar o aprendizado do estudante de Engenharia Mecânica nas aulas de sistemas pneumáticos.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 OBJETIVO GERAL

Projeto e execução de um teste de bancada pneumática em um laboratório virtual, possibilitando a imersão de estudantes da FAACZ - Faculdades Integradas de Aracruz, via aplicação da realidade virtual em um ambiente multiplayer.

### 1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Criação de um laboratório de engenharia interativo imersivo utilizando a tecnologia de realidade virtual;
- Aplicar conceitos de engenharia em forma de aula prática virtual, por meio de um avatar interativo em ambiente de RV;
- Testar o laboratório virtual com os estudantes da Faculdades Integradas de Aracruz (FAACZ) à luz do emergente cenário tecnológico previsto pelo Horizon Report 2022.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. REALIDADE VIRTUAL

O termo Realidade Virtual (RV) surgiu nos anos 80 pelo fundador da VPL Research Inc., Jaron Lanier, com objetivo de diferenciar simulações tradicionais envolvendo múltiplos usuários em um ambiente multiplayer (ARAÚJO, 1996). Pesquisas desde os anos 70 desenvolvidas por Myron Krueger, já utilizavam os conceitos de RV (MACHOVER, 1994).

Segundo Burdea (1994); Jacobson (1991); Krueger (1991) RV é uma ferramenta de interface avançada possibilitando ao usuário uma imersão em um ambiente sintético tridimensional. A simulação do espaço-tempo 4D proporciona autonomia ao usuário para interagir com a RV, o espaço virtual e objetivos virtuais. O termo espaço-tempo 4D refere-se aos objetos animados em 3D acrescentados à quarta dimensão, o tempo (ADAMS, 1994).

Um Mundo Virtual é desenvolvido a partir de técnicas de computação gráfica, suscetível a interagir e explorar esse mundo via dispositivos de entrada e de saída, transformando-se em um ambiente de RV. A RV não deve ser confundida com animação, CAD (*Computer Aided Design*). Ao comparar as tecnologias, RV é (LESTON, 1996):

- Orientada ao usuário;
- Imersiva, proporcionando a sensibilidade do usuário com o meio virtual;
- Interativa, possibilitando modificações e interações com objetos virtuais;
- Intuitiva, acesso intuitivo com as interfaces computacionais entre usuário e máquina.

### 2.2 HISTÓRICO

Logo após a Segunda Guerra Mundial, as forças armadas dos Estados Unidos da América começaram a desenvolver simuladores de voo em RV. A tecnologia teve uma grande influência da indústria de entretenimento, quando construiu um simulador chamado *Sensorama* (Figura 1). O simulador era uma espécie de cabine que produzia filmes 3D, proporcionando ao usuário uma experiência multissensorial, patenteado em 1962 por Morton Heilig (PIMENTEL, 1995).

Em 1958, surgiram os primeiros trabalhos científicos, quando a Philco desenvolveu um par de câmeras remotas junto com um protótipo de capacete imersivo, permitindo ao usuário o

sentimento de presença durante a imersão (COMEAU, 1961). O equipamento ficou conhecido como HMD (*Head Mounted Display*) (ELLIS, 1994).

Alguns anos depois, em 1982, surge o “*Super Cockpit*” desenvolvido por Thomas Furness, que apresentou sua criação para as Forças Aéreas Americanas consistindo em um aparelho que utilizava computadores e capacetes interconectados para simulação 3D da cabine de um avião ( Figura 1 e 2). Isto possibilitava aos pilotos simulações de voos e combates aéreos, com imagens de alta resolução, no entanto o custo de aquisição era alto, resultando em milhões de dólares apenas o capacete, inviabilizando o acesso e sua propagação (PIMENTEL, 1995).

Figura 1. Foto promocional do Sensorama.



Fonte: PIMENTEL, 1995.

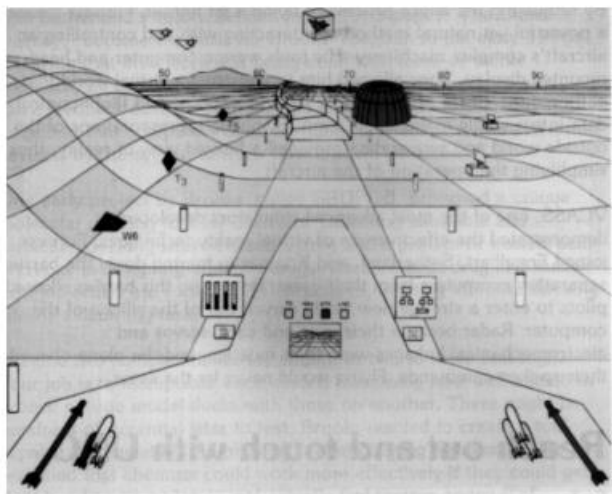


Figura 2. Piloto utilizando o “Super Cockpit”.



Fonte: PIMENTEL, 1995.

Figura 3. Interface gráfica do “Super Cockpit”.



Fonte: PIMENTEL, 1995.

Iniciando um projeto na NASA em meados de 1984, Michael McGreevy desenvolvia o *Virtual Visual Environment Display* (VIVED) gerando grandes imagens estereoscópicas. As imagens tinham limitações quando comparadas com o “*Super Cockpit*” mas o seu custo era bastante atrativo (RHEINGOLD, 1991).

Thomas Zimmerman e Jaron Lanier em 1985 fundavam a VPL Research, sendo o seu primeiro produto a *DataGlove*, uma luva de dados. No mesmo ano a luva foi comprada para o

projeto VIVED. No final do ano seguinte, 1986, a NASA já possuía o seu ambiente virtual, sendo o maior impacto desse trabalho a possibilidade da comercialização de novas tecnologias, com um preço de aquisição mais acessível (JACOBSON, 1994).

Com esse novo horizonte de comercialização a conscientização abriu as portas para inúmeras pesquisas com Realidade Virtual no mundo inteiro. Várias empresas de *software* e corporações de informática iniciaram as vendas de produtos com RV. A *AutoDesk* em 1989, lançou o primeiro sistema de RV para computadores pessoais (JACOBSON, 1994).

### 2.3 FORMAS DE REALIDADE VIRTUAL

Segundo Adams, (1994) uma sessão de RV pode ser apresentada em três diferentes formas: Passiva, Exploratória ou Interativa. Uma imersão passiva possibilita ao usuário a visualização do ambiente virtual sem a sua interferência. As cenas e pontos de observações são conduzidos pelo *software*, não aceitando nenhum comando por parte do usuário, a não ser, sair da cena.

A sessão exploratória pode ser conduzida e controlada pelo usuário, selecionando as rotas e pontos de observações, mas não há interação com o meio virtual e nenhum elemento nele presente.

Já a sessão interativa, é conduzida e controlada pelo usuário e os elementos do meio virtual reagem as interações realizadas. Assim como, toque, passo, efeito e física aplicada nos materiais.

Em ambientes virtuais a navegação é controlada pelo ponto de observação (*viewpoint*) do usuário. Sendo a forma mais simples encontrada nas aplicações de realidade virtual, toda técnica de navegação pode ser interpretada a partir de um único modelo, sendo conhecida como “*Flying Carpet Model*” uma câmera montada em um carro virtual (ADAMS, 1994). Algumas técnicas de navegações, são:

- *Point-and-fly*: Sendo uma das técnicas mais utilizadas, o usuário indica o objeto alvo e o sistema responde com o desvio que origina a nova posição ao usuário frente ao objeto. Em algumas situações é desejável limitar o carro a uma certa altura, permitindo o usuário se mover na altura pré-fixada;
- *Eyeball-in-hand*: Essa técnica é a mais utilizada para análise de um único objeto com diferentes pontos de observação, muito utilizada em projetos de

interiores. Suas ações são utilizadas a partir do *viewpoint* do usuário, ou seja, a partir do ponto de visualização que ocorrerá algum tipo de interação (Turunem, 2002).

- *Scene-in-hand*: A diferença do anterior, essa técnica mapeia os movimentos de entrada no ambiente virtual, mantendo o *viewpoint* do usuário e movendo a cena ao redor. O mecanismo “*clutch*” ação das mãos, é utilizado para aumentar o alcance dos movimentos (HAND, 1997).

## 2.4 METAVERSO

O termo Metaverso surgiu e teve sua primeira aparição no livro *Snow Crash* do autor Neal Stephenson publicado no ano de 1992 (STEPHENSON, 2003), o qual representa um universo paralelo em RV, ao qual todos os usuários podem ter acesso e se conectar por meio de óculos e fones de ouvido.

A espinha dorsal do Metaverso é um protocolo conhecido como RUA, ligando diferentes lugares em um conceito analógico. Os usuários entram no Metaverso a partir de corpos digitais conhecidos como avatares. Um exemplo literário de Metaverso é o *cyberspace* em Realidade Virtual de William Gibson conhecido como *Matrix* no romance de ficção científica de 1984 (DIONISIO *et al.* 2013).

