

## Aprendizado de máquinas industriais utilizando Realidade Virtual

### Industrial machine apprenticeship using Virtual Reality

Rodrigo Araujo Salles<sup>1</sup>  
Jorge Enrique Camino-Oyarce de Araújo<sup>2</sup>  
Simone Regina Ceolin<sup>3</sup>  
Tiago Rizzetti<sup>4</sup>  
Osmar Marchi dos Santos<sup>5</sup>  
Andrei Piccinini Legg<sup>6</sup>

#### Resumo

A Realidade Virtual (RV) é uma tecnologia que se encontra em constante crescimento, sendo utilizada cada vez mais para auxiliar no conhecimento e aprendizado. Na indústria, a tecnologia de RV têm sido cada vez mais utilizada para o treinamento de pessoas. Em muitos casos, a máquina a ser utilizada por um trabalhador pode trazer riscos a sua segurança. Nestes casos, o uso da RV provê mecanismos para que o aluno treine em um ambiente seguro. Na indústria metalúrgica, um equipamento perigoso e que pode beneficiar do uso de RV para o seu treinamento é o Torno Mecânico. Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo desenvolver um ambiente em RV para o treinamento do uso de um Torno Mecânico, potencialmente, reduzindo o tempo necessário para a capacitação e trazendo mais segurança para o aluno.

**Palavras-chaves:** Realidade Virtual; Educação; Torno Mecânico.

#### Abstract

Virtual Reality (VR) is a technology that is constantly growing, being increasingly used to aid in knowledge and learning. In the industry, VR technology has been increasingly employed for personnel training. In many cases, the machine to be used by a worker can pose risks to their safety. In these cases, the use of VR provides mechanisms for the student to train in a safe environment. In the metallurgical industry, one dangerous equipment that could benefit from

---

<sup>1</sup> Graduando em Tecnologia em Redes de Computadores pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Atualmente é bolsista de pesquisa do Colégio Técnico Industrial da Universidade Federal de Santa Maria (CTISM/UFSM). E-mail: rodrigo-salles.1@acad.ufsm.br

<sup>2</sup> Graduando em Tecnologia em Redes de Computadores na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Atualmente é bolsista de pesquisa no Colégio Técnico Industrial da Universidade Federal de Santa Maria (CTISM/UFSM). E-mail: jorge.araujo@redes.ufsm.br

<sup>3</sup> Doutora em Ciência da Computação pela Universidade de York (York, Reino Unido). Professora Associada II no Colégio Técnico Industrial da Universidade Federal de Santa Maria (CTISM/UFSM).. E-mail: sceolin@redes.ufsm.br

<sup>4</sup> Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Professor Adjunto da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). E-mail: tiago.rizzetti@redes.ufsm.br

<sup>5</sup> Doutor em Ciência da Computação pela University of York (York, Inglaterra). Professor Associado III no Departamento de Eletrônica e Computação da Universidade Federal de Santa Maria (DELCT/UFSM). E-mail: osmar@inf.ufsm.br

<sup>6</sup> Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Professor Associado II no Departamento de Eletrônica e Computação da Universidade Federal de Santa Maria (DELCT/UFSM). Diretor do Laboratório de Ciências Espaciais de Santa Maria (LACESM/UFSM). E-mail: andrei.legg@gmail.com

VR training is the Mechanical Lathe. In this sense, the present work aims to develop a VR environment for training in the use of a Mechanical Lathe, potentially reducing the time needed for training and bringing more safety to the student.

**Keywords:** Virtual Reality; Education; Mechanical Lathe.

## 1. Introdução

O uso de tecnologia pode resultar em mudanças significativas em um paradigma de vida para um sujeito. A inclusão de tecnologias nos ambientes de ensino, empresarial, residencial (casas, prédios), lugares públicos (*shopping*, restaurantes, entre outros) está cada vez mais frequente, permitindo o apoio e complemento no processo de absorção da informação (ALVES, 2015).

A segurança no local de trabalho é a prática de criar um ambiente de trabalho seguro, podendo incluir medidas de prevenção de acidentes, bem como políticas e procedimentos para lidar com emergências. Geralmente, trabalhadores com muitos anos de experiência já não correm tantos riscos, pois sabem as rotinas a serem seguidas em casos adversos, mas estudantes, jovens aprendizes não têm todo esse conhecimento para lidar com as eventuais adversidades ou acidentes no local de trabalho (GOLDMAN, 2000).

Com esse conhecimento, a proposta é desenvolver um ambiente em Realidade Virtual (RV) para o aprendizado de tornearia mecânica, uma fabricação extremamente perigosa se mal praticada. No momento em que se executa tal atividade dentro de um ambiente virtual, se remove todo e qualquer risco apresentado ao torneiro, enquanto se ensina o funcionamento da máquina e os procedimentos de segurança.

