

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO TRIÂNGULO MINEIRO - CAMPUS UBERABA

GUILHERME HENRIQUE ROSA

**UTILIZAÇÃO DE MODELOS VIRTUAIS TRIDIMENSIONAIS
COMO FERRAMENTA DE APOIO AO DOCENTE NO
ENSINO TÉCNICO INTEGRADO AO ENSINO MÉDIO.**

UBERABA – MG
2017

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO TRIÂNGULO MINEIRO - CAMPUS UBERABA

MESTRADO EM EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA

GUILHERME HENRIQUE ROSA

**UTILIZAÇÃO DE MODELOS VIRTUAIS TRIDIMENSIONAIS
COMO FERRAMENTA DE APOIO AO DOCENTE NO
ENSINO TÉCNICO INTEGRADO AO ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *stricto sensu* – Mestrado em Educação Tecnológica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro – IFTM – Campus Uberaba - Linha de Pesquisa: Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), Inovação Tecnológica e Mudanças Educacionais, para obtenção do Título de Mestre em Educação Tecnológica.

Orientadora:

Profa. Dra. Paula Teixeira Nakamoto

UBERABA – MG
2017



INSTITUTO FEDERAL
Triângulo Mineiro
Campus Uberaba

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
TRIÂNGULO MINEIRO – CAMPUS UBERABA
MESTRADO PROFISSIONAL EM EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA

GUILHERME HENRIQUE ROSA

Utilização de modelos virtuais tridimensionais como ferramenta de apoio ao docente no Ensino Técnico Integrado ao Ensino Médio

FOLHA DE APROVAÇÃO DEFESA DISSERTAÇÃO

Data da aprovação: 11/07/2017

MEMBROS COMPONENTES DA BANCA EXAMINADORA:

Presidente e orientador:

Paula T. Nakamoto
Prof.ª. Dra. Paula Teixeira Nakamoto
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Triângulo Mineiro – IFTM
Campus Avançado Uberaba Parque Tecnológico - MG

Membro Titular

Hugo Leonardo Pereira Rufino
Prof. Dr. Hugo Leonardo Pereira Rufino
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Triângulo Mineiro – IFTM
Campus Avançado Uberaba Parque Tecnológico - MG

Membro Titular

Prof. Dr. Paulo Azevedo Soave
Centro Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas
Gerais – CEFET MG
Campus Araxá - MG *Paulo Azevedo Soave*

Membro Suplente

Prof. Dr. Ernani Viriato de Melo
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Triângulo Mineiro – IFTM
Campus Avançado Uberaba Parque Tecnológico - MG

Local: Mini Auditório do IFTM - Campus Avançado Uberaba Parque Tecnológico. Unidade I

R71u Rosa, Guilherme Henrique
Utilização de modelos virtuais tridimensionais como ferramenta de
apoio ao docente no ensino técnico integrado ao ensino médio / Guilher-
me Henrique Rosa – 2017.
81 f. : il.

Orientadora: Prof^a. Dr^a Paula Teixeira Nakamoto
Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Tecnológica)
Instituto Federal do Triângulo Mineiro- Campus Uberaba- MG,
2017.

1. Modelos virtuais. 2. Realidade virtual. 3. Ensino técnico.
4. Docentes. I. Rosa, Guilherme Henrique. II. Título.

CDD 303.483

GUILHERME HENRIQUE ROSA

**UTILIZAÇÃO DE MODELOS VIRTUAIS TRIDIMENSIONAIS COMO
FERRAMENTA DE APOIO AO DOCENTE NO ENSINO TÉCNICO INTEGRADO
AO ENSINO MÉDIO**

Data de aprovação 11/07/2017

MEMBROS COMPONENTES DA BANCA EXAMINADORA:

- Presidente e Orientadora: Prof. Dra. Paula Teixeira Nakamoto**
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Triângulo Mineiro - Campus Avançado Uberaba Parque
Tecnológico. Uberaba/MG
- Membro Titular: Prof. Dr. Hugo Leonardo Pereira Rufino**
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Triângulo Mineiro - Campus Avançado Uberaba Parque
Tecnológico. Uberaba/MG
- Membro Titular: Prof. Dr. Paulo Azevedo Soave**
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais -
Campus Araxá. Araxá-MG
- Membro Suplente: Prof. Dr. André Souza Lemos**
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Triângulo Mineiro - Campus Uberlândia Centro.
Uberlândia/MG
- Membro Suplente: Prof. Dr. Ernani Viriato Melo**
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Triângulo Mineiro - Campus Avançado Uberaba Parque
Tecnológico. Uberaba/MG

LOCAL:

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - Campus Uberaba
(MG)

Unidade II – Sala 09

Rua João Batista Ribeiro, 4000, Distrito Industrial II – CEP 38064-790

INVESTIGADOR

Guilherme Henrique Rosa

Professor

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET-MG;

Uned Araxá (MG)

ORIENTADORA

Profa. Dra. Paula Teixeira Nakamoto

Professora

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro.

Campus Avançado Uberaba Parque Tecnológico. Uberaba/MG

CONTATO:

Rua Maria José Barbosa, 150 – Jardim Europa

Araxá (MG) – Cep 38181-766 - Brasil

ghenriquerosa@gmail.com

(34) 98402-1960

**Aos meus pais, irmãos e à minha esposa.
Nem todo trabalho, pela sua natureza, é próprio
para ser oferecido. Dedico, porém, este a vocês
como forma de compensar um pouco das horas
em que me afastei do vosso convívio, absorvido
por este.**

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho só foi possível graças à colaboração direta ou indireta de muitas pessoas. Manifesto aqui minha gratidão primeiramente a Deus pela vida e aos espíritos de luz pela proteção e auxílio nesta jornada.

Minha gratidão também, de forma particular:

aos meus pais Elzy e Wellington, meus irmãos Gustavo e Giselle, e aos meus familiares por compreenderem os meus momentos de ausência;

à minha esposa Rosiane, pela paciência, apoio, incentivo, carinho, amor e companheirismo em todos os momentos, até mesmo nos mais difíceis. Sem você este trabalho seria muito mais árduo e difícil de realizar;

à Profa. Dra. Paula Teixeira Nakamoto, pelo exemplo, dedicação, orientação, pelas palavras de incentivo sempre acompanhadas de um sorriso e por acreditar em minha capacidade. Serei sempre grato por tudo que fez por mim nessa trajetória;

a todos os colegas do Curso de Mestrado em Educação Tecnológica com quem, no cumprimento dos créditos obrigatórios e optativos, pudemos compartilhar o prazer de estarmos juntos, pouco a pouco descobrindo, em cada, um suas qualidades;

aos Professores e funcionários do Centro Federal de Educação Tecnológico de Minas Gerais campus Araxá que me acolheram e ajudaram-me nesta pesquisa;

aos Professores e funcionários do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, pelo convívio e auxílio nas tarefas diárias;

aos Professores Doutores do curso, que souberam ensinar com sabedoria e dedicação, em especial aos Professores: Dr. Hugo Leonardo Pereira Rufino, Dr. Marcelo Ponciano da Silva, Dr. Luciano Marcos Curi, Dr. Otaviano José Pereira, Dr. Geraldo Gonçalves de Lima e Dr. Humberto Marcondes Estevam que me ajudaram a criar um senso crítico mais apurado para a educação e a tecnologia;

aos meus amigos Diego, Fernando, Germano e Paulo pela compreensão e momentos de descontração que aliviaram o peso deste momento.

À todos vocês, minha eterna GRATIDÃO.

Sei o que devo ser e ainda não sou, mas rendo graças a Deus por estar trabalhando, embora lentamente, por dentro de mim, para chegar, um dia, a ser o que devo ser.
CHICO XAVIER.

SUMÁRIO

LISTA DE SIGLAS & ABREVIACÕES	12
LISTA DE FIGURAS	13
LISTA DE TABELAS	15
LISTA DE GRÁFICOS.....	16
RESUMO	17
ABSTRACT	18
INTRODUÇÃO.....	19
CAPÍTULO I – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	23
1.1 EDUCAÇÃO TÉCNICA NO BRASIL.....	23
1.2 AS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA EDUCAÇÃO..	25
1.1.1 Tecnologias da Informação e Comunicação e seus conceitos.....	29
1.1.2 Formação dos professores, perante as tecnologias.	30
1.3 CONCEITOS DE REALIDADE VIRTUAL E SUA INSERÇÃO NA EDUCAÇÃO	33
1.3.1 – Conceitos de Realidade Virtual	33
1.3.2 – Realidade Virtual na Educação.....	39
1.4 TRABALHOS RELACIONADOS	41
CAPÍTULO II - UNIVERSO DA PESQUISA E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	45
2.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA DO EXPERIMENTO.	45
2.2 ESCOLHA E DEFINIÇÃO DO SOFTWARE UTILIZADO.....	46
2.3 PROCEDIMENTO DA OBTENÇÃO DOS MODELOS.....	49

2.4 APLICAÇÃO DOS MODELOS EM SALA DE AULA E AVALIAÇÃO.....	50
CAPÍTULO III – RESULTADOS DA PESQUISA	51
3.1 PRIMEIRA FASE – IDENTIFICAÇÃO DOS PROBLEMAS E APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA.....	51
3.2 SEGUNDA FASE – LEVANTAMENTO DE REQUISITOS E CONFEÇÃO DOS MODELOS.....	54
3.3 TERCEIRA FASE – REVISÃO E MINICURSO SOBRE A MANIPULAÇÃO E UTILIZAÇÃO DOS MODELOS.....	60
3.4 QUARTA FASE – APLICAÇÃO DO MODELO EM SALA DE AULA E APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO.....	62
CONCLUSÕES.....	70
REFERÊNCIAS	72
APÊNDICE 1 – QUESTIONÁRIO.....	76
ANEXO A – CARTA CONVITE	82
ANEXO B – TERMO DE CONSENTIMENTO	83

LISTA DE SIGLAS & ABREVIACÕES

2D	Segunda Dimensão
3D	Terceira Dimensão
6DOF	Sigla em Inglês para 6 Graus de Liberdade
CAD	Sigla em Inglês para Desenho Auxiliado por Computador
CEFET	Centro Federal de Educao Tecnológica
CEPAL	Comissão Econmica para América Latina
ETECs	Escolas Técnicas Vinculadas  Universidades Federais
IFs	Instituto Federal de Educao, Ciência e Tecnologia
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educao
MEC	Ministério da Educao
MIT	Sigla em Inglês para Instituto de Tecnologia de Massachussets
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PDF3D	Sigla em Inglês para Formato de Documento Portátil em Terceira Dimensão
PLANFOR	Plano Nacional de Qualificao do Trabalhador
RV	Realidade Virtual
TIC	Tecnologia da Informao e comunicao
VCASS	Sigla em Inglês para Simulador de Sistema de Aviao Acoplado Visualmente

LISTA DE FIGURAS

Figura1	Foto promocional de um protótipo do Sensorama	33
Figura2	Ivan Sutherland e seu projeto Sketchpad, no MIT, em 1963	33
Figura3	Exemplo de uma dataglove	36
Figura4	Exemplo de um dispositivo com graus de liberdade	36
Figura5	Exemplo de capacete RV. Oculus Rift	37
Figura6	Esquema de um CAVE demonstrando o posicionamentodos projetores em suas paredes	37
Figura7	Comparação entre som 3D Virtual e som Estéreo	38
Figura8	Piloto usando o capacete do projeto “Super Cockpit”	39
Figura9	Visão do usuário do “Super Cockpit”	39
Figura10	Interface do Virtual Substation	41
Figura11	Interface do módulo de apoio didático apresentando a vista explodida do motor	42
Figura12	Modelo apresentado aos docentes – Junta Universal acionada por manivela	52
Figura13	Junta Universal acionada por manivela em vista explodida	52
Figura14	Junta Universal acionada por manivela vista em corte longitudinal	53
Figura15a	Conjunto de moto-bomba de um sistema de incêndio	54
Figura15b	Conjunto moto-bomba de um sistema de incêndio real	54
Figura16a	Modelo de Junção de chapas em T	54
Figura16b	Junção em T demonstrada em um catálogo de soldagem	54
Figura17a	Estrutura atômica de um aço disposto em formação hexagonal	55
Figura17b	Estrutura atômica de um aço disposto em formação hexagonal demonstrado em um livro da matéria	55
Figura18a	Resultado final da criação do modelo de uma bomba hidráulica	55
Figura18b	Foto de uma bomba hidráulica retirada do catálogo do fabricante	55
Figura19a	Conjunto de bomba centrífuga e motor	56
Figura19b	Conjunto de bomba centrífuga e motor real	56
Figura20	Chapa planejada para a obtenção da transição	56
Figura21	Transição de quadrado para redondo após dobra	57
Figura22a	Modelo de um corpo de prova sofrendo as forças de tração	57
Figura22b	Máquina realizando ensaio de tração	57
Figura23a	Gerador elétrico modelado	58

Figura23b	Gerador elétrico real	58
Figura24a	Redutor modelado sem a tampa superior	58
Figura24b	Redutor real sem a tampa superior	58
Figura25	Interface do aplicativo de apresentação com roteiro de aula em destaque	59
Figura26	Modelo Virtual em PDF3D	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Caracterização da amostra do estudo	45
Tabela 2	Análise da avaliação dos <i>softwares</i>	47
Tabela 3	Tempo utilizado para cada minicurso e quantidade de dúvidas durante o curso	60

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Tempo na preparação de aula utilizando os Modelos Virtuais	61
Gráfico 2	Nível de intimidade atribuído pelos docentes em sua utilização de tecnologias no cotidiano	62
Gráfico 3	Dificuldades encontradas pelos docentes na utilização dos Modelos Virtuais	65

ROSA, G. H. Utilização de Equipamentos Virtuais Tridimensionais Como Ferramenta de Apoio ao Docente no Ensino Técnico Integrado ao Ensino Médio. Uberaba: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro – Campus Uberaba, 2017. Dissertação (Mestrado *strictu senso* – área de concentração: Educação, Linha de Pesquisa: Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC's), Inovação Tecnológica e Mudanças Educacionais). Orientadora: Profa. Dra. Paula Teixeira Nakamoto.