Em Realidade Virtual o Metaverso ficou conhecido como *WEB 3.0* (KAPP; O'DRISCOLL, 2010). A partir da rede *Hypergrid Opensim* houve a primeira interação no Metaverso, concebida como uma teia de mundos virtuais onde os avatares poderiam navegar entre os ambientes (DIONISIO *et al.* 2013).

Segundo Dionisio *et al.* 2013 a partir do *software* de código aberto *Opensimulator* é possível o acesso em vários mundos virtuais sociais e autônomos, através da rede *Hypergrid*, possibilitando movimentações de agentes virtuais e seu inventário por meio de *hyperlinks*. Entretanto, a rede *Hypergrid*, não é compatível com alguns mundos virtuais populares, como *Second Life*.

Os princípios do Metaverso são as interconexões de software e a transição de usuários entre os mundos. O Metaverso possui sete regras, uma proposta de desenvolvimento para o futuro, gerando um manifesto de alto nível. As regras compreendem: A existência de um Metaverso central, acessibilidade para todos, aberto, independente de *hardware*, em rede e controlado coletivamente (PARISI, 2021).

As tecnologias de RV, podem afetar o senso cognitivo, emocional do usuário e comportamental, entre esses, encontram-se alguns desafios do Metaverso (SLATER *et al*, 2020). Os principais desafios podem ser classificados em quatro categorias: bem-estar físico, saúde e segurança, psicologia, moralidade e ética e privacidade de dados (CHRISTOPOULOS *et al*, 2021).

## 2.6 AULA PRÁTICA NO CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

Segundo Michaelis (1998), a Engenharia é a arte de aplicar os conhecimentos ou utilização da técnica industrial em todas as suas determinações. Sendo assim, compreende-se a importância de laboratórios e recursos financeiros para disponibilização de aulas práticas no curso de Engenharia Mecânica.

O desenvolvimento de aulas práticas em laboratórios no curso de Engenharia Mecânica, representa cerca de 20 a 30% da sua carga curricular, sendo até mesmo uma extensão das aulas teóricas de disciplinas que não impactam diretamente no aumento da carga horária proposta para o curso. Tais atividades em campo prático, de suma importância para a complementação do desenvolvimento acadêmico do estudante do curso de engenharias (PEKELMAN; JR MELLO, 2004).

O Conselho Nacional de Educação e a Câmara de Educação Superior, propõe novas Diretrizes Nacionais do Curso de Graduação em Engenharias, publicado em 23 de Abril de 2019, traça o perfil e competências esperadas do egresso. Dentre os perfis esperados, destaca-se a competência de aprendizado de forma autônoma lidando com contextos complexos, atualizando-se com os avanços em campo tecnológico e seus desafios (BRASIL, 2019).

## 2.7 ENSINO HÍBRIDO

Segundo Valente (2014), até 1980 o ensino à distância em sua maioria, ainda era realizado com materiais impressos enviado para o estudante, para que o aluno fizesse as atividades conforme o seu tempo e localidade. Foi possível criar outros meios para melhorar o EAD, através da Tecnologia da Informação e Comunicação (*TIC*).

Um grande avanço no desenvolvimento do ensino híbrido se deu pelo crescimento da *TIC*, com diversos recursos de aprendizagem reunidos e várias formas de aplicação, o ensino

híbrido tem como objetivo principal unir o ensino presencial com o ensino à distância. O estudante terá acesso teórico através de um ambiente virtual de aprendizagem (AVA) (DONATO; BOTH, 2018).

O *blended learning* é uma estratégia de aprendizagem válida, no aspecto de ensino superior, adequando o ensino à um novo quadro econômico contemporâneo, conciliando com a gestão do conhecimento. O ensino híbrido é considerado um processo contínuo, oferecendo novas oportunidade ao estudante personalizando as estratégias de conhecimento para cada caso (FELIPE; ORVALHO, 2004).

Esse modelo híbrido potencializa o aprendizado na educação, fornecendo maior autonomia, disciplina e flexibilidade para o estudante, como também, interações em grupos na modalidade presencial. Agrega diversos recursos de aprendizagem, potencializando e colocando o aluno como centro do ensino (DONATO; BOTH, 2018).

### 2.7.1 POTENCIALIZAÇÃO DO ENSINO HÍBRIDO NA PANDEMIA COVID-19

Em Março do ano de 2020, a Organização Mundial da Saúde (OMS), decretou a pandemia do covid-19 (SILVA MD, et al.; 2021) promovendo e indicando o isolamento social como proposta para conter a intensidade e disseminação do vírus (FERGUSON et al.; 2020). Com grande impacto no sistema de saúde, a pandemia também afetou significativamente o sistema educacional no Brasil, sendo as Instituições de Ensino obrigadas a suspenderem as aulas presenciais em todo o território nacional, obedecendo a Portaria nº 343, de 17 de Março de 2020 (FAVERO *et al.*; 2020).

Nesse sentido, houve suspensão das aulas presenciais, forçando as instituições de ensino à recorrerem a estratégias pedagógicas em formato remoto/híbrido para serem capazes de prosseguir com o processo de ensino-aprendizagem.

Joye *et al* (2020) descreve as principais diferenças de um ensino à distância com o ensino remoto aplicado de forma emergencial, assim como, o caso do período pandêmico. O EAD caracteriza-se por um ensino de forma síncrona e/ou assíncrona, onde ocorre a mediação entre estudante e professor. Já o ensino remoto aplicado de forma emergencial, caracteriza-se com um ensino 100% remoto, servindo como um acesso temporário e de apoio.

O ensino remoto aplicado de forma emergencial, tem o mesmo seguimento do que o ensino de educação presencial, com o modelo expositivo tradicional, tornando o estudante um

repositório de informações. Essa modalidade, assemelha-se ao ensino à distância EAD, apenas ao que diz respeito no ensino mediado por tecnologias digitais (JOYE *et al.*, 2020).

Estudiosos como Ausubel (2017), Freire (2017), Gardner (2017), Perrenoud (2017), Vygostsky (2017) há algumas décadas estudam sobre os processos de ensino e de aprendizagem. Tais estudos se encontravam-se voltados para o ensino básico, recentemente voltando-se agora para o ensino superior. As metodologias ativas de ensino são um conjunto de atividades que estimulam o acadêmico à ação e ao seu entendimento (DIESEL *et al.*; 2015).

Nos processos de ensino e aprendizado, as metodologias ativas de ensino contribuem positivamente, através das suas estratégias, cuja características principais são: a centralização do aluno no processo, a estimulação de autonomia, o orientador na posição de mediador, ativador e facilitador no processo de aprendizagem e o estímulo a problemas da realidade, a constante reflexão do aluno e o trabalho em grupo (DIESEL; MARCHESAN; MARTINS, 2016).

Uma pesquisa realizada em uma Universidade do Rio Grande do Sul, aponta a preocupação dos estudantes quanto na qualidade da formação acadêmica, visto o exposto cenário pandêmico que acarretou na suspensão das aulas, com grande impacto em aulas práticas. Os alunos destacam que estas aulas práticas na formação, fortalecem a correlação entre teoria e prática (BORIM *et al.*, 2021).

O anterior provoca uma reflexão entre as Instituições de Ensino Superior e os acadêmicos, pois com o ensino prático em conciliação com o teórico, deve-se estimular o aluno a ter autonomia nas práticas, desenvolvendo o senso crítico, sendo o criador e recriador de suas ações. A construção da identidade profissional se fortalece pelas relações e experiências, tanto profissional quanto pessoal em aspecto social e familiar (FREIRE, 2011).

Desse modo, ao avaliar as novas estratégias de ensino que se fizeram presentes durante o cenário pandêmico, faz-se necessário, de acordo com o avanço tecnológico a adaptação de novas práticas inovadoras no desenvolvimento e formação do acadêmico, expondo a relevância na construção de planos para o uso emergencial das novas ferramentas (BORIM *et al.*, 2021).

## 2.7.2 CENÁRIO TECNOLÓGICO APLICADO À EDUCAÇÃO

Segundo o relatório anual EDUCASE Horizon Report 2022, muitas mudanças ocorrem no ensino superior com o retorno das aulas presenciais que refletem uma evolução emergencial

de curto prazo. Membros do painel Horizon Report, reuniram-se no ano de 2022, para discutirem as tendências atuais para o futuro da educação superior, indicando que muitas mudanças ocorridas não serão temporárias e farão parte do ‘novo normal’ (EDUCASE Horizon Report, 2022).

Os membros do painel do Horizon, diante várias análises e pesquisas, descreveram as seis principais tendências tecnológicas que terão forte impacto na educação superior. As principais tendências tecnológicas para os próximos cinco anos, são:

- Inteligência Artificial para análise de aprendizado;
- Inteligência Artificial para ferramentas de aprendizagem;
- Espaço híbrido de aprendizagem;
- Integração dos modos de aprendizagem híbrido/remoto;
- Microcredenciais;
- Desenvolvimento profissional para ensino híbrido/remoto.