A segurança no local de trabalho é baseada em procedimentos e indicações de como agir em determinadas situações emergenciais, adotando padrões de comportamento, equipamento e materiais exatos para evitar e conter possíveis acidentes, tudo isso para que se possa instaurar um ambiente o mais confortável, confiável e seguro quanto possível. Alguns trabalhos os quais envolvem riscos à saúde ou até mesmo a vida, continuam sendo perigosos mesmo ao seguir os protocolos de segurança (KAMINSKI, 2015), o que ressalta o fato de que quanto mais experiente o indivíduo responsável por tais atividades for, menores serão as chances de algum problema ocorrer durante o exercício de sua profissão (GOLDMAN, 2000).

Em termos técnicos, a Realidade Virtual é uma tecnologia baseada em interfaces 3D que tentam criar uma conexão entre o usuário e um ambiente simulado em 360°, tendo como objetivo criar sensações e realmente inserir quem a utiliza em um novo mundo. Essa é uma das tecnologias das quais mais se tem tido investimento e acabaram por melhor se desenvolver, e se adaptar nos últimos tempos, sendo promissora e com o potencial de revolucionar o ensino e prática de todas as áreas de ensino e pesquisa, dentre elas, a fabricação mecânica. Conforme apresentado em Braga (2001), com a utilização de dispositivos de Realidade Virtual, os alunos podem explorar ambientes virtuais interativos que simulam de forma realista.

Nesse contexto, também estão inclusos os processos de fabricação mecânica, então, através desta tecnologia, os alunos podem aprender a montar, desmontar e operar máquinas sem se preocupar com danos ou riscos à segurança. Além disso, os alunos podem testar suas habilidades em situações simuladas que seriam perigosas de se realizar em ambiente real.

A Realidade Virtual oferece uma oportunidade única para o ensino das mais diversas áreas (QUEIROZ; TORI, 2017), assim como para a fabricação mecânica, tornando o aprendizado mais seguro, eficiente e envolvente. À medida que a tecnologia continua a evoluir, é possível visualizar o crescimento desse campo, que cada vez mais se torna uma forte ferramenta quando aliada ao ensino e aprendizado.

Neste trabalho, propõem-se o desenvolvimento de um ambiente construído em RV que possibilite o estudo e aprendizado da tornearia mecânica, das suas funcionalidades e correto manuseio do maquinário, com a visualização de modelos 3D desenvolvidos através de softwares de modelagem de objetos, com cada objeto independente para livre movimentação e interação, permitindo a criação de funcionalidades únicas para cada um. A fabricação de peças é extremamente perigosa se mal aplicada, assim como várias outras atividades que podem ser nocivas à saúde ou que geram prejuízo, malefícios esses que podem ser evitados ou reduzidos com um treinamento adequado em Realidade Virtual (DEWAN, 2023).

Com o uso de dispositivos de RV, os alunos podem explorar ambientes virtuais interativos que simulam de forma realista os processos de utilização do Torno Mecânico. Dessa forma, removem-se os riscos e ameaças que o torneiro corre em um ambiente real, ao mesmo tempo que se pode aprender sobre os detalhes de um Torno Mecânico e suas diversas possibilidades de utilização. Familiarizando-se com o

equipamento durante o aprendizado, reduzindo possíveis riscos de uma posterior operação em ambiente real.

O presente artigo está estruturado da seguinte forma: na Seção 2 é apresentada a revisão bibliográfica, a Seção 3 é discutida a metodologia para o desenvolvimento da plataforma do Torno Mecânico em RV, incluindo aspectos de modelagem e programação de software, por fim, na Seção 4 são apresentadas as conclusões e trabalhos futuros.

## 2. Referencial teórico

O objetivo central deste trabalho concentra-se no desenvolvimento de um ambiente de simulação em RV, focando no treinamento de um Torno Mecânico. Dessa forma, esse referencial teórico apresenta na próxima subseção os trabalhos relacionados, na Subseção 2.2 conceitos necessários sobre segurança do trabalho e apresenta na Subseção 2.3 as tecnologias utilizadas para desenvolvimento do trabalho.

### 2.1 Trabalhos relacionados

O documento desenvolvido por Fetter (2019) fala sobre os detalhes os quais a tecnologia se sobressai no meio educacional, pois ela potencializa a capacidade de aprendizado dos estudantes, além de capacitá-los da melhor forma possível, com atividades práticas, interativas e envolventes. Assim, mostrando o quão importante é o uso de tecnologias como a Realidade Virtual em sala de aula para incentivar e aprimorar os estudos.