RESUMO

As novas tecnologias permitem que as informações sejam disseminadas de forma rápida, eficiente e dinâmica. Sendo assim, os jovens “nativos digitais” encontram-se imersos, a partir de seus dispositivos móveis, em um mundo de informações, repletas de vídeos e imagens tridimensionais que podem ser acessadas e modificadas a partir de um toque na tela, portanto, eles assumem o papel de construtores do próprio conhecimento. Os modelos convencionais de ensino nos quais o professor está à frente, como o detentor do conhecimento, muitas vezes desestimulam estes discentes e a escola passa a ser um local chato e monótono. Desta forma, percebemos que, nesta batalha entre a tecnologia e o ensino, os professores estão em desvantagem, pela falta de intimidade com as novas tecnologias e pela falta de recursos didáticos disponíveis. No Ensino Técnico Profissionalizante, o aluno está envolto pela análise e conhecimento de grandes equipamentos industriais. Hoje, as instituições apresentam um certo número de dificuldades, principalmente, às ligadas aos altos custos para a montagem de laboratórios e ao grande porte desses equipamentos. A falta desses laboratórios, muitas vezes, desmotiva os alunos, pois dificultam a interface entre o conhecimento teórico e o conhecimento prático. Este trabalho apresenta uma alternativa para contornar esses inconvenientes por meio da utilização de modelos virtuais tridimensionais de equipamentos industriais utilizando um software de desenho industrial. O objetivo é investigar o uso pedagógico destes modelos na prática de ensino dos cursos técnicos. Para isso, foi realizado um levantamento bibliográfico elencando conceitos inerentes à Realidade Virtual, sobre a utilização das tecnologias em sala de aula e o trabalho docente perante às tecnologias de informação e comunicação. Foram modelados equipamentos industriais em terceira dimensão a partir de um software de desenho industrial e realizou-se a aplicação destes em sala de aula. Posteriormente, foram aplicados questionários aos docentes investigando o uso desta tecnologia nas aulas. Com isso, modelos virtuais operaram de maneira efetiva como ferramenta pedagógica de apoio ao docente, ajudando atingir os objetivos da aula proposta, aproximando o conhecimento teórico ao prático, minimizando as lacunas deixadas pela falta de recursos.

Palavras-chave: Modelos Virtuais. Realidade Virtual. Ensino Técnico. Docentes.

ROSA, G. H. Use of Three-Dimensional Virtual Equipment as a Tool to Support Teachers in Integrated Technical Education at High School. Uberaba: Federal Institute of Education, Science and Technology of the Triângulo Mineiro - Campus Uberaba, 2017. Dissertation (Master strictly speaking - Concentration area: Education, Research Area: Information and Communication Technologies (ICT), Innovation and Educational Change) . Advisor: Profa. Dr. Paula Teixeira Nakamoto.

ABSTRACT

New technologies enable information to be disseminated quickly, efficiently, and dynamically. Thus, young "digital natives" find themselves immersed, from their mobile devices, in a world of information, full of videos and three-dimensional images that can be accessed and modified from a touch on the screen, so they assume the role of constructors of the knowledge itself. Conventional teaching models where the teacher is ahead as the holder of knowledge, often discourage these students and the school becomes a boring and monotonous place. In this way we realize that in this battle between technology and teaching, teachers are losing, lack of intimacy with new technologies and lack of didactic resources in institutions. In Education Technical College, the student is surrounded by the analysis and knowledge of large industrial equipment. Today, the institutions present a number of difficulties, mainly related to the high costs for the assembly of laboratories and the large size of these equipments. The lack of these laboratories often discourages the students, since they hinder the interface between theoretical knowledge and practical knowledge. This work presents an alternative to overcome these drawbacks through the use of three-dimensional virtual models of industrial equipment using industrial design software. The aim is to investigate the pedagogical use of these models in the teaching practice of the technical courses. For this, a bibliographical survey was carried out listing concepts inherent to Virtual Reality, the use of technologies in the classroom and the teaching work in relation to information and communication technologies. Industrial equipment were modeled in three dimensions from an industrial design software and the application of these in the classroom. Subsequently, questionnaires were applied to the teachers investigating their use. With this, the virtual models acted effectively as a pedagogical tool to support the teacher, helping to achieve the objectives of the proposed class by bringing theoretical and practical knowledge, minimizing the gaps left by the lack of resources.

Keywords: Virtual Models. Virtual reality. Technical education. Teachers.

INTRODUÇÃO

Durante minha vida acadêmica estudei em escolas públicas municipais, Escola Municipal Gabriela Mistral, onde fiz o Ensino Fundamental I, estaduais, Escola Estadual Padre João Botelho e Escola Estadual Professor Luiz Antônio Correia de Oliveira onde fiz o Ensino Fundamental II e federais, Centro Federal de Educação Tecnológica – CEFET onde fiz o Ensino Técnico em Mecânica integrado ao Ensino Médio e Graduação em Engenharia de Automação Industrial. Por todo o caminho sempre escutei reclamações de que faltavam itens de consumo para a escola, que não poderíamos fazer aula nos laboratórios pois os equipamentos estavam estragados ou que não havia o equipamento. Estas frustrações foram constantes ao longo desse tempo, ainda maiores para mim, que sempre gostei mais da prática do que da teoria. Em 2003, ao terminar o Ensino Médio integrado ao Técnico em Mecânica Industrial fui trabalhar na indústria com a confecção de projetos mecânicos, e lá conheci o desenho industrial em terceira dimensão (3D), atividade com que trabalhei durante minha graduação em Engenharia de Automação Industrial. Durante a graduação, com os trabalhos desenvolvidos em sala de aula, precisei apresentar um seminário que abordava o funcionamento de grandes equipamentos e, em um destes grandes equipamentos, resolvi utilizar o desenho industrial em 3D para a apresentação. Para minha surpresa, obtive grande êxito com a apresentação do modelo que facilitou sobremaneira a minha apresentação. Terminando a graduação, alguns questionamentos surgiram em torno do assunto, uma vez que o desenho em 3D estava, cada vez mais, sendo utilizado para a execução e leitura de projetos, promovendo maior entendimento e menor desperdício de tempo e dinheiro na indústria. Diante dessa realidade, surgiram, por minha parte, questionamentos sobre o porquê ele não era utilizado na escola como ferramenta para ensinar as matérias de difícil visualização. Assim, nasceu o projeto de pesquisa que foi desenvolvido neste trabalho.

A educação vivencia um momento em que a combinação de pequenos ajustes nas formas culturais de aprender e ensinar não são mais suficientes para enfrentar os desafios das novas gerações, que se encontram imersas em uma nova realidade tecnológica. Sendo assim, é necessário fazer uma mudança profunda nas estruturas e hábitos dos antigos métodos educacionais (Coll & Monereo, 2010).

Neste contexto, como um novo espaço oportunizado pelas tecnologias da informação e da comunicação, surgem várias tecnologias capazes de auxiliar e facilitar o ensino e a aprendizagem, capazes de promover a participação do aluno neste processo

educacional. Dentre as várias tecnologias disponíveis, uma delas são os ambientes virtuais em terceira dimensão. Os ambientes e modelos em terceira dimensão são representações que simulam situações reais, objetos específicos, reais ou imaginados, sistemas ou fenômenos. Eles permitem observar o comportamento, características e o funcionamento de determinado equipamento ou conjunto de equipamentos quando a experiência original for impossível de ser realizada, seja pela falta do recurso físico ou pela periculosidade da ação.

O emprego de tecnologias, como simuladores e outros softwares, no campo educacional é um fato inevitável na atualidade do ensino, no Brasil e no mundo, não apenas pelas vantagens em termos de recursos didáticos; mas, sobretudo, em razão de uma crescente demanda social em torno desta questão.

Segundo Juan Ignacio Pozo (2004), “as tecnologias estão possibilitando novas formas de distribuir socialmente o conhecimento que estamos apenas começando a vislumbrar, mas que, seguramente, tornam necessárias novas formas de alfabetização (literária, gráfica, informática, científica etc.) ” (p.31). Entretanto, as discussões sobre essas tecnologias como parte do processo de aprofundamento nas mudanças da sociedade e seus impactos educacionais ainda não têm recebido a devida atenção (Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura [UNESCO], 2010).

A inserção das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) na educação pode ser uma importante ferramenta para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem. Podem constituir novos formatos para as mesmas velhas concepções de ensino e aprendizagem (Moran, 2004), inscritas em um movimento de modernização conservadora, ou, ainda, em condições específicas, instaurar diferenças qualitativas nas práticas pedagógicas (Barreto, 2001; 2002; 2003).

Diante deste cenário, foi proposto o uso da tecnologia nos cursos técnicos integrados. Os cursos técnicos integrados são oferecidos aos discentes após o nono ano, sendo eles planejados de modo a conduzir o aluno à habilitação profissional técnica de nível médio. Os discentes recém-matriculados em cursos técnicos industriais integrados (mecânica, eletrônica, mineração, etc.) passam, então, a conhecer e a aprender sobre os ambientes industriais e suas peculiaridades de forma subjetiva.

Durante o curso, através de práticas laboratoriais e visitas técnicas, os alunos começam a manter contato com o ambiente industrial e, de forma empírica, unem o conhecimento teórico ao que é demonstrado nas empresas. Os Laboratórios e as visitas

técnicas fazem a interface entre o conhecimento teórico com o prático e têm papel fundamental para contribuir com os profissionais que dela necessitam, mostrando sua importância para a formação dos futuros profissionais que precisam do espaço para desenvolver estudos e pesquisas e se atualizar na área específica do seu curso. Assim, deslocar-se a uma empresa ou instituição, durante a realização do curso, promove-se a oportunidade de aprofundar os conhecimentos da ciência e relacionar com aplicações tecnológicas.

Nas grandes indústrias, há uma grande preocupação com a segurança e bem-estar dos funcionários e visitantes, fazendo com que as visitas técnicas sejam resumidas a passeios pela empresa e, muitas vezes, realizadas até dentro de veículos, como forma de controle e minimização dos riscos de acidentes inerentes a cada setor produtivo. Sendo assim, tais visitas perdem o seu foco, uma vez que equipamentos e sistemas são vistos de forma abstrata, diminuindo o interesse e o aproveitamento da visita técnica como ferramenta de interface entre o conhecimento teórico e o prático.

Outro problema que atinge a maioria das instituições de ensino público, é a falta de recursos financeiros para a criação, aquisição e manutenção de laboratórios experimentais equipados para as disciplinas práticas vistas em uma grade curricular. Na maior parte das vezes, estes laboratórios e equipamentos industriais possuem um elevado custo de aquisição e demandam grandes obras e espaços para sua instalação adequada, devido a suas grandes dimensões e elevado peso.

Dentro deste contexto, esta investigação a respeito do uso pedagógico dos recursos tecnológicos, em especial a utilização de equipamentos virtuais em terceira dimensão na prática de ensino dos cursos técnicos, pode trazer contribuições das tecnologias de informação e comunicação à pedagogia, modificando as relações com o saber, o ensinar e o aprender. Tendo como questionamentos de pesquisa: se os modelos virtuais tridimensionais atuam de forma efetiva como ferramenta de apoio ao docente, se os modelos adaptariam-se de forma satisfatória às aulas propostas, se os modelos diminuiriam as lacunas deixadas pela falta de recurso das instituições e se os modelos confeccionados na pesquisa despertariam o interesse dos docentes em confeccionar os seus próprios modelos. Assim realizou-se uma pesquisa bibliográfica evidenciando conceitos pertinentes à realidade virtual e do seu uso na educação evidenciando o uso das TIC em sala de aula. Foram confeccionados modelos de equipamentos industriais em terceira dimensão utilizando um *software* de desenho industrial e

a aplicação destes em sala de aula. Posteriormente foram aplicados questionários aos docentes investigando o seu uso. A análise transcorreu em uma unidade do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais da cidade de Araxá - MG.

O capítulo um trará a fundamentação teórica do trabalho onde serão levantados conceitos sobre realidade virtual, a sua utilização na educação e o uso das TIC's em sala de aula. No segundo, serão apresentados os procedimentos metodológicos utilizados para a investigação. O terceiro capítulo apresenta os resultados encontrados a partir de uma pesquisa piloto, aplicando a metodologia proposta, aplicada a dez professores do Ensino Técnico integrado. E ao final concluímos com as expectativas dos resultados com essa pesquisa.

CAPÍTULO I – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esse capítulo apresenta os pressupostos teóricos necessários ao entendimento do Ensino Técnico no Brasil e da inserção das Tecnologias da Informação e Comunicação no contexto escolar e seus desafios, principalmente no que tange a realidade virtual não imersiva.

1.1 EDUCAÇÃO TÉCNICA NO BRASIL

Nos anos de 1990, viu-se a ascensão de um mundo globalizado, trazendo um conjunto de transformações políticas e econômicas. Este fenômeno convergiu economia, sociedade, cultura e política mundial, tornando o mundo interligado, uma “Aldeia Global”. A globalização foi um momento definidor na reforma da educação brasileira. Era, então, necessário quebrar alguns paradigmas, que persistem ainda hoje, entre a dicotomia Educação Superior e Ensino Técnico¹. A formação profissional, desde o princípio, foi sinônimo de formação de mão de obra, acessível, portanto, às classes menos favorecidas. Isso incutiu na sociedade uma forma de segregação entre os que detinham o saber e os que executavam tarefas manuais. As formações técnica e superior influenciam diretamente na qualidade do emprego, e essas são influenciadas pelas transformações e necessidades do mercado (MANFREDI, 2017).

A Educação profissional no Brasil foi consolidada em 1996, ao sancionarem a então vigente Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - LDB 9.394/96, que trouxe em seu escopo um capítulo especificando e caracterizando este modelo de ensino.

“CAPITULO III DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL

Art. 39. A educação profissional, integrada às diferentes formas de educação, ao trabalho, à ciência e à tecnologia, conduz ao permanente desenvolvimento de aptidões para a vida produtiva.

Parágrafo único: O aluno matriculado ou egresso do ensino fundamental, médio e superior, bem como o trabalhador em geral, jovem ou adulto, contará com a possibilidade de acesso à educação profissional.

Nota: Artigo regulamentado pelo Decreto nº 2.208, de 17.04.97.

¹ A formação profissional inicialmente era vista como formadora de mão de obra braçal, assim direcionada a uma camada menos favorecida da população, já o ensino superior era tido como a formação intelectual e assim, acessíveis em sua maioria pela elite socioeconômica.

Art. 40. A educação profissional será desenvolvida em articulação com o ensino regular ou por diferentes estratégias de educação continuada em instituições especializadas ou no ambiente de trabalho.