Vários impactos diante essas tecnologias foram refletidos nas Instituições de ensino superior. Foram avaliados impactos em equidade e inclusão, resultados de aprendizagem, riscos, receptividade do aluno e instrutor, custos e adaptação. Tais demandas foram exploradas para o atendimento educacional, quanto uma conexão mais explícita entre as microcredenciais e as necessidades de indústrias profissionais e mercado de trabalho (EDUCASE Horizon Report, 2022).

A integração da Realidade Virtual imersiva na educação se baseia em quatro principais propósitos: Ensinar a prática em atividades de riscos, as que podem gerar algum tipo de consequência para o usuário na realidade; reencenar algum acontecimento, alguma situação complexa da realidade para refletir sobre o erro; realizar algo impossível e viajar para lugares inalcançáveis; ter experiências imersivas (BAILENSEN, 2018).

Segundo Bambury (2021), é necessário levar em consideração quatro etapas no aspecto da implementação pedagógica da Realidade Virtual no ensino: Utilizar a ferramenta imersiva para uma percepção ou estimulação, interações com o mundo virtual e influenciar o fluxo do conteúdo, a conquista da autonomia e o fornecimento do sentimento de presença do aluno com o meio.

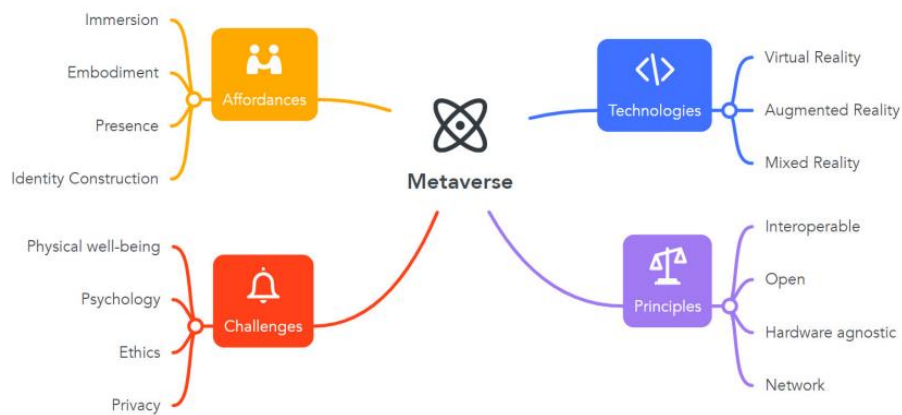
As imersões em Realidade Virtual integradas ao Metaverso quebram as limitações de plataformas 2D, potencializando uma inovação emergente em meio educacional, assim como,

laboratórios de simulações, desenvolvendo habilidades processuais. A educação está entre as áreas de aplicações utilizando Realidade Virtual, com os melhores resultados em termos de desempenho (LOGISHETTY *et al.*, 2019).

Com a MetaEducação é possível fornecer ao estudante um aprendizado com vários ativadores de ensino ativos formal, informal, enriquecedora e híbrida. No contexto do Metaverso as tecnologias terão diversas aplicações, entre elas, a computação espacial e a interface Cérebro-Computador (YUSTE *et al.*, 2017).

Tecnologias ligadas ao Metaverso tem um potencial de escalabilidade mais ampla e espera-se que se expandam exponencialmente, sendo amplificadas por outras tecnologias, como, redes de banda larga sem fio, computação em nuvem, robótica, inteligência artificial e impressões 3D. A união dessas tecnologias marca uma transição para a 4º Revolução Industrial, sendo o Metaverso o potencializador para a Educação 4.0 (SALMON, 2019).

Figura 4. Metaverso Tecnologias, Princípios, Possibilidades e Desafios.



Fonte: Mystakidis, 2022.

## 2.8 PNEUMÁTICA

Pneumática é um ramo da Engenharia, que estuda a aplicação do ar comprimido para acionamentos e comandos. As primeiras máquinas pneumáticas surgiram no século XIX com as locomotivas e perfuratrizes, no entanto foi a partir do século XX que a aplicação da



pneumática se deu no ramo de automação industrial. Segundo o Silva (2002), para a compreensão de sistemas pneumáticos, é necessário o entendimento do ar comprimido, do gás ideal e da pressão.

Ainda segundo Silva (2002) os gases são formados por moléculas em movimento, produzindo uma força de pressão no local onde o gás está contido, ocupando o volume disponível, produzindo forças de compressão devido a agitação das moléculas. O estado de um gás é composto por três grandezas físicas: pressão (P), volume (V) e temperatura (T). Representa pela equação geral de estado, descrita a seguir:

$$\frac{PV}{T} = cte. \quad (1)$$

Pressão é definida por força dividida pela área a qual há força aplicada, sendo assim, quanto maior a força exercida, maior a pressão. Um gás tem suas forças exercidas com as colisões das moléculas, essas colisões são tão numerosas exercendo uma força efetiva e constante, tornando a pressão uma constante no meio (ATKINS, 2017).

O gás tem seu volume definido pelo volume do recipiente onde se encontra, sendo livres para se misturarem livremente, sendo que, se vários gases estiverem dentro de uma mesma mistura, o respectivo volume de cada um deles é o mesmo volume ocupado por toda mistura contida (BRADY, 1986).

Segundo Atkins (2017), a temperatura é a propriedade que indica o equilíbrio térmico, caso dois corpos fossem expostos diante de uma fronteira diatérmica. Assim sendo, o equilíbrio térmico só é alcançado se não ocorrer qualquer mudança de estado entre os corpos que se encontram em contato, através da fronteira diatérmica.

Andersen (1967), denominou o termo “pneumática” como a mecânica dos fluidos compressíveis. Segundo Beater (2007), a pneumática utiliza o ar comprimido como fonte de energia, gerando energia de pressão através da compressão e possibilitando condições para realização de trabalho.

O ar comprimido é uma forma de energia que assegura questão de impacto ambiental, sendo a energia gerada através de sua compressão expandindo-se com facilidade. Em sistemas pneumáticos, utiliza-se fluido pressurizado como principal elemento de energia, sendo o ar atmosférico o mais comum aplicado ao circuito.

### 2.8.1 LEI DOS GASES

Em 1622, Robert Boyle realizou as primeiras medidas quantitativas do comportamento das grandezas físicas, pressão-volume dos gases, onde obteve uma relação do volume sendo inversamente proporcional à pressão. A lei de Boyle é a massa de gás com uma temperatura constante, sendo representada pela seguinte equação (CASTELLAN, 1977).

$$pV = C \quad (2)$$

O cientista francês Jacques Alexandre César Charles, representou a constante C como função da temperatura, originando a Lei de Charles. Diante os experimentos de Gay-Lussac, um químico e físico francês, mediu o volume com uma massa fixa de gás sob pressão fixa, observando a variação linear do volume com a temperatura, expressado pela equação linear a seguir (CASTELLAN, 1977).

$$V = a + bt \quad (3)$$

Charles conseguiu demonstrar, para uma massa fixa de gás encontrando-se sob pressão como uma constante, o aumento relação de volume para o grau de temperatura era o mesmo para todos os gases do experimento. Separando as equações tem-se a Lei de Boyle, Charles e o princípio de Avogadro, conforme equações a seguir:

$$\text{Lei de Boyle: } pV = \text{constante}, a, n, T \text{ constante} \quad (4)$$

$$\text{Lei de Charles: } V = \text{constante} \times T, a, n, p \text{ constante} \quad (5)$$

$$P = \text{constante} \times T, a, n, V \text{ constantes} \quad (6)$$

$$\text{Princípio de Avogadro: } V = \text{constante} \times n, a, p, T \text{ constante} \quad (7)$$

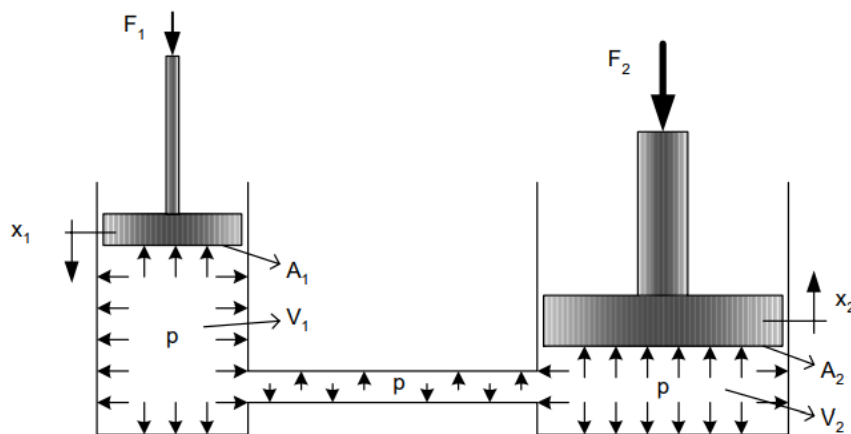
De acordo com as equações acima, relacionaram-se algumas variáveis, onde a Lei de Boyle com a massa fixa e a temperatura constante e a Lei de Gay-Lussac ou Charles, com a massa fixa e a pressão constante. Considerando as equações das leis de Boyle e Charles, atendendo as relações e reescrevendo, obtêm-se a equação geral dos gases ideais (CASTELLAN, 1977).

$$pV = nRT \quad (8)$$

### 2.8.2 PRINCÍPIO DE PASCAL

O Princípio de Pascal é a base da transmissão de energia através dos fluidos, estabelecendo que quando uma força externa tiver a sua aplicação sobre uma parte do fluido que está confinado, a pressão será conduzida a todo fluido e a área contida no recipiente (VON LINSINGEN, 2001). O princípio demonstra a transmissão e multiplicação das forças, onde uma força de baixa magnitude tem a capacidade de suportar uma força de maior magnitude, conforme a imagem a seguir:

Figura 5. Aplicação do Princípio de Pascal para transmissão e multiplicação de forças



Fonte: DE NEGRI, V. J. 2001.