Queiroz (2017) nos mostra o potencial que a Realidade Virtual tem, analisando seu desenvolvimento e aprimoramento ao longo dos anos até a época atual, tendo o avanço acelerado e promissor, fazendo assim com que cada vez mais se invista em dispositivos e setores inteiros de empresas voltados para a produção e melhora do mesmo. Quanto a isso se pode concluir que é plausível investir naquilo que a tecnologia promete, como ambientes virtuais nos quais é possível viver experiências únicas, potencializando a taxa de aprendizado, além de diminuir o possível número de erros e acidentes envolvendo práticas futuras.

Dewan (2023) coloca a prova o uso de Realidade Virtual em treinamentos através de simuladores que colocam a prova seus praticantes em situações reais

debaixo d'água, aprimorando o domínio marítimo até mesmo de maquinários que possam ser utilizados no oceano, através de simulações 3D controladas e seguras para aprender.

Dessa forma, observa-se o uso da Realidade Virtual, visando treinar futuros profissionais ou especializar aqueles já formados em alguma área específica, visando minimizar gastos e riscos a de vida e saúde aqueles que praticam tais atividades.

Como o objetivo desta pesquisa consiste no desenvolvimento de um ambiente virtual 3D simulado para treinamento de conhecimentos metalúrgicos, em específico para a máquina Torno Mecânico, tem-se os principais pontos de pesquisa definidos e baseados nos trabalhos citados anteriormente, logo, pode dar-se início ao planejamento de desenvolvimento da pesquisa como um todo.

## **2.2. Segurança do trabalho em uma metal mecânica**

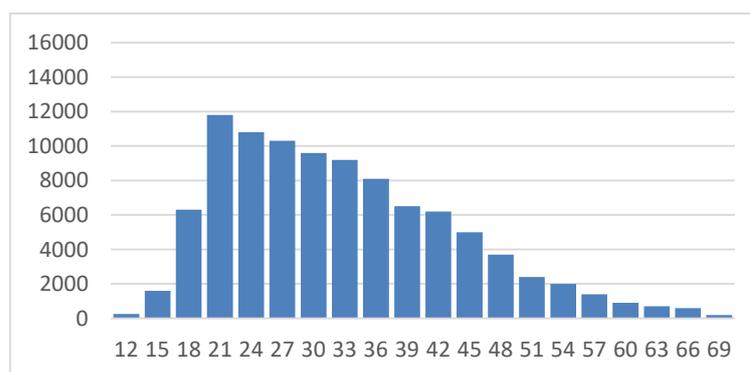
O trabalho vindo de uma metalúrgica ou metal mecânica é algo essencial para o funcionamento dos mais diversos meios, como instituições, construções, iniciações, dentre outros, e sem o exercício desses profissionais não seria possível produzir diversas peças como, eixos, pistões e parafusos. Goldman (2000) diz que “O mundo do trabalho é complexo e cada vez mais pressionado por uma dinâmica global que exige a criação de novas técnicas, novos sistemas e novas tecnologias de produção”, sendo esse um dos principais motivos para a criação de leis e normas trabalhistas que exigem um ambiente favorável e seguro para aqueles relacionados às atividades específicas exercidas por cada entidade (SO/TR, 2012). Tais normas visam evitar possíveis acidentes, porque além de prezar pela saúde e bem-estar de cada indivíduo, os danos causados por possíveis ameaças no ambiente variam entre atrasar o fluxo de produção e causar danos financeiros, físicos e psicológicos, para os trabalhadores e suas famílias (KAMINSKI, 2015).

A Figura 1 apresenta um gráfico com os acidentes no meio da indústria e da metalurgia estão diretamente ligados a quantidade de experiência que o profissional tem perante os demais, sendo diretamente proporcional a quantidade de atividades exercidas pelos mesmos ao longo de sua carreira, resultado de prática e treino, que só pode ser obtida com o passar do tempo. A maior faixa de acidentes que ocorre entre aqueles que trabalham com a metal mecânica, está concentrada entre pessoas de 18 a 27 anos, tendo uma média de acidentes elevada. No contexto em que esta

pesquisa está inserida, não se pode negar que o índice de acidentes decorridos entre adolescentes e jovens adultos também é alarmante, e, de modo geral, uma solução que visa diminuir esses valores é necessária (GOLDMAN, 2000).

O Torno Mecânico é uma máquina de complexo aprendizado, pois envolve um conjunto grande de comandos para seu funcionamento correto. Existem muitos perigos associados à operação de um torno mecânico como cortes, descargas elétricas e inalação de resíduos químicos, e é importante que os operadores estejam cientes desses riscos e tomem medidas de segurança adequadas. Portanto, um bom treinamento deve ser feito antes de realmente se operar um Torno Mecânico, o que pode ser feito através de um ambiente simulado em Realidade Virtual. Segundo Dewan (2023), isso possibilita exercitar o manuseio do maquinário sem ameaças.