Nota: Artigo regulamentado pelo Decreto nº 2.208, de 17.04.97.

Art. 41. O conhecimento adquirido na educação profissional, inclusive no trabalho, poderá ser objeto de avaliação, reconhecimento e certificação para prosseguimento ou conclusão de estudos.

Parágrafo único: Os diplomas de cursos de educação profissional de nível médio, quando registrados, terão validade nacional.

Nota: Artigo regulamentado pelo Decreto nº 2.208, de 17.04.97.

Art. 42. As escolas técnicas e profissionais, além dos seus cursos regulares, oferecerão cursos especiais, abertos à comunidade, condicionada a matrícula à capacidade de aproveitamento e não necessariamente ao nível de escolaridade.

Nota: Artigo regulamentado pelo Decreto nº 2.208, de 17.04.97. ”

As ideias divulgadas nesta época afirmavam que os altos níveis de desemprego eram consequência da má qualificação dos trabalhadores, e que a “única saída para as populações marginalizadas econômica e socialmente era a apropriação de um novo capital cultural”, que, proporcionando maior qualificação, colocá-los-iam em igualdade perante o mercado de trabalho. (OLIVEIRA, 2003).

Procurando disseminar essa ideia, o governo brasileiro, fundamentando-se na teoria do capital humano, instituiu, a partir de 1995, um conjunto de reformas como um mecanismo fundamental para garantir a conquista de um desenvolvimento econômico com maior equidade social. Apropriando-se das recomendações cepalinas², o Ministério do Trabalho, em articulação com diversas instâncias da sociedade, criou o Plano Nacional de Educação Profissional (PLANFOR). (OLIVEIRA, 2003)

O PLANFOR foi um dos mecanismos encontrados pelo governo, para atender trabalhadores com dificuldade de inserção no mercado de trabalho. Era dedicado principalmente àqueles que não possuíam sequer o nível fundamental de escolarização e, por estas razões, ficavam impedidos de matricularem-se em cursos profissionalizantes, uma vez que esses exigiam a conclusão do ensino fundamental. Neste sentido, pensando no mercado de trabalho, o processo de qualificação se daria em menor tempo, disponibilizando um maior número de indivíduos na disputa de uma vaga no trabalho.

Para Teixeira (2005),

² A Comissão Econômica para a América Latina (CEPAL) elaborou, no final da década de 40, estudos e teses que propunham que a industrialização apoiada pela ação do Estado seria a forma mais básica de superação do subdesenvolvimento latino-americano. Tais estudos e teses ficaram conhecidos como Teorias Cepalinas.

“essas políticas de emprego foram apresentadas pelo governo como parte de um processo para modernizar as relações entre capital e trabalho, fazendo face às novas exigências do mercado de trabalho, nascidas do processo de reestruturação produtiva.”

Para alguns críticos, a reformulação do nível médio nas escolas profissionalizantes neste período, representou um retrocesso, ao reforçar a dicotomia já existente no âmbito do sistema educacional brasileiro entre a formação geral e a profissional. Pois o acesso ao ensino superior, via processo seletivo, continuava ocorrendo em função do domínio dos conteúdos gerais, das letras, das ciências e das humanidades, assumidos como únicos conhecimentos válidos para a formação da classe dirigente. (KUENZER, 1997).

Além disso, a Rede Federal de ensino teve a sua expansão limitada. A união só criaria novas unidades de ensino técnico mediante “parcerias com os estados, municípios, setor produtivo ou Organizações não-governamentais, que seriam responsáveis pela manutenção e gestão dos novos estabelecimentos de ensino” (CUNHA, 2005). Somente em 2003, veio novamente à tona a discussão sobre a Educação Técnica, compreendendo-a como unitária superando a dualidade entre cultura geral e cultura técnica “o domínio dos conhecimentos científicos das diferentes técnicas que caracterizam o processo de trabalho produtivo moderno” (SAVIANI, 2003). A partir daí, pudemos presenciar um grande investimento na expansão do ensino médio e técnico na rede federal de educação.

Segundo levantamentos do Ministério da Educação – MEC (2016) de 1909 a 2002 foram construídas 140 escolas técnicas no Brasil, já de 2003 a 2016, foram criadas mais 500 novas unidades em um plano de expansão da educação profissional, totalizando 644 campi em funcionamento, dentre elas, Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia – IFs, Centros Federais de Educação Tecnológica – CEFETs, Escolas Técnicas Vinculadas às Universidades Federais – ETECs, Universidade Tecnológica Federal do Paraná e Colégio Pedro II.

1.2 AS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA EDUCAÇÃO

Com o fim das Grandes Guerras, muitas transformações foram implementadas continuamente causando grandes mudanças sociais, e, com a Educação não foi diferente. São inúmeras informações vindas de todo o mundo, vive-se o apogeu da “sociedade do espetáculo” (JAPPE, 1999, p.46). A Educação se conforma e sofre com os paradigmas presentes na sociedade, sendo transformada, assim como qualquer outro segmento (VALENTE, 1999, p.29). Portanto, ela acompanha, a variação estrutural da obtenção do

capital. Assim, a escola tornou-se não só a responsável pela perpetuação dos saberes necessários para a cidadania plena; mas, também, como a responsável pela inserção do indivíduo no mercado de trabalho. Desta forma, a estrutura física da escola, bem como a didática, os conteúdos e os livros disponibilizados seguem uma estrutura socioeconômica, por onde se “[...] prevalece a busca pela produtividade guiada pelo princípio de racionalidade, que se traduz no empenho em se atingir o máximo de resultados com o mínimo de dispêndio” (SAVIANI, 2002, p.23).

Conforme a necessidade de produção das fábricas se intensificou na sociedade, criou-se uma demanda pela mão de obra especializada, sendo inevitável a massificação do ensino, de forma barata e padronizada. Conforme Valente (1999, p.32) a saída para isso foi adotar os princípios do modelo Fordista de Produção, nos quais a educação “[...] baseia-se no empurrar a informação [...], como uma linha de montagem, em que o aluno é o produto que está sendo educado ou ‘montado’ e os professores são os ‘montadores’, que adicionam informação ao produto”. Assim, neste sistema, cabia ao professor certificar que o conteúdo foi absorvido positivamente e de forma homogênea por todos os alunos, ao livro didático era atribuído o único e exclusivo papel de fonte de conhecimento. Desta forma, como nas estruturas fabris, esperava-se que o aluno estivesse apto a transformar as informações obtidas durante a sua passagem pela instituição em resolução de problemas no mundo real.

O Fordismo não foi o único modelo de produção a influenciar a Educação, na década de 90, o Toyotismo³ emergiu globalmente com sua estrutura de produção fabril centrado na aplicação de procedimentos e meios tecnológicos de última geração, exigindo um novo tipo de envolvimento do operário, uma nova relação de trabalho, e, juntamente, uma educação básica correspondente. Os docentes, em suas práticas pedagógicas, tiveram inseridas no contexto educacional as TIC, mas sem romper, a princípio, com a antiga estrutura Fordista (NETO, 2006, p.48).

Nos meios fabris, a inserção da tecnologia propiciou o aumento da qualidade dos produtos, uma maior velocidade de produção, mais organização da produção, etc. Entretanto, na educação, o benefício das TIC não pode ser observado imediatamente devido a não linearidade do processo de ensino-aprendizagem, se contrapondo à linearidade das produções fabris.

³ Sistema de organização da produção fabril desenvolvido na fábrica da Toyota no Japão, que valoriza a alta qualidade em um sistema flexível de mecanização, voltado para a produção do necessário, evitando ao máximo o desperdício. Tudo isso com o auxílio e a inserção da tecnologia dos meios fabris.

A inserção das TICs na educação tem sido vista com bons olhos e com bastante otimismo, de acordo com Pontes (2000, p.64), as TIC “[...] representam uma força determinante no processo de mudança social, surgindo como chave-mestra de um novo tipo de sociedade, a sociedade da informação” promovendo um ganho na inovação científica e tecnológica, acelerando a transmissão de informação em tempo real. Segundo Almeida (2001, p.71), “inserir-se na sociedade da informação [é] principalmente saber utilizar essa tecnologia para [...] resolver os problemas do cotidiano, compreender o mundo e atuar na transformação de seu contexto”. O uso das TIC, complementa a autora, “[...] com vista à criação de uma rede de conhecimentos, favorece a democratização do acesso à informação, à troca de informações e experiências”.

Vivenciamos, atualmente, um processo de intensificação da utilização e acesso a comunicação e informação por meio de tecnologias como computadores, *tablets* e *smartphones*. Assim, constituímos a sociedade do conhecimento, em que os saberes são transitórios e temos a necessidade de aprender constantemente e de construir novos conhecimentos. A escola, por sua vez, não se difere dos demais espaços, e, cada vez mais, tem sido cobrada por novas formas de construção e difusão do conhecimento. Pierre Levy (1999), ao falar dos processos de aquisição e produção do conhecimento, defende que,

“Devemos construir novos modelos de espaço dos conhecimentos. No lugar de uma representação em escalas lineares e paralelas, em pirâmides estruturadas em “níveis”, organizadas pela noção de pré-requisitos e convergindo para saberes “superiores”, a partir de agora devemos preferir a imagem de espaços de conhecimentos emergentes, abertos, contínuos, em fluxo, não lineares, se reorganizando de acordo com os objetivos ou os contextos, nos quais cada um ocupa uma posição singular e evolutiva.” (LEVY, 1999)

Considerando a não linearidade nos processos de construção do conhecimento, as ações educativas devem valorizar a diversidade de ferramentas disponíveis, sobretudo no que tange a utilização das TIC presentes no cotidiano das pessoas. Assim, como partes inerentes do processo de construção do saber, as informações acessadas de diferentes mídias, bem como os saberes e experiências adquiridos ao longo da vida, devem ser discutidos e valorizados como peças importantes na obtenção do conhecimento de forma significativa. A aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo (MOREIRA, 1999), assim, novos conhecimentos obtidos pelo aluno se relacionam com conhecimentos prévios adquiridos por ele através de experiências vividas ou estudos anteriores.

Introduzir as TIC no espaço educacional a qualquer custo, por entender que são interativas, vai de encontro à cultura escolar por nós vivenciada. Moran (2004) diz que, “tudo que fizermos para inovar na educação nos tempos de hoje será pouco”, assim, ele mostra que, quanto maior a diversidade de tecnologias inseridas no contexto escolar, maior a necessidade de profissionais competentes, confiáveis, humanos e criativos. Afirmando que a inserção das tecnologias em sala de aula só será efetiva com a inovação didática e pedagógica dos docentes.

O professor, durante anos, vem desenvolvendo sua prática pedagógica prioritariamente utilizando métodos convencionais de ensino, lousa, exercícios e provas. A escola é uma instituição mais tradicional do que inovadora, a cultura escolar tem resistido bravamente às mudanças tecnológicas (MORAN, 2004). Os modelos de ensino focados no professor continuam predominando, apesar dos avanços teóricos em busca de mudanças do foco do ensino para aprendizagem. Mas este cenário começou e, constantemente, continua a ser alterado com a chegada das TIC como internet, lousas digitais, câmeras, *softwares*, etc. Novas propostas pedagógicas vêm sendo disseminadas, enfatizando as novas formas de ensinar, como a metodologia baseada em projetos e a interdisciplinaridade, que favorecem o aprendizado do aluno e a construção do conhecimento. (PRADO, 2016)

Professores e alunos, fora do ambiente educacional, estão imersos em um mundo tecnológico: músicas, filmes, shows... enfim, lazer e entretenimento disponíveis a partir de um toque, diretamente de seus smartphones. Em contrapartida, há, também, uma gama infinita de informações, acontecimentos, teorias, descobertas científicas e histórias importantes que, devido a estrutura ainda conservadora da escola, se fecha diante dos avanços da sociedade e regulamenta-se por regras próprias que definem currículos, programas, séries, disciplinas, conteúdos defasados e raramente questionados. Ao chegar à escola, alunos e professores mudam seu comportamento explorando conteúdos cada vez mais distantes de suas vivências e, assim, a escola vira um local de tradição cultural, onde os professores tentam ensinar de uma forma basicamente textual e linear, e os alunos recebem esses ensinamentos sem interesse. (KENSKI, 1996).

Seguindo este raciocínio, Moran (2012) afirma que é primordial que a aprendizagem incorpore a afetividade, a ética e o humano, mas não se esqueça, também, das tecnologias de pesquisa e comunicação em tempo real, porque a escola que hoje não está conectada, deixa de oferecer ao aluno oportunidades concretas no tocante ao próprio futuro.

Ainda na perspectiva de Moran (2006), o objetivo da escola é caminhar para uma educação e um ensino de qualidade, e o maior desafio é a devida integração de todas as dimensões do ser humano. A integração do sensorial, intelectual, emocional, ético e tecnológico necessita de pessoas que, em si mesmas, se deixem transformar e que transitem entre o pessoal e o social, e mostrem com palavras e com ações um contínuo mudar, evoluir, avançar.

Espera-se das novas tecnologias, soluções para mudar a educação, mas há pontos críticos a serem observados que se tornam de suma importância neste momento, como a educação de qualidade, a construção do processo de aprendizagem colaborativa, a revisão e a atualização do papel e da função dos professores, a compreensão e a utilização das novas tecnologias visando à aprendizagem e não apenas à transmissão do conhecimento. (MORAN; MASSOTO; BEHRENS, 2000)

1.1.1 Tecnologias da Informação e Comunicação e seus conceitos

Conceituar tecnologia é uma tarefa complexa, pois ela é variável e contextual, depende de quando e onde foi criada ou empregada; assim, Vani Moreira Kenski diz que a tecnologia “engloba a totalidade de coisas que a engenhosidade do cérebro humano conseguiu criar em todas as épocas, suas formas de uso e suas aplicações”. E, no contexto da educação, define tecnologia como produtos, equipamentos e processos planejados e construídos para que as pessoas possam ler, escrever, ensinar e aprender, como, por exemplo, o lápis, caderno, canetas, lousas e giz dentre outros. (KENSKI, 2007)

A tecnologia utilizada na educação não necessariamente se constitui apenas por equipamentos de alto valor e de pessoal qualificado para operá-los, mas também de tecnologias que dependem da criatividade do professor e de recursos simples para sua implementação (LOMÔNACO, 2002).