Quando o circuito se encontrar em equilíbrio, onde os êmbolos estiverem parados, a pressão estará distribuída de forma uniforme em todo o fluido:

$$p = \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad (9)$$

Para a lei de Pascal ser válida, é necessário desconsiderar o peso do próprio fluido, sendo totalmente válida para várias aplicações de H&P, sendo aplicável para fluidos compressíveis e

incompressíveis desde que se tenha tempo hábil suficiente para atingir o equilíbrio da pressão por todo o sistema (DE NEGRI, 2001).

### 2.8.3 SISTEMAS PNEUMÁTICOS

Nos sistemas pneumáticos, o motor fornece energia mecânica que é convertida em energia pneumática via compressor. A próxima etapa após a compressão, é a etapa de condicionamento, onde o ar comprimido será preparado antes de ser utilizado no circuito, sendo armazenado dentro dos reservatórios e distribuídos via linhas de transmissão. As válvulas irão fazer a limitação e o controle de energia pneumática, ocorrendo a conversão em energia mecânica (RABIE, 2009).

A Hidráulica e Pneumática é uma tecnologia associada em gerar, controlar e transmitir potência dos fluidos pressurizados. Os ramos de aplicação desses sistemas são diversos: entre os de aplicação pneumática, estão os freios de veículos, acionamentos em máquinas, controle de aeronaves etc. A aplicação desses sistemas está presente em boa parte de toda composição do produto manufaturado (DE NEGRI, 2001).

Segundo De Negri (2001), um fluido pode ser caracterizado como uma substância que se deforma sob a aplicação de uma tensão de cisalhamento, independentemente do tamanho dessa tensão. A força de cisalhamento é a componente tangencial da força aplicada sobre a superfície. Quando dividida pela área, origina-se a tensão de cisalhamento:

$$t = \frac{F}{A} \quad (10)$$

Ainda de acordo com o autor os fluidos se caracterizam pelas fases líquidas e gasosas. O comportamento de fluidos e sólidos é radicalmente diferente. O sólido é caracterizado por ser uma substância que se deforma com a aplicação de uma tensão de cisalhamento, mas limitadamente.

Uma característica importante dos fluidos utilizados em sistemas hidráulicos e pneumáticos, é em relação a compressibilidade. Alguns fluidos podem sofrer algumas variações pequenas da massa específica mesmo com grandes variações de pressões, sendo classificados

como incompressíveis, apresentando-se permanentemente no estado líquido. A massa específica sendo constante, pode classificar-se como compressível (DE NEGRI, 2001).

Os sistemas pneumáticos utilizam o ar comprimido como fonte de energia. O fluido do circuito será tratado como não-viscoso. Para o dimensionamento das válvulas, motores e cilindro, é fundamental incluir o efeito da compressibilidade no circuito (DE NEGRI, 2001).

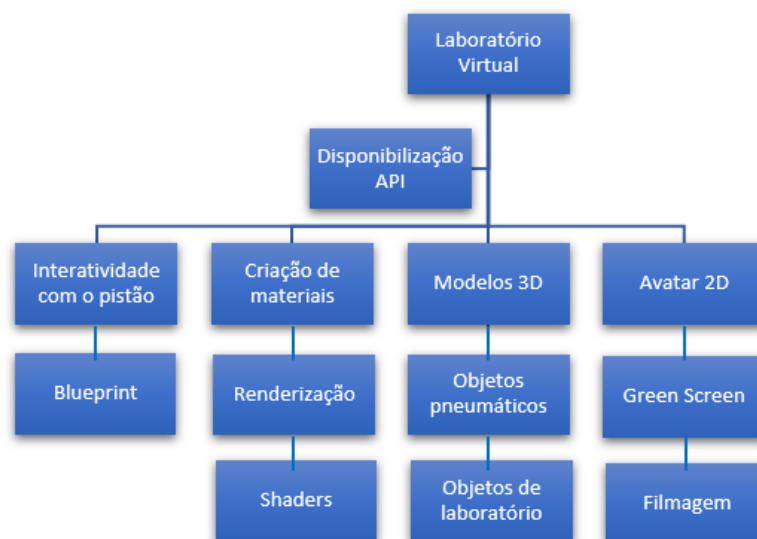
### 3 METODOLOGIA

Tendo em vista as diversas vantagens para o aprendizado e acessibilidade, possibilitados pelo uso da RV no contexto de Metaverso, o presente trabalho foi desenvolvido nas Faculdades Integradas de Aracruz (FAACZ), da cidade de Aracruz, Espírito Santo, utilizando a turma de 8º período do curso de Engenharia Mecânica como objeto de um estudo para avaliar o impacto no aprendizado utilizando a RV. A pesquisa tem caráter quali quantitativa, modalidade de pesquisa com interpretação das informações quantitativas por meio de símbolos numéricos e análise de dados qualitativos a partir da observação, interpretação participativa e interpretação de discursos (KNECHTEL, 2014, p. 106).

Montou-se um fluxograma para o desenvolvimento do projeto de pesquisa, com objetivo principal a criação do laboratório virtual, seguindo as etapas de programação de interatividade no mundo, criação de materiais e texturas, esboço e modelagem dos equipamentos do laboratório, criação de um avatar 2D interativo e a disponibilização de API possibilitando um ambiente multiplayer.

A partir da figura 6 abaixo, é possível visualizar um fluxograma seguido para o desenvolvimento do projeto.

Figura 6. Fluxograma de desenvolvimento do projeto.



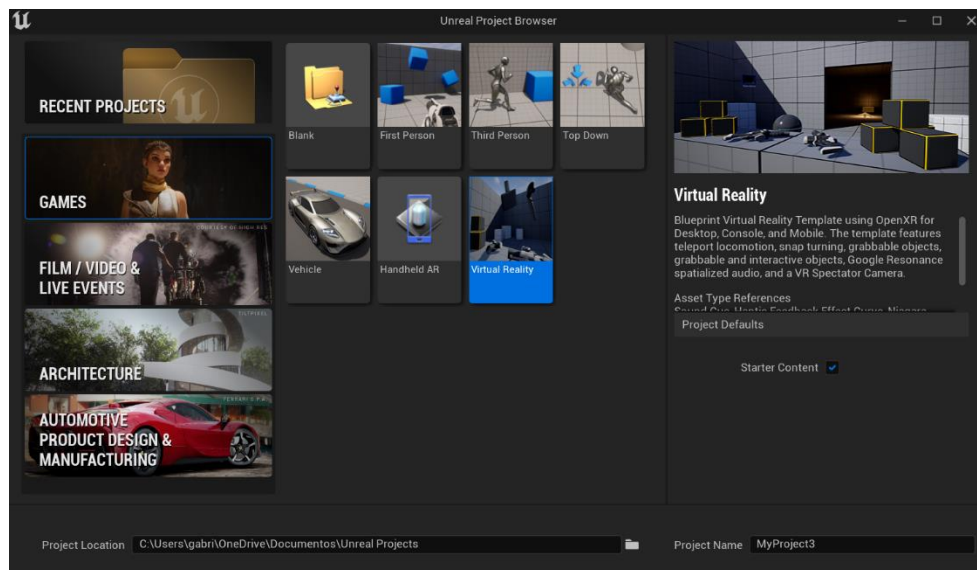
Fonte: Autora (2022)

### 3.1 CRIAÇÃO DO LABORATÓRIO VIRTUAL

Utilizando-se a plataforma de desenvolvimento *Unreal Engine 5* da empresa *Epic Games* construiu-se um cenário virtual. Nesse sentido, El-Wajeh Y, Hatton P, Lee N (2022) explicam o acelerado crescimento da RV, análise de *big data* e simulações imersivas com seu grande impacto na criação de redes expansivas de mundos tridimensionais (3D), citando então o relevante uso da *Unreal Engine 5*, na incorporação dos principais recursos potenciais de aprimoração de qualquer plataforma contruída com o *software*.

Para iniciar o projeto utilizando a *Unreal Engine 5*, dentro de sua plataforma, selecionou-se o template de *Virtual Reality* (Figura 7) para o desenvolvimento do cenário para uso da realidade virtual, havendo câmeras posicionadas e alguns elementos gráficos já inseridos no ambiente, sendo possível a adaptação e alteração.