**Figura 1** - Taxa de acidentes pela idade na metalurgia (adaptação)



Fonte: conforme apresentado na dissertação de Goldman (2000)

### 2.3. Segurança do trabalho em uma metal mecânica

A Realidade Virtual é uma das tecnologias que mais se destaca atualmente, crescendo e se desenvolvendo de forma acelerada e ganhando foco nas mídias, o que acaba influenciando cada vez mais sua disseminação e inserção no cotidiano (TORI; HOUNSELL, 2020), sendo utilizada para fins de trabalho como reuniões a distância de forma cômoda, para jogar jogos e ter experiências imersivas, estudar estruturas ou constelações e o universo de um novo ponto de vista, ou simplesmente ter conversas casuais com amigos.

No ramo empresarial, a proposta de encontrar-se em um ambiente comum ao de seus colegas para participar de uma reunião (ou qualquer outro fim), mesmo sem esses realmente estarem no mesmo ambiente é tentadora, além da possibilidade de realizar eventos sociais, interativos e até mesmo educativos, fortalecendo os laços daqueles que participam. Esses e muitos outros cenários motivaram a expansão do

mercado de RV, popularizando termos como o “Metaverso” e abrindo os olhos do mundo todo para os primeiros passos de uma revolução na forma como se enxerga essa tecnologia.

Da mesma forma como a RV despertou interesse em diversos ramos, não seria diferente com o ramo educacional, chamando a atenção de alunos, professores e desenvolvedores interessados em melhorar a qualidade dos estudos ao tentar introduzir a nova tecnologia no meio da educação. O mais interessante de tudo, é a possibilidade de desenvolver novas soluções independentemente da área de atuação, seja para ministrar matérias básicas do ensino fundamental, ou disciplinas mais complexas e avançadas de um superior ou mestrado.

Um dos pilares para o desenvolvimento de um *software* em RV é o uso de objetos 3D. A modelagem 3D é um método comum nos tempos modernos, que consiste em gerar modelos 3D em softwares especializados nesse tipo de tarefa, como ZBrush, Autodesk Maya e Blender, que posteriormente podem ser integrados a uma impressora 3D, simulação, jogo, animação, ou até mesmo uma simulação em Realidade Virtual.

Existem dois tipos de equipamentos para RV: *Cave Automatic Virtual Environments* (CAVEs) e *head-mounted displays* (HMD). Segundo Domingues (2004), as CAVEs são salas que recebem projeções em suas paredes, teto e chão, criando um elevado grau de envolvimento da pessoa com o espaço virtual. Para Zilles Borba (2018), HMDs são uma espécie de capacete que o usuário utiliza na cabeça, e dispõem de uma tela afixada na altura dos olhos, que permite acesso em 360° ao ambiente virtual, pois o equipamento acompanha as movimentações da cabeça do indivíduo.

Neste trabalho, o software Blender foi utilizado. O Blender é um *software* de modelagem 3D que oferece diversas funcionalidades para o desenvolvimento de modelos 3D, incluindo criação de modelos, texturização e animação. Como demonstra e exemplifica em seu livro, Hess (2013) Ele é uma ferramenta gratuita e de licença livre que permite criar objetos precisos e realistas, fornecendo liberdade criativa e a possibilidade de ser o mais fiel possível às funções e movimentações do torno (GONTIJO, 2015).

Uma das vantagens do Blender é que ele suporta a tecnologia de *Voxel*, uma amálgama das palavras "volume" e "pixel", que permite a criação e edição de modelos

3D em tempo real. *Voxel* é um elemento volumétrico em um espaço tridimensional, semelhante a um pixel em um espaço bidimensional. Cada *Voxel* é atribuído com um valor que representa sua cor, transparência ou densidade, permitindo que os desenvolvedores criem modelos 3D com mais precisão e detalhes (HESS, 2013).