Ainda que, em muitos casos, a complexidade dos recursos tecnológicos (por exemplo, a utilização de um data show) requeira as condições acima especificadas, o que inviabiliza sua utilização na maioria das escolas, também existem, felizmente, tecnologias educacionais que dispensam toda esta parafernália e requerem principalmente a engenhosidade do professor e recursos simples, como lápis, papel e impressora para sua implementação. (LOMÔNACO, 2002)

Tajra (2001) classifica a tecnologia em três grupos distintos, as tecnologias físicas, organizadoras e simbólicas. As tecnologias físicas são as inovações instrumentais, os novos equipamentos, *softwares*, livros, celulares, computadores, canetas e outros. As tecnologias organizadoras são as formas com que as pessoas se relacionam com o mundo educacional, como, por exemplo: os métodos de ensino tradicional, significativo e construtivista são tecnologias de organização de relações de aprendizagem. Já as tecnologias simbólicas se relacionam com as formas de comunicação entre as pessoas. De acordo com ela, estas tecnologias estão interligadas e interdependentes refletindo um tipo de cultura e que está intimamente relacionada ao contexto político, econômico e social.

Embora existam várias tecnologias físicas, “a atenção voltada para o computador e seu ganho em relação aos demais recursos tecnológicos, no âmbito educacional, está relacionada à sua característica de interatividade[...] (TAJRA, 2001]. O computador, segundo Valente (2002), foi inserido no processo de ensino-aprendizado desde o momento de sua invenção e popularização.

Eles (os computadores) já foram utilizados como máquinas de ensinar e atualmente são vistos como importante auxiliar na aprendizagem, entendida como fruto da construção de conhecimento que o aprendiz realiza. (VALENTE, 2002, p.15)

Ao falarmos das TIC, Kenski (2007) diz que elas são os produtos e processos relacionados com o conhecimento provenientes da eletrônica, microeletrônica e telecomunicações, que estão em constante evolução, transformação, têm uma base imaterial, cujo espaço de ação é o ambiente virtual e tem como principal matéria prima a informação. Martínez (2004) completa dizendo que são um conjunto de tecnologias microeletrônicas, informáticas e de telecomunicação que permitem a aquisição, produção, armazenamento, processamento e transmissão de dados na forma de texto, áudio, vídeo, imagem, etc. E ainda ressalta que as novas tecnologias não vieram para substituir as “velhas” ou “convencionais”, mas para completar e enriquecer o ambiente educacional.

1.1.2 Formação dos professores, perante as tecnologias.

Conforme os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), a formação dos professores é uma peça fundamental para a melhoria da qualidade do ensino e as transformações constantes do mundo e da escola, precisam ser compreendidas pelos professores já que vem trazendo significativas modificações em seu perfil. A capacidade de

inovar dos educadores é de fundamental importância no processo de ensino aprendizagem nos dias de hoje. Entretanto, a estrutura escolar tradicional com o ensino focado no professor tem resistido bravamente (MORAN, 2000b).

Com as mídias digitais, televisão e internet, a nossa forma de aprender se modificou e estamos conseguindo processar informações de maneiras diferentes em um menor tempo, adaptamos com facilidade às diferentes linguagens dinâmicas e interativas. Assim sendo, a escola precisa adequar-se às mudanças tecnológicas, uma vez que, as tecnologias trazem dados, imagens, resumos de forma rápida e atraente e, neste contexto, o papel principal do professor é ajudar o aluno a interpretar, relacionar e contextualizar esses dados (MORAN, 2000b)

Segundo Palfrey (2011), um “nativo digital⁴” não significa dominar todos os conhecimentos e tecnologias favorecendo a construção do conhecimento, mas aquele que nasceu a partir da década de 1980, e possui intimidade com as mídias digitais, devido ao fato de estarem imersos desde a infância nesses meios, porém, necessitam ampliar seus conhecimentos, aprendendo a relacionar, contextualizar e sintetizar as informações veiculadas nas mídias sociais, transformando-a em aprendizagem. Desta forma, estão incluídos professores e alunos aprendendo a dominar e direcionar as tecnologias conhecidas e acessíveis para fins de aprendizagem, procurando alcançar a autonomia e se tornando corresponsáveis no processo de construção coletiva do conhecimento.

Ainda se enfrentam resistência de alguns educadores “imigrantes digitais⁵” que encontram obstáculos na utilização das tecnologias em sala de aula, assim, segundo Moran (2012), existem alguns fatores psicológicos que criam resistência na relação dos professores com os recursos tecnológicos, argumentando que a falta de formação emocional e afetiva, leva o professor ao pessimismo, enxergando mais os erros que os acertos. O novo pode causar medo e dúvidas quando não conhecemos a essência. O melhor caminho é reconhecer o estranho, aquilo que não estamos acostumados a vivenciar, pois as coisas podem piorar se deixarmos o que não é habitual se tornar motivo de desequilíbrio e autoritarismo em contextos educacionais (MORAN, 2012).

⁴ Termo criado pelo norte americano Marc Prensky em 2001 em seu livro “*Digital natives, Digital immigrants*” onde conceitua que nativos digitais são aqueles nascidos depois de 1980, e tem as tecnologias digitais como parte integrante de seu cotidiano, por terem nascidos imersos nessas tecnologias.

⁵ Outro termo criado por Marc Prensky também em seu livro “*Digital Natives, Digital Immigrants*” em 2001 onde conceitua que imigrantes digitais são aqueles que nasceram antes de 1980, em torno de uma cultura impressa e que precisaram se adaptar às novas formas de comunicação e de interação digital.

É preciso repensar constantemente o professor e seu papel em sala de aula principalmente no que tange a utilização das TIC, estando abertos às transformações com o objetivo de melhorar a relação ensino-aprendizagem. Buzato (2007) observa alguns questionamentos importantes no que tange a inclusão das TIC de forma efetiva para a educação como: O que se espera do uso das tecnologias na Educação? O que se esperar do professor? De que maneira formar professores diante dessas necessidades? Há uma dificuldade em se chegar a um consenso sobre essas respostas onde são inúmeras as variáveis a se considerar, vindo principalmente da Educação que tem conceitos arraigados em suas raízes no passado e a tecnologia com caráter extremamente rápido e dinâmico.

Muito se debate sobre esses questionamentos e Buzato (2007) diz que os formadores de professores pensam que os professores devem ter autonomia na construção de seus projetos pedagógicos e que utilizem a Internet de forma significativa em suas aulas, devem conhecer maneiras de ensinar o aluno e saber compatibilizar os materiais e recursos da sala de aula e do mundo “off-line” com os objetos simbólicos e as formas de interação típicas do mundo “on-line” e envolverem-se ativa e criticamente na implantação, manutenção e renovação da estrutura tecnológica da escola.

Neste sentido, o processo de aprendizagem centrado no uso de tecnologias, pode ser o caminho de aproximação entre professor e aluno, porém o docente precisa ter objetividade e discernimento na escolha das técnicas que serão utilizadas consoante com o que pretende que o seu aluno aprenda. Sob esta perspectiva, Masseto (2003) previne que:

“Como o processo de aprendizagem abrange o desenvolvimento intelectual, afetivo, o desenvolvimento de competências e de atitudes, pode-se deduzir que a tecnologia a ser usada deverá ser variada e adequada a esses objetivos. Não podemos ter esperança de que uma ou duas técnicas, repetidas à exaustão, deem conta de incentivar e encaminhar toda a aprendizagem esperada. Além do mais, as técnicas precisarão estar coerentes com os novos papéis tanto do aluno, como do professor: estratégias que fortaleçam o papel de sujeito da aprendizagem do aluno e o papel de mediador, incentivador e orientador do professor nos diversos ambientes de aprendizagem.” (MASSETO, 2003)

Uma vez que a didática, como aquela disciplina que estuda os objetivos, os meios e as condições do processo de ensino tendo em vista finalidades educacionais e sociais, precisa investigar as possibilidades de utilização das TIC no ensino e na prática docente, como forma de transformar os processos de ensino-aprendizagem, através da multifuncionalidade. Cabe a ela investigar as possibilidades de utilização das TIC no ensino e na prática docente, como forma de transformar os processos de ensino-aprendizagem, através

da multifuncionalidade (LIBÂNEO, 2008). Adequar o uso das novas TIC pode propiciar ao aluno novas condições de aprendizagem, bem como ao professor criar novos recursos didáticos propiciando uma melhoria em sua própria condição de trabalho.

Pesquisas com diferentes enfoques têm sido realizada a fim de compreender as possibilidades do uso dos recursos digitais. Gama (2007) mostra em sua tese que, um dos maiores desafios aos professores e pesquisadores é conhecer a eficácia dos objetos informatizados para fins educacionais e se possuem quesitos básicos de qualidade para o ensino e aprendizagem.

1.3 CONCEITOS DE REALIDADE VIRTUAL E SUA INSERÇÃO NA EDUCAÇÃO

1.3.1 – Conceitos de Realidade Virtual

A Realidade Virtual (RV) teve suas origens na década de 1950, Morton Heiling, em 1956 construiu uma máquina que utilizava técnicas cinematográficas, denominada Sensorama (Figura 1), na qual o usuário fazia um passeio de motocicleta, pré-gravado, pelas ruas de Manhattan. Em 1961, Comeau e Bryan, criaram um capacete que podia controlar remotamente os movimentos de uma câmera (KIRNER & KIRNER, 2011). Já em 1963, nos Estados Unidos, Ivan Sutherland apresentou em sua tese de doutorado o desenvolvimento de uma aplicação denominada Sketchpad (Figura 2), que permitia manipular em tempo real figuras 3D no monitor de um computador (SUTHERLAND, 1963), o que constituiu o marco inicial da criação da RV. Apesar de suas bases terem sido iniciadas em 1950 a RV só ganhou força na década de 90, quando os avanços tecnológicos propiciaram condições para a execução da computação gráfica interativa em tempo real (KIRNER & SISCOOTTO, 2007).

Figura 1 - Foto promocional de um protótipo do Sensorama



Fonte: Pimentel, 1995

Figura 2 - Ivan Sutherland e seu projeto Sketchpad, no MIT, em 1963



Fonte: Kirner & Siscoutto, 2007

Segundo Araújo (1996), o termo RV é creditado a Jaron Lanier, fundador da *VPL Research Inc.*, que o cunhou, no início dos anos 80, diferenciando as simulações tradicionais

das simulações envolvendo múltiplos usuários. Em meados da década de 70, Myron Krueger já utilizava o termo Realidade Artificial, e Willian Gibson utilizou o termo *cyberspace* em 1984 em seu romance de ficção científica *Neuromancer* (GIBSON, 1984; MACHOVER, 1994). Assim, Gibson descreveu o *cyberspace* como sendo uma rede de computadores universal contendo todo tipo de informações, na qual seria possível explorar os dados de forma multissensorial, e onde pessoas com implantes em seus corpos poderiam transmitir informações diretamente para o computador.

Conceituar RV torna-se uma tarefa bastante complexa, o termo é bastante abrangente, pois estudiosos e desenvolvedores tendem a defini-la com base em suas experiências, gerando diversas definições na literatura. Para Burdea e Coiffet (1994) RV é uma interface computacional avançada que envolve simulação em tempo real e interações, através de canais multissensoriais. Netto, Machado e Oliveira (2002) dizem que RV é uma ferramenta que viabiliza às pessoas interagirem, visualizarem e manipularem, através do computador, dados, formas, desenhos, ambientes e se relacionarem umas com as outras. De uma forma mais específica, Kirner (2016), conceitua realidade virtual como uma interface computacional que permite ao usuário interagir em tempo real, em um espaço tridimensional gerado por um computador, usando seus sentidos através de dispositivos especiais.

Uma interface em RV envolve um controle tridimensional interativo de processos computacionais. O usuário, ao entrar no espaço virtual, visualiza, manipula e explora os dados da aplicação em tempo real, usando seus sentidos, principalmente os movimentos naturais do corpo. O conhecimento intuitivo do usuário sobre o mundo físico pode ser transportado para o mundo virtual o que dá grande vantagem ao se utilizar esses tipos de sistema. Através de dispositivos, o usuário tem a impressão de que a aplicação está funcionando no ambiente tridimensional real, permitindo a exploração do ambiente e a manipulação natural dos objetos com o uso das mãos (KIRNER, 2016).

Esta tecnologia só foi possível devido aos avanços da computação, tanto de *hardware* quanto de *software*, pois dependem de processamento em tempo real. Pelo fato de terem sido criadas há várias décadas, seus conceitos e definições acabam sendo modificados em função de fatores mais recentes, como a multiplicidade de plataformas e a viabilização de *softwares* capazes de tratar elementos multissensoriais (KIRNER & KIRNER, 2011).

A RV faz a junção de três ideias básicas: imersão, interação e envolvimento. A imersão é o sentimento do usuário de estar dentro do ambiente e o quão este se parece com o

real. Interação é a capacidade de o computador detectar os comandos ou entradas, feitos pelo usuário, e modificar instantaneamente o mundo virtual e as ações sobre ele. Já o envolvimento, está ligado com o grau de motivação e o engajamento da pessoa com a atividade, na qual os sentidos são estimulados a ponto de a aplicação parecer real (KIRNER & PINHO, 2016).

Existem diferentes propostas para classificar a RV levando em conta diversos fatores. Especificamente em relação à maneira como o usuário interagem com o ambiente virtual, considerando os dispositivos multissensoriais utilizados ou não por ele, podemos categorizar a RV em duas frentes, Realidade Virtual Imersiva e Realidade Virtual Não imersiva. A RV imersiva tem por objeto isolar o usuário do mundo real por completo. Por isso, são usados dispositivos para bloquear os sentidos do usuário (visão, audição, tato etc.) do mundo real e transferi-los para o ambiente. Neste ambiente o usuário utiliza equipamentos a fim de responder somente aos estímulos gerados pelo sistema computacional. Já na RV Não-imersiva o usuário tem acesso ao ambiente virtual, sem se isolar do mundo real, através de dispositivos convencionais de computador (CARDOSO et al., 2007).

Os dispositivos para RV tem como função gerar a sensação de imersão do usuário em um ambiente virtual, sendo assim, estes dispositivos atuam de duas formas, lendo os movimentos das várias partes do corpo realizados pelo usuário e estimulando seus sentidos, com a finalidade de simular sensações. Para a captura dos movimentos, são utilizados sensores que fazem o rastreamento dos movimentos e a leitura dos ângulos de flexão e rotação de membros ou partes do corpo do usuário. Os estímulos dos sentidos ficam à cargo de dispositivos geradores de som em 3D e dispositivos de projeção de imagens que podem ser imersivos ou não imersivos (KIRNER, 2016).