Figura 7. Template do Projeto



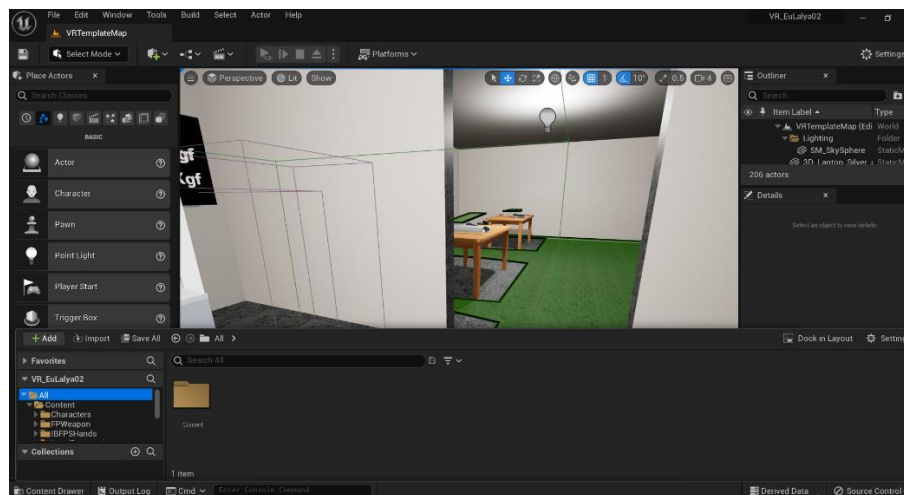
Fonte: Autora (2022)

Complementando o cenário em ambiente virtual, foram-se modelados objetos para compor o laboratório virtual, utilizando-se principalmente o *Blender 3D*. A *Blender Foundation*, organização sem fins lucrativos que responde pelo desenvolvimento do software, apresenta o *Blender 3D* como um programa de código aberto para modelagem, animação, texturização, composição, renderização, edição de vídeos e criação de aplicações interativas em 3D.

Lee (2016), explica que a *Unreal Engine* possui diversos editores que facilitarão a criação de cenários, com o seu editor de inicialização a *Unreal Editor*, editor principal que dará acesso aos outros subsistemas, como o subsistema de Material e *Blueprint*. O *Unreal Editor* composta com todos os seus subsistemas é uma ferramenta potencializadora, permitindo a colocação de física de ativos, capacitando o desenvolvedor à criação desses ativos sem a necessidade da alteração do código fonte.

Inicializando a versão do software *Unreal Engine 5*, abre-se o *Unreal Project Browser*. A partir da criação do *level* desejado será possível visualizar o *Content Browser*, uma janela onde encontram-se diversos componentes do cenário virtual, subdividido em diversos pacotes, assim como, áudios, materiais, animações e efeitos, o qual possibilitará a importação de componentes, modelados em outros *softwares* (LEE, 2016). A imagem seguinte mostra a localização do *Content Browser*.

Figura 8. Localização do Content Browser no software Unreal Engine 5.



Fonte: Autora (2022).

A interatividade dos botões de acionamentos de pressões com a bancada pneumática, foi programada com a linguagem *Blueprint*. A palavra *Blueprint* possui mais de um significado na *Unreal*, sendo o nome de uma linguagem *scripting visual* criada pela *Epic Games* para a *Unreal Engine 4* e refere-se à um novo tipo de objetivo criado usando a linguagem *Blueprint* (ROMERO; SEWELL, 2019).

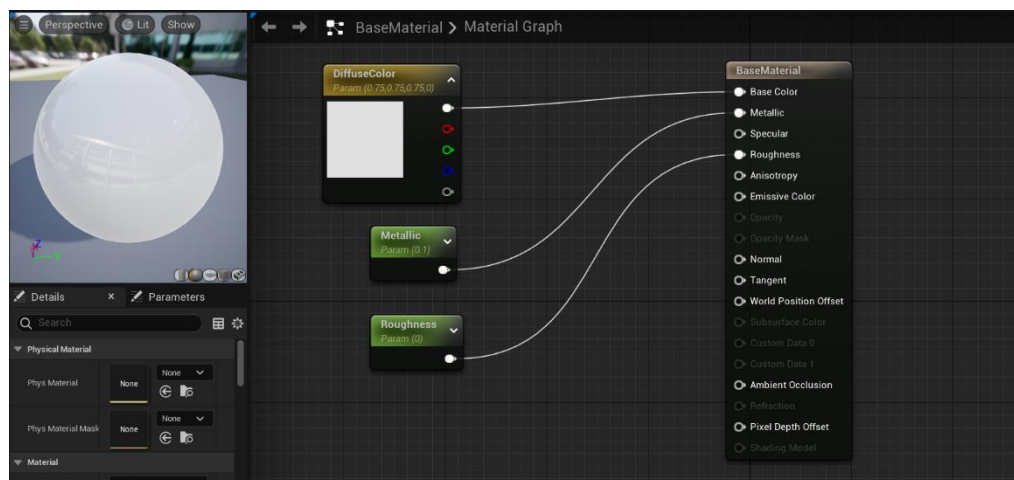


O painel *Event Graph* foi o ambiente de programação da linguagem *blueprint*, de acordo com Romero e Sewell (2019). Nele os eventos e ações são representados por nós e conectados por fios. A programação por *blueprint* é a forma de escrever instruções a qual serão compreendidas e executadas pelo *software* de desenvolvimento, visto isso, trabalha-se com o armazenamento de valor de uma variável, definição de um comportamento de eventos e ações, criação de expressões com operadores e organizando o *script* com macros e funções.

Com o objetivo de expressar um cenário cada vez mais aproximado visualmente da realidade, trabalha-se com a criação de materiais. É possível a criação via *Material Editor*, facilitando a edição e formulações para a personalização da criação, a qual o efeito é instantâneo sendo possível visualizar no painel de jogos. Com o auxílio da programação via *Blueprint* podemos realizar uma manipulação dinâmica para a realização.

Trabalhando com o sombreamento por física em materiais, é utilizado pela *Unreal Engine* a aproximação do efeito da luz para proporcionar mais realismo ao objeto trabalhado, através das propriedades, cor base, rugosidade, metálico e especular. A figura abaixo, retrata a criação de um material com transparência via *Material Editor*.

Figura 9. Criação de material



Fonte: Autora (2022).

### 3.2 EQUIPAMENTOS LABORATÓRIO

Os laboratórios universitários dos cursos de Engenharia, necessitam de equipamentos e máquinas específicas para complementação do ensino teórico, entrando na parte prática do

aprendizado. Tais maquinarias e componentes possuem um alto custo de aquisição e manutenção.

Com o auxílio do *software 3D* é possível simular esses itens por meio da modelagem, oferecendo recursos com custos adequados, mais flexíveis e com melhor facilidade de manipulação. No presente trabalho, com finalidade de um teste prático, trabalhou-se com uma Bancada de Teste Pneumático. Abaixo estão listados os seus principais componentes:

- **Compressor de ar:** Equipamento que irá produzir a energia pneumática para o sistema através do ar comprimido;
- **Filtro regulador:** Tem a finalidade de lubrificar e eliminar as partículas sólidas presentes no ar;
- **Válvula piloto ar:** A válvula é acionada por um diafragma que se ajusta com as variações de pressões, buscando um equilíbrio com a força;
- **Cilindro Pneumático:** Responsável pela movimentação das partes móveis e pela aplicação da força;
- **Conexões:** Conectando as mangueiras que conduzem o ar comprimido, para funcionamento do circuito pneumático;
- **Botão:** Botão para acionamento da válvula piloto ar;
- **Mangueiras de drenagem:** Transporta o ar por todo sistema;
- **Botões para imputar pressões:** No teste simulado em VR, criaram-se botões com diferentes pressões que, quando acionados por meio de clique do usuário, irão imputar determinada pressão escrita para dentro do sistema, assemelhando-se com o regulador de pressão encontrado usualmente no compressor de ar.

### 3.3 CRIAÇÃO DO AVATAR

Para uma representação didática de ensino, foi inserido um avatar para interação com o usuário no laboratório virtual. A finalidade é familiarizar o aluno com o meio, de forma a se sentir estimulado a refletir sobre a explicação que o avatar realiza, e ter autonomia para a realização do teste.

O avatar criado representa à autora do presente trabalho e criadora do laboratório virtual. Iniciou-se o desenvolvimento de criação com o auxílio de uma *Green Screen*, onde foi gravado

via celular um vídeo explicativo de todo o circuito pneumático, junto com instruções para a realização do teste. A figura seguinte mostra o processo descrito.

Figura 10. Criação Avatar 2D.



Fonte: Autora (2022).

Após a gravação do vídeo, o arquivo foi importado para a *Unreal Engine* trabalhando-se com a configuração do fundo e as propriedades visuais refletidas no avatar que será representado em formato 2D.

O personagem virtual configurado foi colocado ao lado da bancada pneumática. Criou-se uma zona via *Navmesh* para que, quando o usuário se aproximar acerca de 1 metro da bancada, o avatar seria acionado e iniciaria sua explicação. Após a finalização das instruções o mesmo se ausenta de cena, retornando apenas com outra aproximação da bancada.