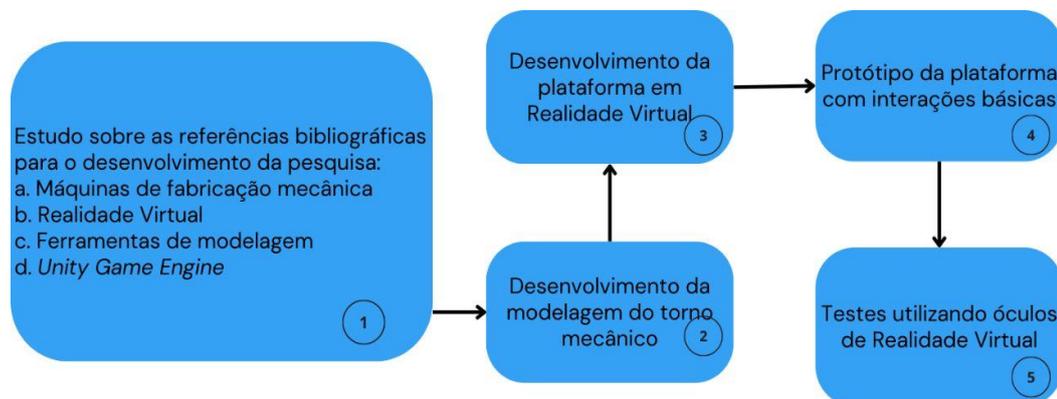
Com o Blender e a tecnologia *Voxel*, foi possível criar o modelo 3D com uma maior fidelidade às características do modelo, o que é particularmente útil em áreas como a produção de jogos, onde o realismo é importante. A combinação dessas tecnologias proporciona aos desenvolvedores uma ampla variedade de possibilidades criativas e a capacidade de produzir modelos 3D com alta qualidade e edição em tempo real (HESS, 2013).

Além da modelagem dos objetos 3D, para se ter o desenvolvimento do software, é necessário programar as movimentações e interações dos objetos com o usuário (ou outros objetos). Passos (2009), mostra que a Unity Game Engine é uma aplicação de motor gráfico voltada para a criação de jogos, criada pela Unity Technologies. A Unity possui uma excelente portabilidade abrangendo diversas plataformas. Além da Unity, existem diversas ferramentas que auxiliam na criação de aplicações para Realidade Aumentada, proporcionando funcionalidades que agilizam o processo de desenvolvimento. Nesse contexto, esta pesquisa focou principalmente na criação de um ambiente de Realidade Virtual, utilizando a Unity como ferramenta, junto de suas bibliotecas e *frameworks* que facilitam o processo de criação (BLACKMAN, 2014).

### 3. Metodologia para desenvolver o software

A metodologia apresentada na Figura 3 descreve o processo de desenvolvimento do projeto em etapas específicas. A primeira etapa, identificada na Figura 3 como quadro de numeração 1, é a realização de uma pesquisa minuciosa sobre as tecnologias de Realidade Virtual, máquinas de fabricação mecânica, com um foco específico no torno mecânico, modelagem e software para implementação. Essa etapa tem como objetivo aprimorar o conhecimento da equipe nas áreas essenciais para o sucesso do projeto.

**Figura 3 - Metodologia da pesquisa**



Fonte: elaborado pelos autores (2023)

Após a fase de pesquisa, a equipe procedeu com a modelagem, quadro de número 2, implementação e validação do modelo. Nesta etapa, a equipe trabalhou para desenvolver o modelo do torno mecânico, utilizando os conhecimentos adquiridos na etapa anterior. A modelagem foi feita de forma precisa e detalhada, levando em consideração todos os requisitos do projeto. A implementação, situada no quadro 3 da Figura 3, envolveu a construção virtual do ambiente e importação do modelo da máquina, que foi testado para garantir o funcionamento de acordo com as especificações do projeto. Com o modelo e a plataforma em RV prontos, foi possível dar início a uma série de configurações dentro da Unity Game Engine para interpretar as interações do usuário, permitindo simular o manuseio do torno mecânico, como informa o quadro 4 da Figura 3.

Finalmente, como apresentado na Figura 3, serão realizados testes com usuários finais para avaliar a eficácia do protótipo proposto e identificar possíveis problemas e melhorias necessárias. Esses testes são essenciais para garantir que o protótipo esteja funcionando corretamente e atendendo às necessidades dos usuários finais. Os resultados dos testes serão utilizados para realizar correções e aperfeiçoamentos no protótipo final, tornando-o ainda mais eficiente e funcional.

### 3.1 Modelagem do torno mecânico

Previamente a modelagem, foi feito um estudo sobre o funcionamento do maquinário, desde operações básicas, medidas de segurança e usinagem de peças. Durante essa fase, a equipe foi acompanhada por um profissional capacitado da área para garantir a integridade física dos presentes.

Com a compreensão do funcionamento, começamos o processo de escaneamento da máquina, modelo CDL 400 da *Timemaster* da Figura 4, para utilizar como base para a modelagem, visto que apenas o que foi escaneado seria insuficiente para a produção e desenvolvimento do projeto.