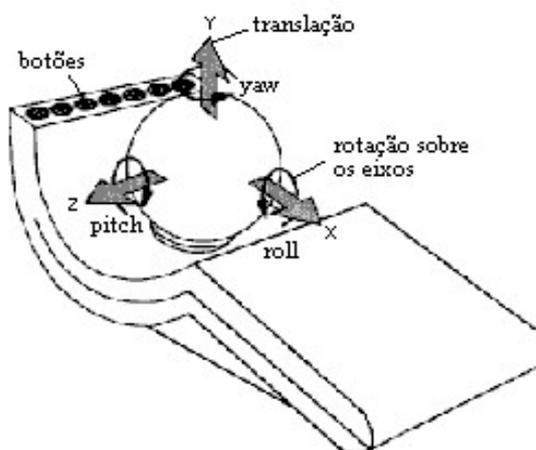
Os dispositivos de imersão são classificados em dois tipos, dispositivos de entrada e de saída. Os sensores e dispositivos de entrada permitem a movimentação do usuário e sua interação com o mundo virtual, como por exemplo a *dataglove* (luva de dados) que permite ao sistema reconhecer os movimentos de uma mão (Figura 3), dispositivos com graus de liberdade ou 6DOF que consiste em uma bola sobre uma plataforma com botões que são configurados (Figura 4) e dispositivos mais tradicionais como mouses e teclados de computadores (CARDOSO et al., 2007).

Figura 3 - Exemplo de uma dataglove.



Fonte: <<http://old.cescg.org/CESCG-2000/OSchoenbrunner/node8.html>> Acesso em: 24 jun. 2017

Figura 4 - Exemplo de um dispositivo com graus de liberdade.



Fonte: Pimentel, 1995.

Os dispositivos de saída podem ir desde dispositivos mais convencionais, que são facilmente encontrados em nosso dia a dia, até dispositivos pouco convencionais, que são responsáveis por maior imersão do usuário ao sistema de RV. Para os dispositivos convencionais temos os monitores de computador, projetores, caixas de som, etc. Já para os não convencionais temos os capacetes de realidade virtual (Figura 5), este dispositivo é composto de duas pequenas telas e um conjunto de lentes especiais e através de imagens estereoscópicas pode reproduzir os pontos de vista de cada olho para cada tela formando assim, as imagens tridimensionais, as CAVE's (Figura 6), que são salas cujas paredes, teto e chão são superfícies de projeção onde, em cada uma, existe um sistema de câmeras e espelhos responsáveis por transmitir determinada porção da cena virtual, sistemas sonoros 3D que são

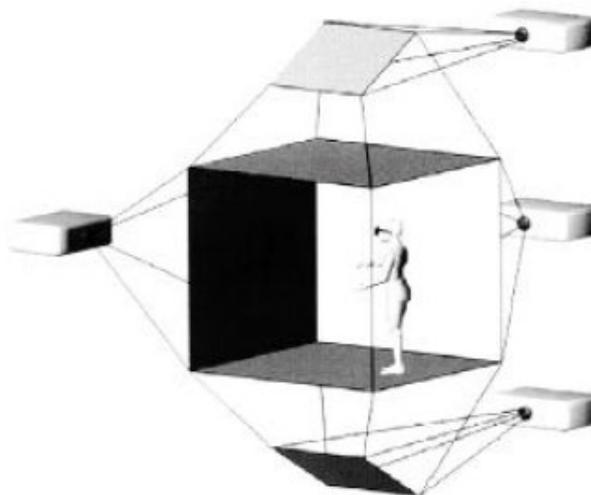
sistemas que têm a capacidade de reproduzir o som de forma que se perceba a movimentação da fonte emissora (Figura 7), dentre outros. Com a evolução da tecnologia, mais dispositivos são inventados e disponibilizados no mercado dando uma vasta gama de possibilidades de imersão para os sistemas RV.

Figura 5 - Exemplo de capacete RV. Oculus Rift.



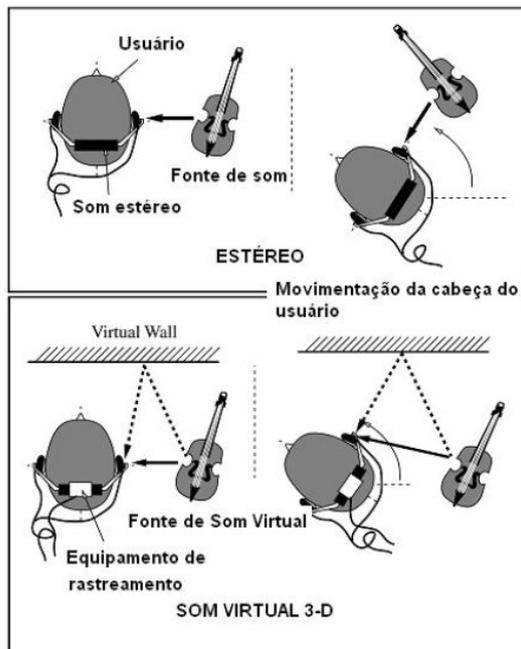
Fonte:< <http://web.ist.utl.pt/ist169883/CAV/mercado.html>>. Acesso em 24 jun. 2017

Figura 6 - Esquema de um CAVE demonstrando o posicionamento dos projetores em suas paredes.



Fonte: Kirner & Siscoutto, 2007

Figura 7 - Comparação entre som 3D Virtual e som Estéreo.



Fonte: Kirner & Siscoutto, 2007

1.3.2 – Realidade Virtual na Educação

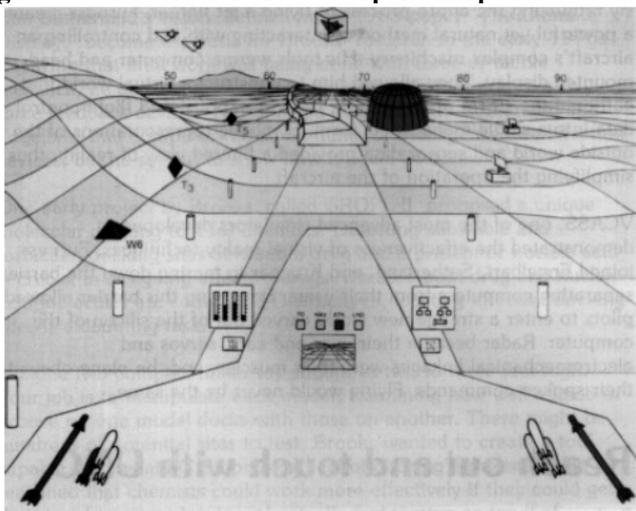
Na educação, mais especificamente na área de treinamentos, a RV teve sua inserção em 1982 com o desenvolvimento de um simulador desenvolvido por Thomas Furness para a força aérea Americana, o VCASS (*Visually Coupled Airborne Systems Simulator*), conhecido como “*Super Cockpit*” (Figuras 8 e 9), que usava computadores e vídeo-capacetes interligados que permitia o treinamento dos pilotos de avião a partir da representação e simulação da cabine de um avião. Nesta aplicação era permitido ao piloto visualizar os instrumentos contidos na cabine, bem como as armas contidas no avião. O custo deste projeto foi na faixa de milhões de dólares (KIRNER & KIRNER, 2011).

Figura 8 - Piloto usando o capacete do projeto "Super Cockpit".



Fonte: Pimentel, 1995

Figura 9 - Visão do usuário do "Super Cockpit".



Fonte: Pimentel, 1995.

A RV na educação tem se destacado, sendo avaliada de forma intensiva. Alguns dos resultados dessas avaliações mostram ganhos de aprendizagem, superiores a diversas outras formas de interação visando a educação mediada por computador (CARDOSO et al., 2007). As principais vantagens apontadas para a utilização da RV na educação, segundo Cardoso et al., 2007, são:

- “Motivação de estudantes e usuários de forma geral, baseada na experiência de 1ª pessoa vivenciada pelos mesmos;
- Grande poderio de ilustrar características e processos, em relação a outros meios multimídias;

- Permite visualização de detalhes de objetos;
- Permite visualizações de objetos que estão a grandes distâncias, como um planeta ou um satélite;
- Permite experimentos virtuais, na falta de recursos, ou para fins de educação virtual interativa;
- Permite ao aprendiz refazer experimentos de forma atemporal, fora do âmbito de uma aula clássica;
- Porque requer interação, exige que cada participante se torne ativo dentro de um processo de visualização;
- Encoraja a criatividade, catalisando a experimentação;
- Provê igual oportunidade de comunicação para estudantes de culturas diferentes, a partir de representações;
- Ensina habilidades computacionais e de domínio periféricos.”

1.4 TRABALHOS RELACIONADOS

Na busca por estudos e trabalhos relacionados ao tema da pesquisa observamos uma dificuldade em encontrar estudos em que se tratava especificamente sobre a inserção da RV na educação com o foco no professor. Os trabalhos que falam sobre aplicações em RV descrevem e demonstram as aplicações feitas para o ensino e treinamento, em seus resultados comentam sucintamente sobre seus benefícios na educação. Já os trabalhos que têm como foco o docente, falam de uma maneira geral sobre as TIC e sua inserção em sala de aula mediada pelo docente. Sendo assim, seguem alguns estudos analisados para o embasamento e execução deste trabalho.

No estudo de Silva et al. (2011) é apresentada a ferramenta Virtual Substation que, através da utilização de um ambiente virtual, permite o treinamento de operadores de subestação. A ferramenta oferece uma representação em três dimensões dos componentes presentes em subestações possibilitando o aprendizado através de interação, sem expor o aluno a situações de perigo inerentes a falhas elétricas. Essa ferramenta apresenta um ambiente virtual de aprendizado capaz de treinar pessoas para realizarem tarefas relacionadas à área de sistemas elétricos de alta potência. Trata-se de um ambiente complexo que apresenta sistemas com vários equipamentos no qual o usuário pode se movimentar e interagir com o ambiente. Na interação com o ambiente, são apresentadas descrições detalhadas sobre o funcionamento dos equipamentos e os riscos que o envolve. É uma aplicação específica para

o assunto que a envolve e possui uma qualidade dos componentes limitada e com os detalhes necessários para a identificação dos equipamentos (Figura 10).

Figura 10 - Interface do Virtual Substation.



Fonte: Silva et al.,2011.

Rocha et al. (2013) apresenta o estudo e desenvolvimento de uma plataforma auxiliar para o ensino prático e teórico do conteúdo relativo aos motores de indução trifásico empregando realidade virtual. A plataforma é dividida em dois módulos, um módulo de ensaio e um didático. Descreve detalhadamente o módulo de ensaio, no qual é possível executar e testar a conexão do motor, observar os efeitos da inversão e da falta de fase, além de realizar os ensaios a vazio e de rotor bloqueado. Descreve, também, o módulo de apoio didático, nos quais são abordados aspectos como campo magnético girante e a constituição física do motor. Para sua confecção, foram utilizadas informações das máquinas utilizadas no laboratório da Universidade de Brasília - UnB. Com este projeto, buscaram contornar algumas limitações do tradicional processo de transferência de conhecimento na mencionada área. Concluíram que a plataforma didática tem potencial para servir como complemento ao ensino de máquinas elétricas. O aluno tem liberdade de trabalhar e manipular o aplicativo conforme sua disponibilidade de tempo, local e forma. Por meio dos ensaios virtuais realizados no aplicativo o estudante pode se preparar com antecedência para a aula prática. Esta aplicação tem boa mobilidade e usabilidade, porém deixa a desejar na riqueza de detalhe das peças (Figura 11).

Figura 11 - Interface do módulo de apoio didático apresentando a vista explodida do motor.



Fonte: Rocha et al., 2013

O trabalho de Ottoni e Paula (2012) analisou professores na construção de uma representação e avaliação positivas da inserção das novas TIC na educação e, para a afirmação da necessidade dessa inserção em sala de aula. A pesquisa foi feita utilizando questionários, com os quais foram colhidas opiniões dos professores sobre a inserção das TIC em sala de aula, sua efetividade e os desafios da inserção das mesmas no contexto escolar. Os professores estudados indicaram a inserção das TIC como algo importante, que ajuda no processo de ensino e aprendizagem e que pode ainda ser melhor implementado na escola, mas entendem que são apenas mediadoras no processo de ensino-aprendizagem, sendo artifícios para prender a atenção dos alunos. Expressa, também, que é necessário que os professores saibam usar as TIC de maneira equilibrada, sem deixar de desempenhar seu papel de educador.

Guedes, Silva e Filho (2016) investigaram as implicações do uso das tecnologias digitais como recurso didático no ensino. Evidenciaram que há uma relevante deficiência das TIC na educação, pois a maioria dos professores, (objetos do trabalho), que utilizaram ferramentas tecnológicas, apresentaram dificuldades significativas de explorá-las de forma efetiva em sala de aula. Salientaram que é preciso criar mecanismos de formação docente que demonstrem as potencialidades dos recursos tecnológicos. Concluíram que, embora existam algumas iniciativas isoladas de inserção dessas tecnologias no ensino, ainda predominam muitas dificuldades para a superação de práticas pedagógicas tradicionais e para a

modernização dos recursos didáticos usados em sala de aula, fazendo-se necessário ampliar a utilização das TIC no ambiente escolar, porém de forma efetiva e transformadora.

CAPÍTULO II - UNIVERSO DA PESQUISA E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente estudo constou de uma abordagem de análise quali-quantitativa da utilização de modelos virtuais tridimensionais não imersivos, como ferramenta de apoio ao docente do ensino técnico integrado ao ensino médio de uma escola da cidade de Araxá. A pesquisa quantitativa, que tem suas raízes no pensamento positivista lógico, tende a enfatizar o raciocínio dedutivo, as regras da lógica e os atributos mensuráveis da experiência humana. Por outro lado, a pesquisa qualitativa tende a salientar os aspectos dinâmicos, holísticos e individuais da experiência humana, para apreender a totalidade no contexto daqueles que estão vivenciando o fenômeno (POLIT, BECKER E HUNGLER, 2004, p. 201).

Trata-se de uma pesquisa multidisciplinar envolvendo, além dos pesquisadores, os docentes e o corpo pedagógico da instituição. A pesquisa orientou-se pela necessidade de investigar o potencial pedagógico dos recursos tecnológicos, em especial a utilização de ambientes virtuais na prática de ensino dos cursos técnicos, com o intuito de trazer contribuições à metodologia de ensino das disciplinas.