A partir do acionamento do Avatar 2D pela aproximação da bancada, o personagem virtual inicia uma apresentação pessoal, se identificando como tutora do laboratório, e contextualizando alguns conceitos pneumáticos, explicando cada componente agregado à cena e sua respectiva funcionalidade dentro do circuito.

O avatar instrui também na utilização dos botões presentes na bancada e seu efeito no sistema, finalizando com o convite ao usuário de iniciar o teste e poder desbravar o cenário como um todo, seja dentro do laboratório como externamente.

### 3.4 TESTE NA BANCADA PNEUMÁTICA

O usuário que teve a imersão em VR dentro do laboratório virtual, para o acesso foi utilizado o *oculus Quest 2* conectado via *cable link* no notebook de desenvolvimento do cenário, sendo possível também a conexão via *Air Link*, para o qual os *oculos* de VR e o notebook deverão estar conectados na mesma rede *Wifi*.

Com a conexão feita iniciou-se a imersão, dando *play* no *software Unreal Engine*. O usuário irá conseguir visualizar o laboratório em 360° graus, podendo se aproximar da bancada pneumática por meio dos controles agregados com o *oculos quest 2*. O avatar 2D é então acionado.

Após escutar a explicação teórica do sistema pneumático e as instruções para o teste, o usuário tem três opções de pressões para teste: 4 bar, 6 bar e 8 bar. Ao acionar uma dessas opções será possível visualizar a haste do cilindro pneumático se movimentar de acordo com a força aplicada, assim como retornar, visto que o cilindro é de dupla ação.

Ao lado da bancada de teste encontra-se um televisor, uma melhoria feita no ambiente virtual com o objetivo de demonstrar o detalhamento da equação do sistema pneumáticos de acordo com o acionamento das pressões e movimentações do cilindro.

A equação seguinte é representativa dos sistemas pneumáticos, representada no televisor:

$$F = P \times A \times 1,01971 \quad (11)$$

F = Força (kgf)

P = Pressão (bar)

A = Área (cm<sup>2</sup>)

Acilindro =  $\pi \times r^2$

Sendo 1,01971 um fator de correção para converter bar para Kgf/cm<sup>2</sup>.

Os respectivos cálculos considerando a equação acima e de acordo com as opções de pressões apresentadas pelos botões na bancada, estão representados na tabela abaixo, considerando o diâmetro do cilindro= 20 mm e haste= 8mm.

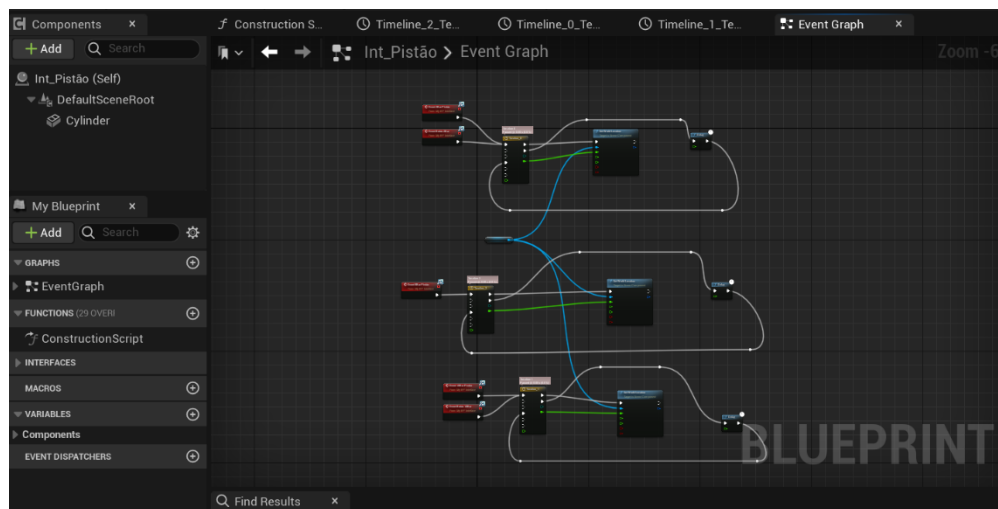
Tabela 1. Tabela de Força de um cilindro pneumático.

Diâmetro interno	Diâmetro haste	FORÇA DO CILINDRO kgf					
		4 bar		6 bar		8 bar	
		Extensão	Retração	Extensão	Retração	Extensão	Retração
20 mm	8 mm	12,8	10,8	19,2	16,1	25,6	21,5

Fonte: Autora (2022).

Sendo assim, ao acionar o botão de pressão, o respectivo cálculo e valor estarão representados no televisor ao lado da bancada pneumática, podendo ser testados inúmeras vezes. Para efeito do avanço do cilindro acionado pelo botão, foi realizada a programação individual via *Blueprint* de cada pressão com sua respectiva força, assim como, demonstrada na figura abaixo.

Figura 11. Blueprint movimento cilindro pneumático.

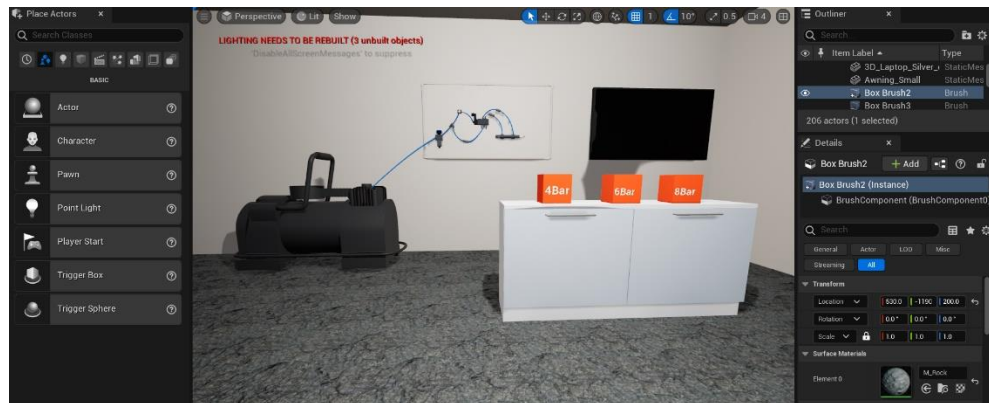


Fonte: Autora (2022).

Após a realização do teste de bancada pneumático o usuário pode navegar pelo laboratório interagindo com os objetos ali presentes, pegando e soltando eles. Os mesmos possuem atributos físicos para representarem a ação da gravidade no meio virtual.

O estudante poderá navegar externamente ao laboratório, visualizando outros departamentos, representando o lado externo da universidade virtual. Sendo possível ao olhar para o céu, visualizar as nuvens se movendo e o sombreamento em elementos externos. Demonstra-se na figura abaixo o laboratório virtual e o meio externo.

Figura 12. Bancada de Teste Pneumático Unreal Engine.



Fonte: Autora (2022).

Figura 13. Cenário externo Unreal Engine.



Fonte: Autora (2022).

### 3.5 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA DE IMPACTO

Para avaliar o impacto da utilização da Realidade Virtual na aprendizagem dos estudantes de Engenharia Mecânica da FAACZ, foram convidados 16 estudantes da turma de 8º período de Engenharia Mecânica, conforme disponibilidade. Indicou-se estudantes do 8º período pois, conforme a grade curricular da Faculdade os mesmos recentemente cursaram a disciplina de Sistemas Hidráulicos e Pneumáticos.

A pesquisa contou com dois momentos, sendo eles (1) exposição de uma aula teórica sobre pneumática e, (2) exposição de uma aula teórica sobre pneumática complementando com a imersão em RV para a execução do teste de bancada em laboratório virtual. Os alunos foram divididos em dois grupos, grupo A contemplado apenas com a aula teórica e o grupo B contemplado com a aula teórica e imersão em RV. A aula teórica foi desenvolvida contemplando conceitos básicos de pneumática, explicação da importância e funcionamento de um teste de bancada e as principais equações envolvidas. O teste de bancada em realidade virtual foi desenvolvido contemplando três diferentes pressões 4 bar, 6bar e 8bar, apresentando os conceitos práticos da equação explicada em sala de aula.

$$F= A \times P \times 1,01971 \quad (11)$$

Antes e pós cada momento, foi aplicado um questionário de acordo com Lakatos e Marconi (1991), constituído por perguntas objetivas. O questionário antecedendo a aula teórica, destinado a todos os alunos possui 4 questões voltadas para perguntas básicas a respeito das expectativas do impacto da RV na implementação pedagógica. O segundo questionário após os dois momentos de cada grupo, possui 5 questões voltadas para o conhecimento técnico adquirido e experiência vivenciada pelo estudante ao longo das práticas sob diferentes cenários e a perspectiva dos estudantes do grupo B, após a imersão.

### 3.6 ANÁLISE DE DADOS

Os questionários foram elaborados no *Google Forms*, cujo link foi disponibilizado aos estudantes antes e após cada momento.