**Figura 4** - Torno utilizado como base para os modelos 3D

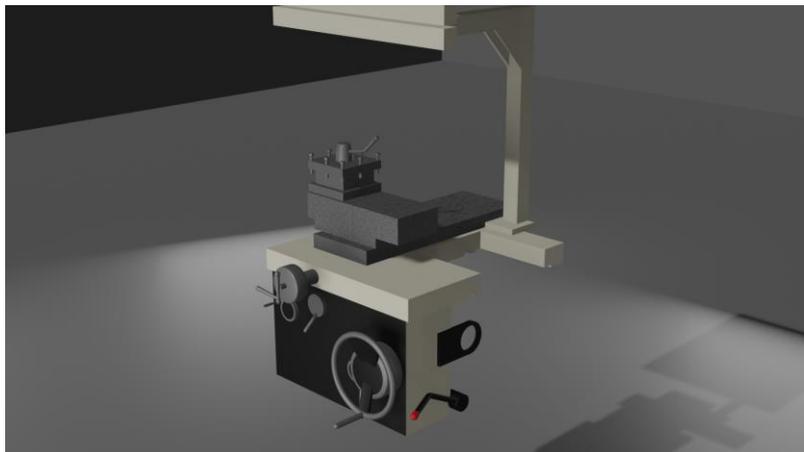


Fonte: imagem de arquivo pessoal dos autores (2023)

Na criação do modelo 3D do Torno Mecânico, utilizou-se uma abordagem de escaneamento com o aplicativo chamado Lidar, disponível em *smartphones* da Apple, que gera um modelo 3D aproximado a partir da análise de cores e relevos de várias imagens cruzadas. Embora o resultado não tenha sido fiel o suficiente ao original, o modelo escaneado foi fundamental para a criação da base fixa da máquina, que corresponde às partes estruturais imóveis. Durante a modelagem da base fixa, foi necessário comparar constantemente o modelo escaneado com o modelo desenvolvido para garantir a precisão da escala e do posicionamento das peças.

Posteriormente, foram modeladas as partes móveis do Torno Mecânico, como o carro longitudinal, o carro transversal e o cabeçote móvel, mantendo-se a verificação da escala e do posicionamento em relação ao modelo escaneado. Com todas as peças modeladas, foi necessário também estabelecer uma hierarquia, já que algumas peças dependem do movimento de outras, como a torre de ferramentas, que se move junto com o carro longitudinal, como mostra o modelo da Figura 5.

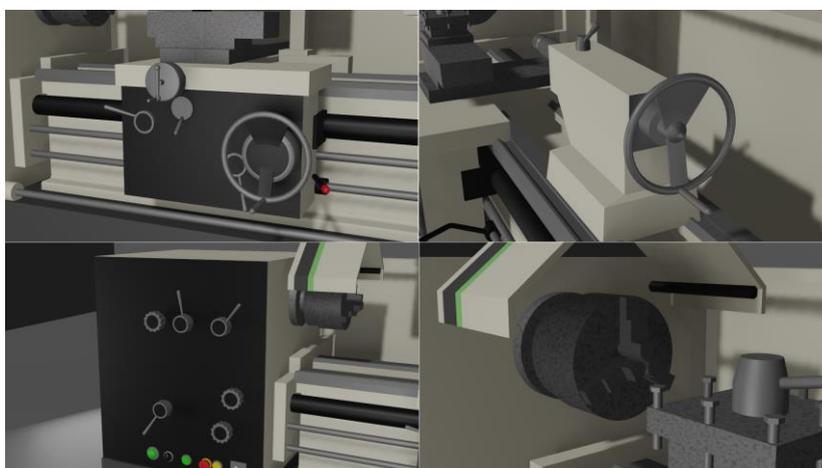
**Figura 5** - Torre de ferramentas e o carro longitudinal



Fonte: elaborado pelos autores (2023)

Cada peça única, desde painéis até botões, foi modelada como objeto separado e, em seguida, unida a um objeto único correspondente ao Torno Mecânico. Esse processo permitiu que as peças fossem movidas individualmente e que o modelo pudesse ser animado com precisão. A Figura 6 mostra algumas das peças modeladas.

**Figura 6** - Demonstração de algumas das peças modeladas do Torno



Fonte: elaborado pelos autores (2023)

Por fim, para criar um modelo texturizado realista, foram replicadas as cores e materiais da máquina de referência, conforme a Figura 7.

**Figura 7** - Modelo 3D do Torno Mecânico texturizado



Fonte: elaborado pelos autores (2023)

### 3.2. Programação da aplicação

Um ambiente de Realidade Virtual construído em uma *game engine* pode ser configurado para exercer determinadas atividades, fazendo com que cada objeto inserido no ambiente possa ser responsável por uma funcionalidade ou responder a um processo ou rotina. Observando a Unity Engine percebe-se a possibilidade de configurar as funções de cada objeto tanto através de interfaces prontas, quanto através de códigos de programação.

Os códigos da aplicação a ser construída foram escritos todos na linguagem C#, utilizados para identificar e integrar óculos de Realidade Virtual e seus controladores. Os códigos desenvolvidos foram baseados nos frameworks e bibliotecas do próprio repositório da Unity para Realidade Virtual, constituídos principalmente pela Lib Unity XR.