Para garantir o anonimato dos sujeitos investigados, eles serão aqui mencionados por Professor 1, Professor 2, e assim sucessivamente, até Professor 10.

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA DO EXPERIMENTO.

Participaram voluntariamente do estudo 10 professores do curso técnico em Mecânica Industrial do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – campus Araxá, (9 do sexo masculino e 1 do sexo feminino)) com idades entre 28 e 74 anos, eles ministram as disciplinas de Soldagem, Segurança do Trabalho, Comandos Elétricos, Desenho Técnico Mecânico, Mecânica Técnica e Resistência dos Materiais, Ciência dos Materiais, Hidráulica, Máquinas Térmicas e Máquinas de Fluxo, Caldeiraria e Elementos de Máquinas.

Quanto à formação dos professores participantes, 5 deles são Doutores, 4 são Mestres e 1 é Especialista, 9 trabalham em regime efetivo na instituição e 1 é contratado como substituto. Em relação à experiência no trabalho docente, 2 trabalham há mais de 25 anos na docência, 4 entre 10 e 25 anos e os outros 4 possuem menos de 10 anos de docência conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Caracterização da Amostra do Experimento.

Professor	Idade (anos)	Titulação	Tempo Docência (anos)
Professor 1	40	Mestre	3
Professor 2	56	Doutor	16
Professor 3	37	Mestre	4
Professor 4	55	Mestre	25
Professor 5	47	Doutor	16
Professor 6	60	Doutor	23
Professor 7	74	Doutor	38
Professor 8	50	Doutor	21
Professor 9	28	Especialista	1
Professor 10	31	Mestre	3

Fonte: Própria Autoria

O curso de Mecânica Industrial foi escolhido pelos pesquisadores, pois, em sua unidade curricular, aborda desde conceitos sobre funcionamento e aplicações de grandes equipamentos até a microestrutura e a resistência dos materiais os quais são compostos.

A instituição possui uma estrutura voltada à educação profissional de nível técnico e à graduação. Possui cursos diurnos (Mecânica, Eletrônica, Mineração e Edificações) articulados com o Ensino Médio, com duração de 3 anos mais 6 meses de estágio supervisionado em empresas. Os cursos de educação profissional noturnos são dirigidos a alunos que já possuem ou estão cursando o Ensino Médio em outras instituições, com duração de 2 anos mais 6 meses de estágio supervisionado. Os cursos de graduação oferecidos são os de Engenharia de Automação e Engenharia de Minas.

2.2 ESCOLHA E DEFINIÇÃO DO SOFTWARE UTILIZADO

A proposta deste estudo não foi criar um software educacional, mas utilizar um software comercial de desenho industrial em terceira dimensão na criação de modelos virtuais tridimensionais, e que estes modelos fossem utilizados como ferramenta de apoio didático, agregando ganhos às metodologias de ensino do docente.

Com o aperfeiçoamento da tecnologia, os computadores e *softwares* de desenho industrial substituíram as pranchetas de desenho, permitindo que as técnicas de desenho fossem aplicadas de forma mais rápida. Souza & Coelho (2003) apresentam a evolução dos

programas de Desenho Assistido por Computador CAD; que, em virtude das características de sistemas e equipamentos, adquiriram inicialmente a conotação de “pranchetas eletrônicas 2D”, porém, hoje, contam com recursos insofismáveis de modelagem, renderização e simulação, resultando no projeto 3D ou projeto parametrizado. Neste sentido, o termo parametrização apresentado por Peres et.al. (2007) também deve ser entendido de uma maneira mais ampla como a correlação de dados, não só referente à forma e dimensão, mas também em relação ao material, acabamento superficial, rugosidade, simulação de carga, pressão, processos de fabricação, etc.

Visando a estas características, foram pesquisados softwares livres e proprietários que atendessem essas características. Com base nas pesquisas foram selecionados 3 (três) *softwares* livres⁶ e 2 (dois) proprietários⁷ para que fosse feita uma análise mais aprofundada sobre suas funções e como elas poderiam auxiliar no trabalho. De posse dos softwares, foram observadas e atribuídas notas de 0 (zero) a 10 (dez), onde 0 indica que o *software* não atende aos requisitos avaliados e 10 atende completamente aos requisitos, para itens como:

- Modelagem 3D: Levou-se em conta neste item a facilidade na obtenção do modelo, comandos e procedimentos a serem adotados para obter um modelo simples.
- Texturização: É a capacidade do *software* de aplicar texturas aos seus objetos que simulando a aparência real do material de que é feito.
- Interface amigável: Observou-se a aparência e disposição dos ícones na tela, a facilidade de se encontrar uma ferramenta.
- Simulação de Carga: É a capacidade de o *software* simular situações em que as peças estão submetidas à esforços indicando assim possíveis pontos de ruptura.
- Processos de fabricação: Simular objetos como se estivessem sendo fabricados, por exemplo, dobras de chapas, soldas, etc.
- Simulação: Simular o funcionamento do equipamento ou do objeto.

⁶ Qualquer *software* que pode ser executado, copiado, modificado e redistribuído pelos usuários gratuitamente. Os usuários possuem livre acesso ao código-fonte do software e fazem alterações conforme as suas necessidades.

⁷ Conhecidos também como *software* privativo ou não livre é um software que é comercializado e licenciado com direitos exclusivos para o produtor. Conforme o local de comercialização do software este pode ser abrangido por patentes, direitos de autor assim como limitações para a sua exportação e uso em países terceiros.

- Aproximação com a Realidade: O quanto o objeto resultante do modelamento composto com texturas e demais itens se aproxima da realidade.
- Domínio: Como os modelos serão confeccionados pela equipe pesquisadora, o domínio da equipe perante o software.

Assim, como resultado, obtivemos as seguintes notas dispostas no Tabela 2:

Tabela 2 – Análise da avaliação dos *softwares*.

Característica	Livres			Proprietários	
	3D Slash	123D Design	Free CAD	SolidWorks	Inventor
Modelagem 3D	10	10	10	10	10
Texturização	2	4	1	9	8
Interface Amigável	7	9	6	10	9
Simulação de Carga	0	0	0	10	10
Processos de Fabricação	0	0	0	10	10
Simulação	0	0	0	10	10
Aprox. com a Realidade	2	2	2	9	9
Domínio	0	0	0	10	7
Total	21	25	19	78	73

Fonte: Própria Autoria.

Os dois *softwares* que mais se destacaram foram os proprietários *SolidWorks* e *Inventor*, por possuírem uma maior gama de recursos disponíveis e as características necessárias para o desenvolvimento do trabalho. Apesar de serem pagos, possuem versões gratuitas para estudantes e a instituição possui as duas versões em seus computadores. Desse modo, o critério de escolha final foi dado pelo domínio dos pesquisadores perante o software, uma vez que os modelos foram gerados pela própria equipe e repassados aos docentes para a utilização e avaliação.

O *software* utilizado na pesquisa foi o *SolidWorks* versão 2015, criado pela *SolidWorks Corporation*, que em 1997 foi adquirida pela francesa *Dassault Systèmes S.A.*, que desde então passou a aprimorá-lo. O *SolidWorks* foi desenvolvido para o sistema

operacional Windows e baseia-se no desenho paramétrico⁸, criando formas tridimensionais a partir de formas geométricas elementares estabelecendo relações internas e externas aos seus esboços. Oferece também, uma série de possibilidades de simulações de esforços e cargas, escoamento de fluxos, funcionamento de equipamentos, etc.

2.3 PROCEDIMENTO DA OBTENÇÃO DOS MODELOS

Para a obtenção dos modelos foi realizada uma entrevista oral individual com cada docente na qual foram perguntadas quais eram as maiores dificuldades encontradas na explicação das disciplinas ministradas, o porquê dessa dificuldade e quais os recursos utilizados para minimizá-las. Assim, suas respostas foram registradas e analisadas pelos pesquisadores.

A partir disso foi apresentado aos docentes e à equipe pedagógica um modelo virtual tridimensional genérico e seus recursos e funções, explicando como eles poderiam auxiliá-los nos problemas relatados anteriormente e como se adaptariam às aulas contribuindo como uma ferramenta de apoio didático. Então, foi pedido ao docente para escolher um modelo a fim de que fosse confeccionado e adaptado à suas necessidades.

Com a escolha do modelo pelo docente, seguiu-se a entrevista levantando os requisitos que cada modelo deveria ter, começando pelas características físicas (tamanho, principais fabricantes, peças principais, peças secundárias, fontes bibliográficas utilizadas, etc.), e, posteriormente, o foco da aula que definiria alguns comportamentos que deveriam ser feitos pelo modelo (montar e desmontar, vistas em corte, vista explodida, maior detalhamento nas peças principais, etc.).

De posse dos requisitos elencados iniciou-se a busca pelas informações necessárias para a fabricação dos modelos virtuais requeridos pelos docentes. Foram feitas buscas em sites e catálogos dos principais fabricantes dos equipamentos e nas bibliografias fornecidas, a fim de levantar o maior número possível de informações para que os modelos fossem executados com uma maior gama de detalhes, aproximando-os da realidade. Após desenvolvido cada modelo, o software nos ofereceu a opção de gerar um arquivo executável, o qual não necessitava do SolidWorks para funcionar. Este executável é utilizado na indústria para a revisão de projetos, oportunidade em que o solicitante tem a possibilidade de abrir o

⁸ Desenho paramétrico é o desenho que leva em conta fatores além de linhas e traçados, adicionam parâmetros que indicam as características e comportamentos físicos relacionando o material e suas características à peça a ser fabricada, possibilitando extrair informações aproximadas ao produto final.

arquivo, verificar o cumprimento das exigências de projeto e ainda sugerir possíveis modificações a serem feitas.

Com os modelos finalizados, foi marcada uma nova reunião individual, momento em que o modelo foi apresentado ao respectivo docente e o mesmo recebeu um minicurso sobre a sua manipulação e como as ferramentas de revisão adicionariam elementos que ajudariam na composição do seu modelo, facilitando na explanação do conteúdo. Foi explicado ao professor que o software permite a criação de um passo a passo capaz de estruturar sua aula. Essa funcionalidade foi construída em conjunto com o professor para ele posteriormente aprimorar este roteiro adicionando informações pertinentes ao seu conteúdo. Foram gerados para o estudo 9 modelos, um para cada professor.

2.4 APLICAÇÃO DOS MODELOS EM SALA DE AULA E AVALIAÇÃO

Assim, após efetuadas as modificações necessárias pelos professores, eles utilizaram os modelos virtuais tridimensionais em uma aula de 50 minutos em uma das turmas dos três anos do Ensino Técnico Integrado ao Ensino Médio e foi pedido que observassem aspectos como facilidades obtidas com os modelos, as dificuldades em relação ao seu uso, o comportamento dos discentes (atenção, dispersão, curiosidade, etc.) para que fosse respondido um questionário (Apêndice 1) posteriormente.

Foram escolhidos os alunos do Ensino Técnico Integrado ao Ensino Médio por se tratar de alunos com a faixa etária de 15 a 18 anos, segundo Palfrey (2011) “nativos digitais”, imersos nas novas tecnologias (vídeo game, smartphones, tablets, etc.) e, em sua grande maioria, nunca estiveram efetivamente dentro de uma indústria de grande porte, a não ser em visitas técnicas, e que, em sua vida acadêmica, estudam conceitos e equipamentos que nunca viram em pleno funcionamento.

Todo o processo foi acompanhado pelas 2 pedagogas da instituição, as quais foi solicitado que observassem o desempenho didático e a aplicação dos modelos por parte dos professores que aceitaram ser observados por elas em suas explanações. Após cada aula, as suas impressões foram registradas em anotações e discutidas com os pesquisadores.

Durante a pesquisa todas as opiniões e sugestões, que estavam fora do escopo do questionário, foram registradas e analisadas pelos pesquisadores e acrescentadas à discussão do trabalho.

CAPÍTULO III – RESULTADOS DA PESQUISA

Neste capítulo analisaremos e discutiremos todo o processo descrito na metodologia e os resultados obtidos, a fim de compreender a inserção, utilização e eficácia dos modelos virtuais tridimensionais como ferramenta de apoio ao docente. Conforme mencionado, foram realizadas três reuniões com os docentes: na primeira delas levantou-se as dificuldades dos docentes nas demonstrações de suas disciplinas, a apresentação de um modelo virtual e o levantamento de informações para a construção do modelo. Na segunda foi apresentado o modelo virtual confeccionado para cada disciplina e ministrado um minicurso de manipulação dos modelos virtuais no ambiente de apresentação. Na terceira fez-se uma avaliação sobre a utilização dos modelos virtuais em sala de aula através de um questionário aplicado aos docentes.

3.1 PRIMEIRA FASE – IDENTIFICAÇÃO DOS PROBLEMAS E APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA.

Na primeira reunião foi feita uma entrevista individual, averiguando quais seriam as maiores dificuldades encontradas pelos professores em suas aulas, em relação às demonstrações de funcionamento ou teorias. Os professores de cujas disciplinas tratam do funcionamento de grandes equipamentos, disseram que as maiores dificuldades estão na explicação do funcionamento de componentes internos e a impossibilidade de desmontar os equipamentos existentes no laboratório (Professor 5). Já o professor de Ciência dos Materiais, que trata da microestrutura dos materiais, tem dificuldade na representação das ligações e disposição entre as moléculas de carbono na constituição do aço (Professor 3). O de Resistência dos Materiais vê que a dificuldade está nos cálculos matemáticos e no entendimento da aplicação das cargas em cima de uma peça, e na representação da deformação que o material sofre perante uma carga aplicada (Professor 8).

“Como vou desmontar um equipamento que está em pleno funcionamento que custa R\$150.000,00?” (Professor 5)

“Eles [os alunos] têm muita dificuldade de enxergar as estruturas de cubo de corpo centrado e cubo de face centrado a partir dos diagramas impressos nos livros.” (Professor 3)

“Quando tenho uma carga concentrada ou distribuída, os alunos abstraem essa situação a partir de um plano, que é o plano do quadro. Quando eu falo que esta carga está distribuída em toda a peça e peço para que eles a imaginem em terceira dimensão, aí minha dor de cabeça começa!” (Professor 8)

Quando perguntados o que eles faziam ou utilizavam para tentar sanar estas dificuldades, em sua totalidade, os docentes responderam que costumavam fazer diagramas, desenhos e que utilizavam alguns recursos, como filmes e fotografias, para ajudar demonstrar esses pontos de difícil entendimento. Apenas dois utilizavam, além dos filmes e fotos, equipamentos descartados pelas indústrias locais que são doados à instituição.