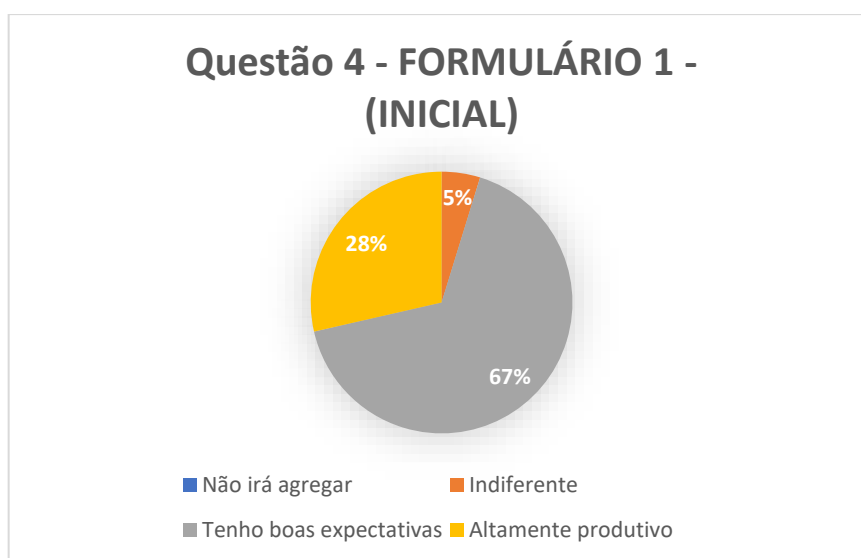
Os gráficos foram gerados a partir do *Microsoft Excel* e para comparação estatística dos resultados, os dados foram submetidos a testes de normalidade.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Através dos instrumentos de avaliação inicial e após os momentos expostos, por meio da aplicação dos questionários a dezesseis alunos da turma do 8º período do curso de Engenharia Mecânica da FAACZ, apresentamos e analisamos os resultados da pesquisa executada.

Os resultados do formulário inicial, aplicado ao grupo A e B, apresentam que 87,5% dos alunos não realizaram nenhum teste de bancada pneumática em laboratório, 81% nunca teve uma experiência com Realidade Virtual e 67% dos alunos tinham boas expectativas em relação ao estudo acadêmico complementado com o uso de Realidade Virtual, conforme figura abaixo.

Figura 14. Formulário inicial aula prática.



Fonte: Autora (2002)

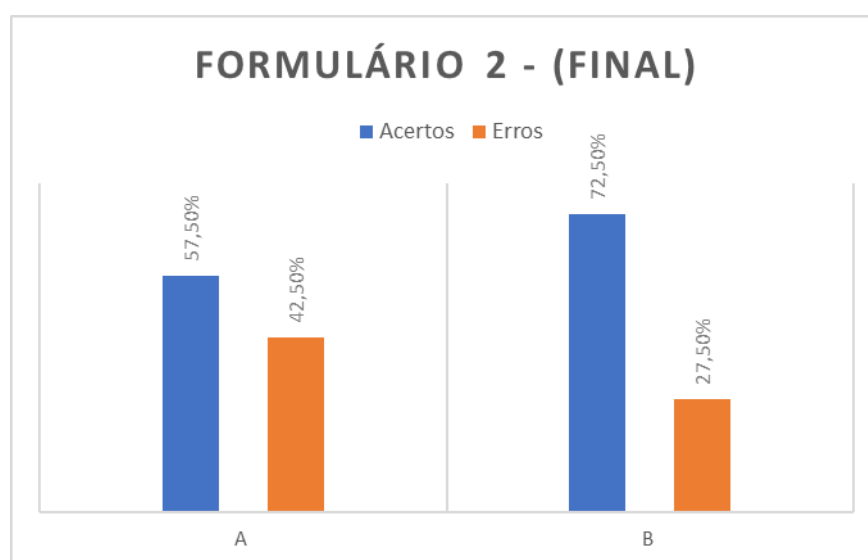
Após os dois momentos vivenciados por cada grupo, ambos responderam o formulário final voltado para perguntas técnicas de acordo com o conteúdo exposto em aula teórica e em ambiente virtual. O formulário final possui 5 questões, questionando o que são sistemas pneumáticos, a fórmula utilizada para obter o resultado final de um teste de bancada, a fonte fornecedora de energia para o circuito pneumático, principais componentes para um teste de bancada pneumática e qual componente agirá como direcionador de pressão para o cilindro. Tais questionamentos tiveram como base a explicação realizada em sala de aula por meio da



aula teórica com o auxílio de uma apresentação utilizando *Power Point*, contendo figuras representativas do tema, quanto também por meio do avatar 2D contido em ambiente virtual, para os alunos do grupo B.

Diante os dados expostos, observa-se o nível de assertividade das questões entre os grupos, cerca de 15% de mais assertividade para o grupo B do que o grupo A. Analisando os dados, as questões de maior índice de erro pelo o grupo A, foram relacionadas à componentes e fórmulas relacionadas ao teste de bancada pneumática.

Figura 15. Formulário 2.



Fonte: Autora (2002)

Nesse sentido, conforme salienta Ausubel (2017), Freire (2017), Gardner (2017), Perrenoud (2017), Vygostsky (2017), as metodologias ativas de ensino, centralizando o aluno, estimulam a sua reflexão e autonomia. Neste caso, o discente não encontrando um encadeamento lógico que possibilite a reflexão e visualização do tema exposto, este não consegue construir mentalmente um significado para esse aprendizado, portanto, não aprende, apenas memoriza temporariamente (MALDANER, 2000).

Deste modo, a fim de reforçar a ideia de Maldaner (2000), Krasilchik (2005), Marandino *et al.* (2005), Torres e Marriott (2007), de que as metodologias escolhidas para a realização de uma aula influenciam diretamente no ensino e aprendizagem. Analisando os dados apresentados na figura acima, observa-se que os alunos do grupo B, foram centralizados e puderam agir de forma autônoma em ambiente virtual, obtiveram melhores resultados em

relação a assertividade das questões do que o grupo A exposto a modelos didáticos tradicionais.

Ao finalizar as questões técnicas no formulário final, o grupo B foi contemplado com um último questionamento sobre a perspectiva do estudo acadêmico complementado com o uso de Realidade Virtual, tal pergunta já realizada no formulário inicial exposta aos grupos A e B. O resultado foi que cerca de 88% dos alunos do grupo B, após a imersão em Realidade Virtual, tiveram suas expectativas superadas diante a experiência e acreditam na potencialização do ensino com o uso da ferramenta, conforme figura abaixo.

Figura 16. Formulário 2 (Grupo B).



Fonte: Autora (2002)

Acredita-se que o uso da Realidade Virtual proporciona o aluno uma maior reflexão diante a temática do aprendizado, sendo assim, conseguindo absorver mais rapidamente e criando significado do conhecimento adquirido através da sua centralização diante o ensino. Aumentando assim as chances deste ensino ter impacto positivo para o discente, o qual os resultados desta pesquisa demonstram tal fato.

## 5 CONCLUSÃO

Partindo da premissa da criação e possibilitar a realização de atividades práticas no ensino da pneumática com Realidade Virtual, testando à tecnologia com estudantes do curso de Engenharia Mecânica, conclui-se que este projeto conseguiu alcançar o objetivo de desenvolver e apresentar um novo recurso de ensino-aprendizagem.

Este primeiro projeto de implementação contemplado com uma pesquisa em sala de aula, com um grupo limitado de alunos, expostos a atividades teóricas e práticas com uma bancada pneumática virtual, demonstra bons resultados e expectativas do ensino complementado com tecnologias emergentes, como a Realidade Virtual.

A presente tentativa de aproximação da tecnologia capaz de produzir mundos virtuais com uma sensibilidade limitada, mas, para as atuais circunstâncias, extremamente útil para reproduzir a realidade de forma empolgante. A virtualização foi realizada em elementos simples utilizando substâncias (ar comprimido) de comportamento previsível e facilmente equacionável. Os próximos passos vão estudar comportamentos e sistemas mais complexos.

É ainda prematuro emitir conclusões definitivas. A tecnologia evolui rapidamente e a aplicação em educação é ainda incipiente. Mas os resultados obtidos até agora são alentadores.

Dessa forma, espera-se incentivar outros acadêmicos a realizar novas pesquisas com a Realidade Virtual para implementação pedagógica no ensino superior nos cursos de Engenharias.