A Figura 8 apresenta a estrutura do código que é baseada em um modelo de *design pattern* baseado no padrão de *Observer*, convenção utilizada em engenharia de software para padronizar estruturas de código com o objetivo de simplificar a visualização e abstração de módulos programados de um projeto, dessa forma facilitando a criação de novas funcionalidades e possíveis interações, além de aumentar a eficiência de sistemas e reduzir futuros defeitos de software (ALI; ELISH, 2013).

A padronização de estrutura criada para este simulador baseada em *Listener-Subjects* e *Observers* (SHI; OLSSON, 2006), permite a criação de novos eventos de

movimentação baseados na interação e posição do usuário dos óculos de Realidade Virtual, bem como facilitar a inserção de novas animações de forma simplificada, tornando esse sistema e seus modelos reutilizáveis e refatoráveis, e que serão utilizados em futuros projetos.

O código apresentado (Figura 8) mostra o trecho principal de código de toda a aplicação, responsável por inicializar todos os módulos do simulador, cada um com sua funcionalidade específica, além de habilitar a comunicação dos controladores e óculos RV com o *software* desenvolvido. Também é responsável por ouvir as entradas vindas dos controladores dos óculos, para que assim seja possível a interação do usuário com o Torno Mecânico, dando início a eventos que são chamados ao pressionar o botão *trigger* dos controles quando eles estão em contato com algum objeto que tenha uma ação associada a si, sendo que cada evento possui uma animação própria. O *software* pode ser visto com mais detalhes de sua modelagem e formas de interação através de um vídeo disponibilizado em Aprendizado de Máquina do Colégio Técnico Industrial de Santa Maria (CTISM) (SALLES, 2023).

**Figura 8** - Código base utilizado para interação e chamada de eventos

```
1 using System.Collections;
2 using System.Collections.Generic;
3 using UnityEngine;
4 using UnityEngine.XR;
5
6 public class eventListener : MonoBehaviour{
7     objectsObserver objObserver = new objectsObserver();
8     List<string> objCollision = new List<string>();
9     groupObjects objParents = new groupObjects();
10
11     Vector3 grabPosition;
12     bool collision = false;
13
14     void Start(){
15         objParents.StartGroups();
16     }
17
18     //Verifica se há interação com o objeto colidido e chama o evento relacionado ao objeto
19     void OnTriggerStay(Collider other){
20         if((Input.GetKey("space")
21         || (InputDevices.GetDeviceAtXRNode(XRNode.RightHand).TryGetFeatureValue(CommonUsages.triggerButton, out bool buttonValue) && buttonValue))){
22             if (Input.GetKeyDown("space") || !collision){
23                 grabPosition = transform.position; collision = true;
24             }
25             objObserver.ObjIsInteractive(other, this, grabPosition, collision);
26             if(grabPosition - transform.position != Vector3.zero) grabPosition = transform.position;
27         }else grabPosition = transform.position;
28     }
29
30
31     void OnTriggerEnter(Collider other){
32         objCollision.Add(other.name);
33     }
34
35     void OnTriggerExit(Collider other){
36         if(other.name.Equals(objCollision[0])) collision = false;
37         objCollision.Remove(other.name);
38     }
39 }
```

Fonte: elaborado pelos autores (2023)

## 4. Considerações finais

Quando se pensa em educação e ensino de qualidade, uma das primeiras coisas que se associam a esse tema é o acesso a tecnologias que auxiliem nesse meio. Sendo assim, a Realidade Virtual é uma das tecnologias que mais podem servir o âmbito institucional, principalmente quando se fala em educação em áreas específicas do conhecimento, pois através de um ambiente virtual pode-se soltar a imaginação e testar tudo o que se pode imaginar (FETTER, 2019).

Quando esses conceitos são aplicados na área da Metalurgia, é possível perceber uma grande possibilidade para o desenvolvimento de simuladores que permitam o treinamento de forma segura dos mais diversos tipos de máquinas, evitando assim acidentes a curto e longo prazo, o que é muito bem-vindo não somente para essa área, conforme evidenciado por Dewan (2023). Assim sendo, a criação de um simulador específico para treino das mais diversas peças mecânicas em um Torno Mecânico, torna-se uma boa ideia quando aliada ao RV.