“Utilizo muitos filmes e fotos, além de alguns equipamentos que estavam estragados e seriam descartados pela indústria, que nos foram oferecidos. Alguns desses equipamentos desmontamos e fizemos cortes em suas carcaças, o que nos permite observá-los por dentro.” (Professor 4)

Perguntamos também, quais eram as vantagens e as desvantagens de se trabalhar com estes equipamentos físicos ganhados da indústria. As vantagens elencadas foram que eles permitiam o contato físico do docente ao equipamento, a manipulação das peças, o que facilitava o entendimento sobre o funcionamento do equipamento, pois não se tratava apenas de uma abstração feita pelo aluno. As desvantagens levantadas foram que, apesar deles compreenderem o funcionamento geral, existem, no mercado, uma diversidade de marcas, modelos e tamanhos diferentes do mesmo equipamento e cada um possui suas peculiaridades. Mencionaram também, como desvantagem, o desgaste, a perda de peças durante as aulas e a necessidade de espaço físico para guardar os equipamentos nos laboratórios.

Assim, verificando que os docentes realmente possuíam dificuldades na demonstração visual de alguns conceitos, em um segundo momento da entrevista foi apresentado um modelo genérico feito pelos pesquisadores. Com este modelo foi possível demonstrar aos docentes as funções e ferramentas propostas pelo *software* e como estas poderiam auxiliá-los em sala de aula amenizando os problemas levantados por eles na entrevista. O modelo apresentado foi um conjunto mecânico simples composto por 10 peças o qual simulava o funcionamento de uma junta universal em ângulo, acionada por uma manivela (Figura 12). Apresentamos, também, algumas de suas funcionalidades como a possibilidade de rotacionar a peça em 360°, a projeção ortogonal, a vista explodida (Figura 13), vistas em corte (Figura 14), além da simulação em funcionamento da junta acionando a manivela. Alguns dos professores ficaram surpresos com as ferramentas e com as possibilidades no modelo e um disse que já conhecia o *software* utilizado na pesquisa, mas não sabia que ele tinha tantas funcionalidades.

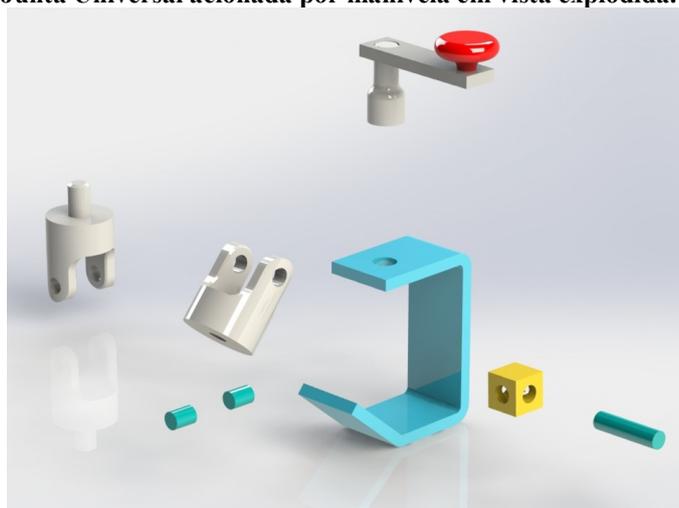
“O tempo em que estive na indústria cheguei a ver este software em algumas apresentações de projetos, fiquei impressionado com o que vi, mas naquela época não mostraram tantos recursos assim.” (Professor 1)

Figura 12 - Modelo apresentado aos docentes - Junta Universal acionada por manivela.



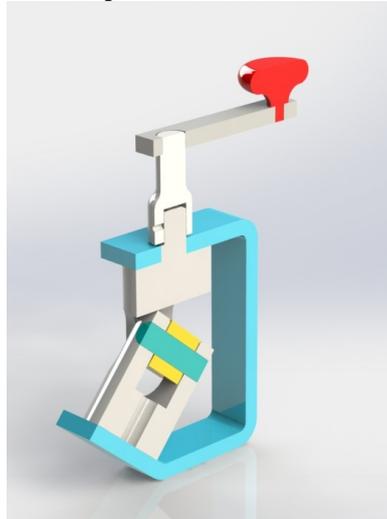
Fonte: Própria Autoria.

Figura 13 - Junta Universal acionada por manivela em vista explodida.



Fonte Própria Autoria

Figura 14 - Junta universal acionada por manivela vista em corte longitudinal.



Fonte: Própria Autoria.

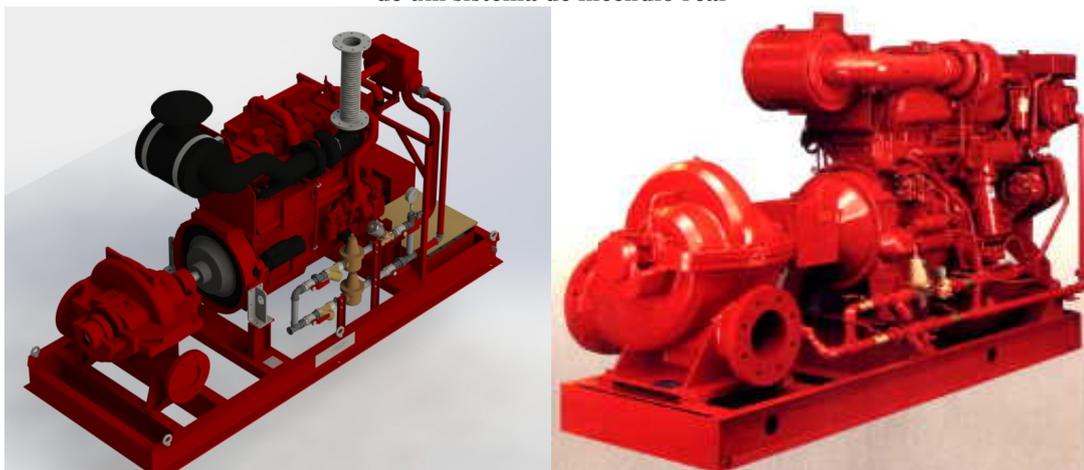
Após toda a explanação sobre as possibilidades que os modelos virtuais trariam aos docentes em sala de aula, eles foram convidados a participar da pesquisa e a escolher um modelo que eles utilizavam em sala de aula para ser confeccionado pelos pesquisadores. Dos 10 professores pesquisados um não aceitou prosseguir com o estudo a partir desta etapa. Quando questionado o porquê da desistência ele disse que “essas tecnologias são para os que estão começando na carreira” (Professor 7). Os nove professores restantes escolheram seus modelos passando para o terceiro momento da entrevista para levantar os requisitos esperados por eles do modelo. Para isso, perguntamos sobre os principais fabricantes dos equipamentos (aqueles que suas matérias se tratavam de grandes equipamentos), principais fontes bibliográficas e quais seriam os pontos focais das aulas para que fossem confeccionados e enfatizados no modelo com grande riqueza de detalhes.

3.2 SEGUNDA FASE – LEVANTAMENTO DE REQUISITOS E CONFECÇÃO DOS MODELOS.

Assim iniciaram-se as buscas pelas características físicas principais de cada modelo e as características específicas levantadas por cada docente, para isso foram consultados catálogos de fabricantes e as literaturas fornecidas por eles. Como resultado obtivemos os seguintes modelos: um conjunto de moto bomba, escolhido pelo Professor 1, utilizado em sistemas de incêndio industriais que conta com um motor de combustão interna movido a diesel acoplado a uma bomba centrífuga responsável pela alimentação de água da tubulação. As Figuras 15 a e b mostram o modelo elaborado em 3D pela equipe de pesquisa e

uma foto do equipamento real utilizado como base para a confecção do modelo, a fim de demonstrar a aproximação com a realidade. O modelo ajudaria a explicar a instalação do sistema de incêndio, os equipamentos que a formam, suas funções além de alguns outros conceitos sobre proteção de partes girantes etc.

Figura 15 – A) Conjunto de moto-bomba de um sistema de incêndio modelada. B) Conjunto moto-bomba de um sistema de incêndio real



Fonte: Própria autoria

O Professor 2 preferiu que fosse executado modelos de juntas de chapas para soldagem, com seu uso pode-se explicar quais os tipos de junção executadas em chapas metálicas e como se prepara essas juntas para os diferentes tipos de soldagem. Na Figura 16 está demonstrado um modelo de junção de chapas em T com a preparação para receber a solda.

Figura 16 – A) Modelo de junção de chapas em T. B) Junção em T demonstrada em catálogo de soldagem.

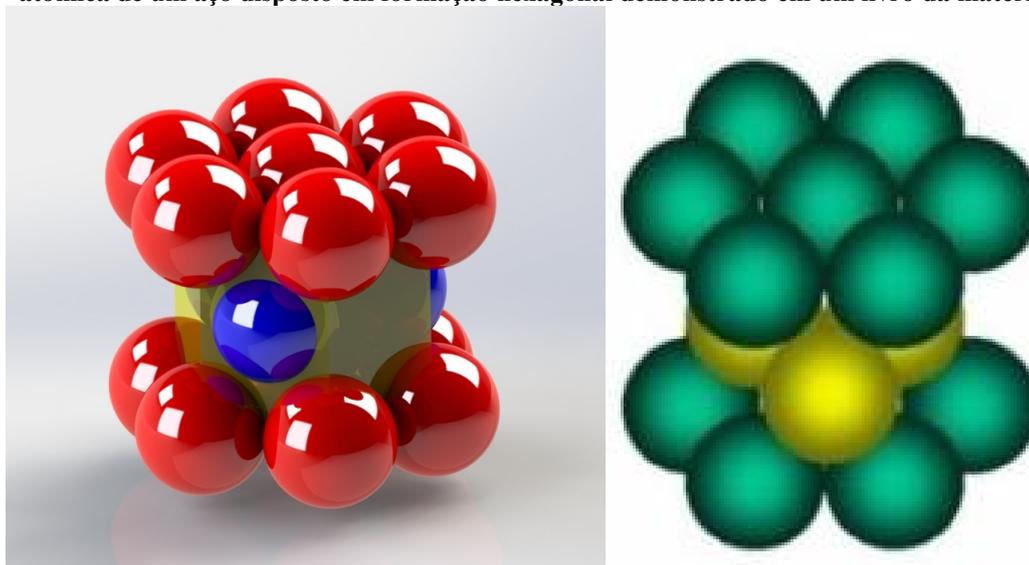


Fonte: A)Própria Autoria. B) Catálogo ESAB 2015

Já o Professor 3 pediu que fosse elaborado modelo que demonstrasse a estrutura atômica de formação do aço e suas ligas e como esses se dispõem organizadamente no material. Na figura 17 está representada a estrutura atômica de um aço com formação

hexagonal. Onde as esferas vermelhas e azuis representam os átomos que formam a estrutura e a parte amarela representa o formato para demonstração da formação hexagonal entre eles.

Figura 17 – A) Estrutura atômica de um aço disposto em formação hexagonal modelado. B) Estrutura atômica de um aço disposto em formação hexagonal demonstrado em um livro da matéria.



Fonte: A) Própria Autoria. B) Callister, 2002.

O Professor 4 escolheu uma bomba hidráulica com todas as suas partes internas e como elas se relacionam, para explicar a relação entre a pressão e a vazão dentro deste equipamento. Na figura 18a está demonstrando o resultado final do modelo desenvolvido e o modelo real escolhido como base para o desenvolvimento do modelo virtual.

Figura 18 – A) Resultado final da criação do modelo da bomba hidráulica. B) Foto de uma bomba hidráulica retirada do catálogo do fabricante.

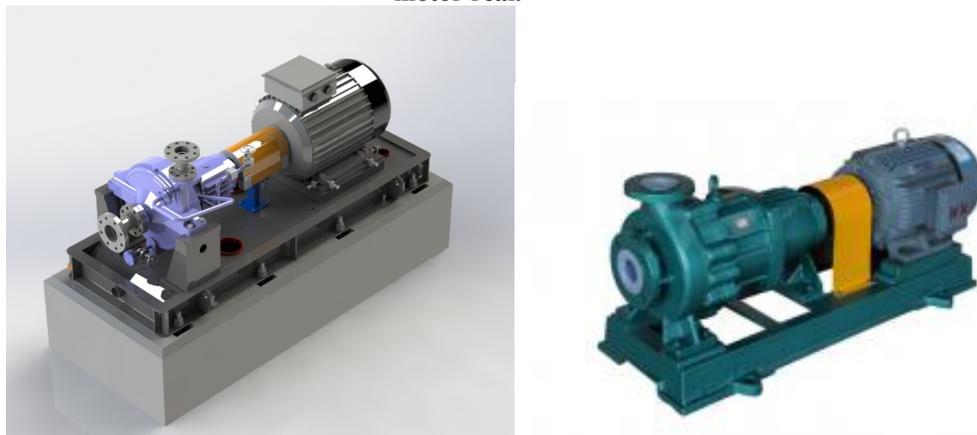


Fonte: A) Própria Autoria. B) Parker Hidráulica, 2014.

O Professor 5 escolheu um conjunto de bomba centrífuga movida com um motor elétrico e vários tipos de rotores para a bomba e com ele pretendia explicar o princípio de

funcionamento do equipamento e as diferenças ocasionadas pela troca dos rotores das bombas. Na figura 19a e b estão representados o resultado final do modelo obtido e o modelo utilizado como referência para o trabalho.

Figura 19 – A) Conjunto de bomba centrífuga e motor modelado. B) Conjunto de bomba centrífuga e motor real.



Fonte: Própria Autoria.