## 6 REFERÊNCIAS

- Adams, L. Visualização e realidade virtual, Ed. Makron Books, pp. 255-259, São Paulo, 1994.
- Andersen, B. W. The analysis and design of pneumatic systems. New York: Wiley, 1967.
- Araújo, R. B. Especificação e análise de um sistema distribuído de realidade virtual, São Paulo, Junho, 144 Pp., Tese (Doutorado), Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1996.
- Atkins. FÍSICO-QUÍMICA. 8. ed. LTC, Vol. 1. 3, 2017.
- Bailenson, J. Experience on Demand: What Virtual Reality Is, How It Works, and What It Can Do; W. W. Norton: New York, NY, USA, 2018.
- Beater, P. Pneumatic Drives: System Design, Modelling and Control. Berlin, Germany: Springer, 2007.
- Blender. O que é Blender Foundation. Disponível em:<<http://www.blender.org/blenderorg/blender-foundation/about/>>.
- Borim, Maria Luiza Costa; Spigolon, Dandara Novakowski; Christinelli, Heloa Costa Borim; Labegalini, Célia Maria Gomes; Lourenço, Mariana Pissioli; Costa, Maria Antonia Ramos. Ausência de atividades práticas durante a pandemia: impacto na formação de acadêmicos. Revista de Educação, Ciência e Cultura, Canoas, v. 26, n. 2, 2021.
- Brady, J. Química geral. 2. ed. Livros técnicos e científicos, Vol. 1, 1986.
- Brasil. Resolução nº 2, de 24 de Abril de 2019. Regulamentada a Lei no 4.024, de 20 de Dezembro de 1961. Brasília: DOU Diário Oficial da União. Publicado no D.O.U de 26 de Abril de 2019.
- Burdea, G. & Coiffet, P. Virtual reality technology, John Wiley & Sons, New York, N.Y, 1994.
- Christopoulos, A.; Mystakidis, S.; Pellas, N.; Laakso, M.-J. ARLEAN: An Augmented Reality Learning Analytics Ethical Framework. Computers 2021, 10, 92.
- Comeau, C. P. & Bryan, J. S. Headsight television system provides remote surveillance, Electronics, pp. 86-90, November, 1961.
- De Negri, V. J. Sistemas Hidráulicos e Pneumáticos para Automação e Controle: Parte I – Princípios Gerais da Hidráulica e Pneumática. Florianópolis, 2001.

Diesel, Aline; Diesel, Daniela; Martins, Silvana Neumann. Metodologias Ativas no Ensino Superior: Um estudo de caso. Anais do Seminário de Educação, Conhecimento e Processos Educativos, Santa Catarina, V .1, 2015.

Diesel, Aline; Marchesan, Michele Roos; Martins, Silvana Neumann. Metodologias Ativas de Ensino na Sala De Aula: Um Olhar de Docentes da Educação Profissional Técnica de Nível Médio. 2016.

Dionisio, J.D.N.; Burns, W.G., III; Gilbert, R. 3D Virtual worlds and the metaverse. ACM Comput. Surv. 2013, 45, 1–38.

Donato Spinardi, J., & José Both, I. (2018). Blended learning: o ensino híbrido e a avaliação da aprendizagem no ensino superior. Boletim Técnico Do Senac, 44(1). <https://doi.org/10.26849/bts.v44i1.648>.

Ellis, S. R. What are virtual environments?, IEEE Computer Graphics and Application, 31 pp. 17-22, January, 1994.

El-Wajeh Y.; Hatton P.; Lee N. Unreal Engine 5 and immersive surgical training: translating advances in gaming technology into extended-reality surgical simulation training programmes. The British journal of surgery, Sheffield UK, 8 de Fevereiro de 2022.

Favero M, et al. Ensino Superior em Saúde em tempos de Pandemia: reflexões emergentes. Brazilian Journal of Development, 2020.

Felipe, M.; Orvalho, J.G. Blended-Learning e aprendizagem colaborativa no ensino superior. 2004. Trabalho apresentado no VII Congresso Iberoamericano de Informática Educativa.

Ferguson, N. M., Laydon, D.; Nedjati-Gilani, G.; Imai, N.; Ainslie, K.; Baguelin, M.; Bhatia, S.; Boonyasiri, A.; Cucunubá, Z.; Cuomo-Dannenburg, G.; Dighe, A.; Dorigatti, I.; Fu, H.; Gaythorpe, K.; Green, W.; Hamlet, A. ; Hinsley, W.; Okell, L. C.; Van Elsland, S.; Ghani, A. C. (2020). Impact of non-pharmaceutical interventions (NPIs) to reduce COVID-19 mortality and healthcare demand.

Freire, P. Pedagogia da autonomia. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2011.

Hand, C. A Survey of 3D Interaction Techniques. <http://www.cms.dmu.ac.uk/~cph/Publications/CGF97/3dint.ps.gz> (Janeiro), 1997.

Jacobson, L. Virtual reality: A status report, AI Expert, pp. 26—33, August, 1991.

Joye CR, et al. Distance Education or Emergency Remote Educational Activity: in search of the missing link of school education in times of COVID-19. Research, Society and Development, 2020.

Kapp, K.M.; O’Driscoll, T. Learning in 3D: Adding a New Dimension to Enterprise Learning and Collaboration; Pfeiffer: San Francisco, CA, USA, 2010; ISBN 9780470504734.

- Knechtel, Maria do Rosário. Metodologia da pesquisa em educação: uma abordagem teórico-prática dialogada. Curitiba: Intersaberes, 2014.
- Krasilchik, M. Prática de Ensino de Biologia. 6. ed. São Paulo. 6. ed. Harbra, 1996. p. 1- 267.
- Krueger, M. W. Artificial reality II, Addison-Wesley, Reading, MA, USA, 1991.
- Lakatus, M.E.; Marconi, M. A. Fundamentos de metodologia científica.3 ed. São Paulo: Atlas, 1991.
- Lee, Joanna. Learning Unreal Engine Game Development: A step-by-step guide that paves the way for developing fantastic games with Unreal Engine 4. Birmingham. Packt Publishing. 2016.
- Leston, J. Virtual reality: the it perspective, Computer Bulletin, pp. 12-13, June, 1996.
- Logishetty, K.; Rudran, B.; Cobb, J.P. Virtual reality training improves trainee performance in total hip arthroplasty: A randomized controlled trial. Bone Joint J. 2019.
- Machover, C.,S. E. Virtual reality, IEEE Computer Graphics and Application, pp. 15-16, January, 1994.
- Maldaner, O. A. A formação inicial e continuada de professores de química. Ijuí: UNIJUÍ, 2000.
- Marandino, M. et al. (org). Ensino de Biologia: conhecimentos e valores em disputa. Niterói, RJ. Eduff, 2005.
- Michaelis – Moderno Dicionário da Língua Portuguesa – São Paulo, Companhia Melhoramentos – 1998.
- Mystakidis, S. Metaverse. Encyclopedia 2022, 2, 486-497.
- Parisi, T. The Seven Rules of the Metaverse. Available online: <https://medium.com/metaverses/the-seven-rules-of-themetaverse-7d4e06fa864c> (accessed on 12 October 2022).
- Pekelman, H.; Jr Mello, G.A. A importância dos laboratórios no ensino de Engenharia Mecânica. COBENGE - Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, São Paulo,2004.
- Pimentel, K. & Teixeira, K. Virtual reality - through the new looking glass. 2.ed. New York, McGraw-Hill, 1995.
- Rabie, M. G. Fluid power engineering. Nova York, Nova York, EUA: McGraw-Hill 2009.
- Rheingold, H. Virtual reality. New York, Touchstone, 1991.

Romero, Marcos.; Sewell, Brenden. Blueprints Visual Scripting for Unreal Engine Second Edition: The faster way to build games using UE4 Blueprints. Birmingham. Packt Publishing. 2019.

Salmon, G. May the Fourth Be with you: Creating Education 4.0. J. Learn. Dev. 2019, 6, 95–115.

Silva MD, et al. Panorama clínico dos profissionais de saúde em meio a pandemia na Capital do Amazonas. *Brazilian Journal of Health Review*, 2021.

Slater, M.; Gonzalez-Liencre, C.; Haggard, P.; Vinkers, C.; Gregory-Clarke, R.; Jelley, S.; Watson, Z.; Breen, G.; Schwarz, R.; Steptoe, W.; et al. The Ethics of Realism in Virtual and Augmented Reality. *Front. Virtual Real.* 2020, 1, 1.

Stephenson, N. *Snow Crash: A Novel*; Random House Publishing Group: New York, NY, USA, 2003; ISBN 9780553898194.

Torres, P. L.; Marriott, R. de C. V. Mapas Conceituais. In TORRES, P. L. (Org.). *Algumas vias para Entretecer o Pensar e o Agir*. Curitiba: SENARPR, 2007.

Turunem, M. Error Handling in Speech User Interfaces in the Context of Virtual Worlds, [http://www.cs.uta.fi/~mturunen/error\\_handling/error\\_handling.html](http://www.cs.uta.fi/~mturunen/error_handling/error_handling.html) (Janeiro), 2002.

Valente, J.A. Blended learning e as mudanças no ensino superior: a proposta da sala de aula invertida. *Educar em revista*, Curitiba, n. 4, p. 79-97, 2014.

Yuste, R.; Goering, S.; Arcas, B.A.y.; Bi, G.; Carmena, J.M.; Carter, A.; Fins, J.J.; Friesen, P.; Gallant, J.; Huggins, J.E.; et al. Four ethical priorities for neurotechnologies and AI. *Nature* 2017.