Esta pesquisa se baseou e direcionou através de estudos feitos previamente ao início das suas atividades, reunindo as informações necessárias sobre o maquinário a ser utilizado e toda sua forma de funcionamento, além de todo o referencial teórico analisado durante o período de pesquisa. O processo de desenvolvimento do simulador em Realidade Virtual do funcionamento de um Torno Mecânico abordado durante todo o decorrer deste documento, passou pelo processo de reuniões, análise, pesquisa e levantamento de dados referentes a máquina a ser estudada; o escaneamento de um possível modelo 3D através do app Lidar, somente utilizado como referência para as medidas e posições das peças a serem modeladas; a modelagem de cada peça individual que juntas formam a máquina como um todo; e a fase de programação do software, com seus módulos, animações e funcionalidades associados a cada peça com possíveis eventos.

Tornando assim possível concluir os objetivos iniciais desta pesquisa, dando margem a futuros estudos e projetos, como a utilização e coleta de dados do simulador em salas de aula de cursos da área mecânica, além de permitir o desenvolvimento de novos simuladores com finalidades similares.

Baseado nos resultados obtidos ao decorrer desta pesquisa e, principalmente pela conclusão de seus objetivos, logo após finalizar sua documentação e validação, foi dado início nos processos recorrentes a coleta de dados através de práticas com

o simulador em sala de aula, visando aprimorar e aperfeiçoar o software desenvolvido, além de direcionar futura documentação e desenvolvimento de artigos. Conforme o desenrolar dos testes e informações agregadas, espera-se desenvolver novos simuladores em Realidade Virtual baseados na versão atual, para novas finalidades.

## Referências

ALVES, Augusto Lopes; MARQUES, Isabel Maria M. de A. **Novas tecnologias contribuem para o processo de ensino em sala de aula.** Redin-Revista Educacional Interdisciplinar, v. 4, n. 1, 2015.

ALI, Mawal; ELISH, Mahmoud O. **A comparative literature survey of design patterns impact on software quality.** In: *2013 international conference on information science and applications (ICISA)*. IEEE, 2013. p. 1-7.

SALLES, Rodrigo Araujo. Aprendizado de Máquina. **Vídeo de demonstração: Torno Mecânico.** YouTube: Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=voPmva5BohM>. Acesso em: 10 de julho de 2023.

BRAGA, Mariluci. **"Realidade virtual e educação."** Revista de biologia e ciências da terra, 2001.

DEWAN, Mohammad Hanif, et al. **"Immersive and Non-Immersive Simulators for the Education and Training in Maritime Domain—A Review."** *Journal of Marine Science and Engineering* 11.1 (2023): 147.

FETTER, Shirlei Alexandra et al. **TECNOLOGIAS, DO SURGIMENTO ÀS CONTRIBUIÇÕES NA EDUCAÇÃO.** Redin-Revista Educacional Interdisciplinar, v. 8, n. 1, 2019.

GOLDMAN, Cláudio Fernando. **Análise de acidentes de trabalho ocorridos na atividade da indústria metalúrgica e metal mecânica do estado do Rio Grande do Sul em 1996 e 1997:** breve interligação sobre o trabalho do soldador, 2002.

GONTIJO, Carlos Henrique A.; DOS SANTOS NUNES, Eunice P. **Blender 3D—Interface Gráfica e Introdução à Modelagem.** Tendências e Técnicas em Sistemas Computacionais, vol. 1, p. 8-27, 2015.

HESS, Roland. *Blender foundations: The essential guide to learning blender 2.5.* Taylor & Francis, 2013.

KAMINSKI, Diogo. **Proposta Técnico Econômica Para Adequação de Torno Mecânico Convencional Norma NR12.** UNESC. Criciúma-SC, 2015.

PASSOS, Erick Baptista et al. Tutorial: **Desenvolvimento de jogos com unity 3d.** In: VIII Brazilian Symposium on Games and Digital Entertainment. 2009. p. 1-30.

QUEIROZ, Anna Carolina, TORI, Romero, NASCIMENTO, Alexandre. **Realidade virtual na educação:** Panorama das pesquisas no brasil. *Brazilian Symposium on Computers in Education* (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE). Vol. 28. No. 1. 2017.

SHI, Nija; OLSSON, Ronald A. **Reverse engineering of design patterns from java source code.** In: *21st IEEE/ACM International Conference on Automated Software Engineering (ASE'06)*. IEEE, 2006. p. 123-134.

SO/TR 14.121-2. **International Organization for Standardization. Safety of Machinery - Risk assessment - Part 2:** Practical guidance and examples of methods. Suíça, 2012.

TORI, Romero, HOUNSELL, Marcelo da Silva (org.). **Introdução a Realidade Virtual e Aumentada**. 3. ed. Porto Alegre: Editora SBC, 2020. 496p.

ZILLES BORBA, Eduardo. Entre Lugares e Imagens: o uso de dispositivos de realidade virtual e a percepção espacial. **E-Compós**, [S. l.], v. 21, n. 1, 2018. DOI: 10.30962/ec.1362. Disponível em: <https://www.e-compos.org.br/e-compos/article/view/1362>.