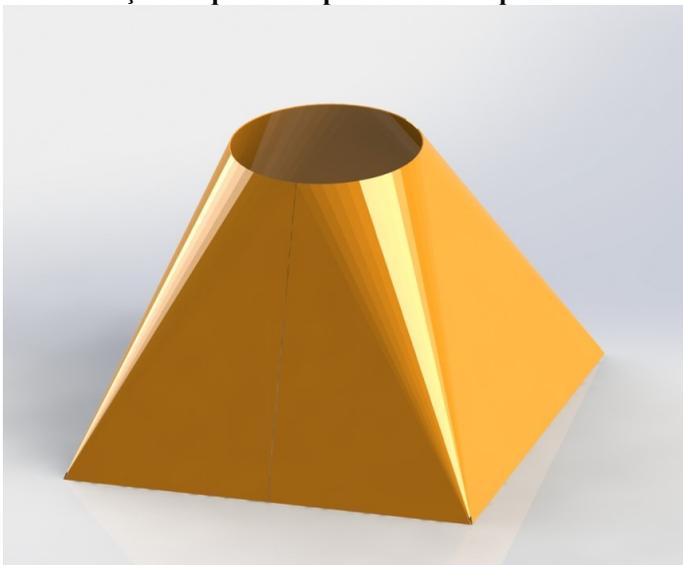
O Professor 6 escolheu uma peça chamada quadrado para redondo feita de chapa metálica, essa é uma transição de um quadrado para um círculo muito utilizada na indústria, sua confecção se dá a partir de uma chapa plana e através de traçados e dobras pode-se fazer a transição. A sua escolha baseou-se pela dificuldade de mostrar tal procedimento no laboratório devido à escassez de materiais. A figura 20 demonstra a chapa planificada com os traçados necessários para a obtenção da transição. Já a figura 21 demonstra a peça de transição após dobra da chapa.

Figura 20 - Chapa planificada para obtenção da transição.



Fonte: Própria Autoria.

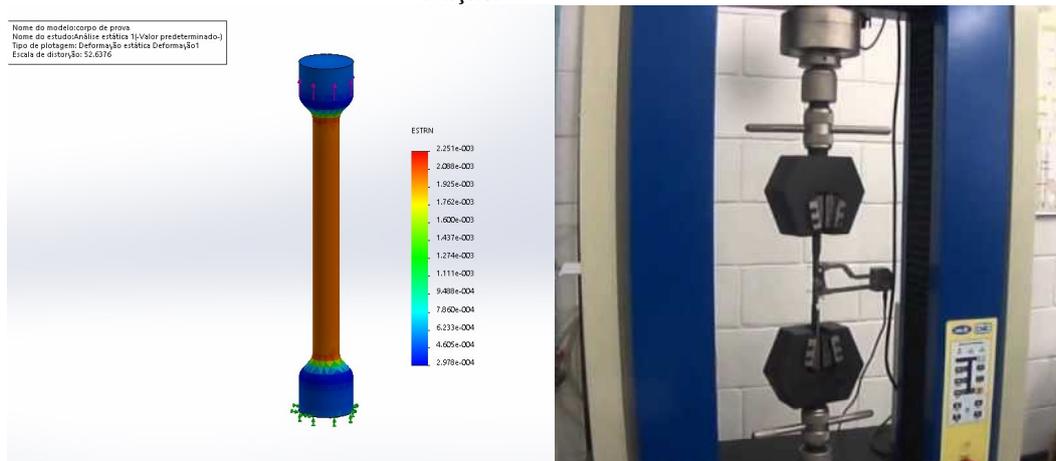
Figura 21 - Transição de quadrado para redondo após dobras.



Fonte: Própria Autoria.

O Professor 8 escolheu a simulação de um ensaio destrutivo de tração em um corpo de prova padrão ABNT, com ele queria demonstrar o deslocamento das partículas do aço quando submetido à uma força de tração formando um estrangulamento na sua porção medial. A Figura 22a demonstra o resultado final do corpo de prova modelado sofrendo uma força de tração. Já a Figura 22b mostra uma máquina realizando um ensaio de tração.

Figura 22 – A) Modelo do corpo de prova sofrendo as forças de tração. B) Máquina realizando ensaio de tração.

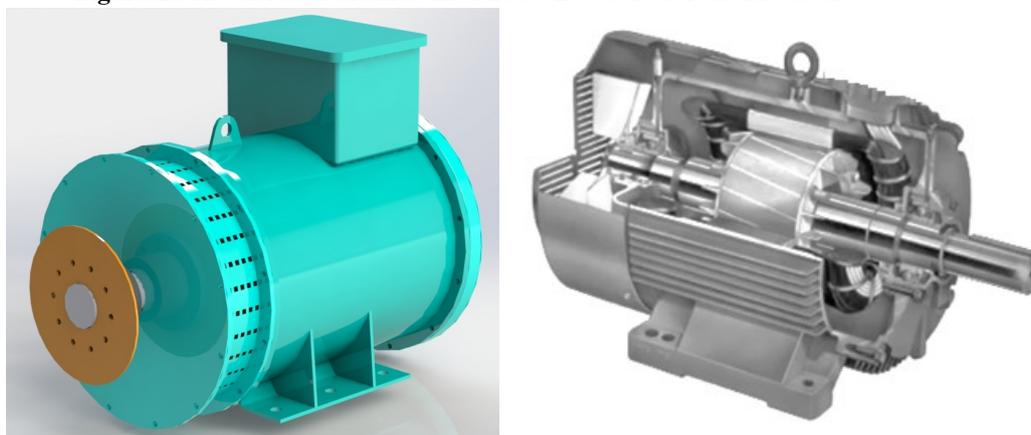


Fonte: Própria Autoria.

O professor 9 escolheu um gerador elétrico com todas as suas partes internas e pretendia com ele explicar a conversão de energia mecânica em energia elétrica além do

conhecimento do equipamento e todas as suas partes. Na figura 23a o resultado do modelo obtido e na Figura 23b um gerador elétrico real.

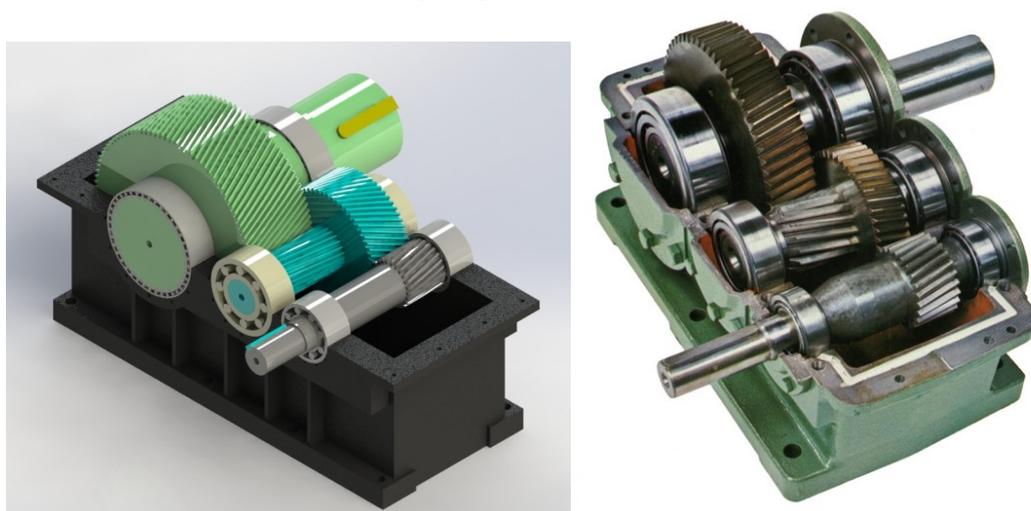
Figura 23 A - Gerador elétrico modelado. B – Gerador elétrico real



Fonte: Própria Autoria.

E o Professor 10 escolheu um redutor industrial com suas engrenagens internas demonstrando a relação de transmissão e sentido de giro das engrenagens componentes. Na figura 24a o resultado do redutor modelado apresentado sem a tampa superior para que suas peças internas sejam vistas. Já a Figura 24b apresenta a foto de um redutor real sem a sua tampa superior.

Figura 24 – A) Redutor modelado sem a tampa superior. B) Redutor real sem a tampa superior.

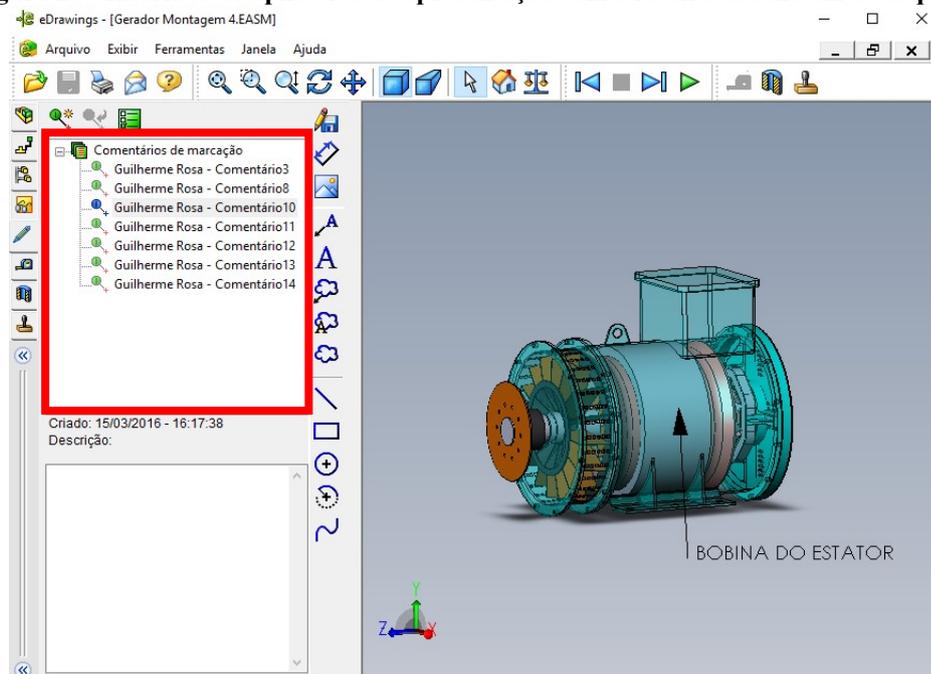


Fonte: Própria Autoria.

3.3 TERCEIRA FASE – REVISÃO E MINICURSO SOBRE A MANIPULAÇÃO E UTILIZAÇÃO DOS MODELOS

Após a confecção dos modelos pelos pesquisadores, foi marcada uma segunda reunião individual para que os docentes revisassem os modelos, verificando se encontravam em conformidade com as premissas estabelecidas na primeira reunião e com clareza de detalhes, surgindo, assim, algumas adequações a serem feitas nos modelos. Com as modificações realizadas, foi ministrado um minicurso padrão sobre a manipulação e utilização dos modelos virtuais. Este curso foi ministrado de forma prática, momento em que cada professor recebeu seu modelo virtual e, utilizando o próprio modelo no computador, foram apresentadas todas as ferramentas existentes no *software* do modelo que poderiam ser utilizadas em sala de aula. Neste momento foi dada ênfase na parte do roteiro de aula, e o professor pré-definiu algumas posições de vistas, cortes, anotações, etc. salvando-as nos modelos para que, no momento de sua explanação, pudessem ser utilizadas como um roteiro de aula (Figura 25). Os tempos gastos pelos professores no momento do minicurso e as dúvidas pertinentes ao *software* foram anotados pelos pesquisadores.

Figura 25 - Interface do aplicativo de apresentação com o roteiro de aula em destaque.



Fonte: Própria Autoria.

A média de tempo no minicurso foi de 3,6 horas, tendo como o maior tempo 4 horas e o menor 2,2 horas. Analisando os tempos gastos no curso, constatamos que a

diferença se deu pelo fato de que os professores que precisaram de mais tempo foram aqueles que mais questionaram sobre as possibilidades de aplicação dos modelos e não por dúvidas, mostrando, assim, maior interesse na ferramenta e em sua efetiva implementação em sala de aula (Tabela 3).

Tabela 3 – Tempo utilizado para cada minicurso e quantidade de dúvidas durante o curso

Professor	Tempo (h)	Dúvidas	Possibilidades
Professor 1	3,5	4	10
Professor 2	3,7	6	9
Professor 3	2,6	7	3
Professor 4	4,0	6	15
Professor 5	3,0	5	7
Professor 6	3,5	8	9
Professor 7	-	-	-
Professor 8	3,2	9	6
Professor 9	2,8	12	2
Professor 10	2,2	9	5
Média (h)	3,6		

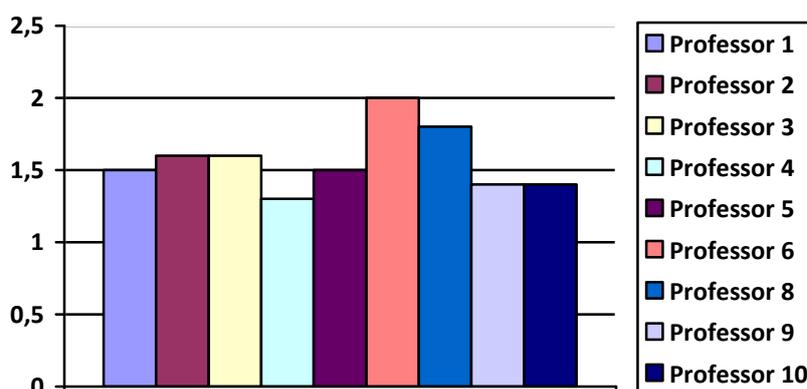
Fonte: Própria Autoria.

Após o curso foi recomendado que cada professor utilizasse o modelo virtual em casa e que planejasse uma aula de 50 minutos, adequando-o à suas necessidades, observando os pontos positivos e negativos na preparação das aulas com a utilização dos modelos e que registrassem o tempo gasto na preparação desta aula.

Para a preparação da aula, os professores disseram que gastavam em média 60 minutos para preparar uma aula de 50 minutos, levando em conta que a aula a ser ministrada seria sobre um assunto que já haviam abordado em anos anteriores, fazendo apenas atualizações. Utilizando os modelos, obtivemos um acréscimo de 30 a 100% no tempo de preparação de uma aula de 50 minutos conforme Gráfico 1. Perguntados o porquê do acréscimo no tempo de preparação de aula os professores, em sua maioria, destacaram a pouca familiaridade com o *software* e que passaram boa parte do tempo procurando os comandos desejados. Apesar de terem passado por um treinamento, era fundamental um maior tempo utilizando o *software* para que se tornasse familiar e o dominasse de forma plena. Apesar do gasto de tempo procurando os recursos, os docentes salientaram que

conseguiram encontrar os recursos, porque o software possui ícones intuitivos e ferramentas bem explicadas em suas caixas de texto (Professor 4).

Gráfico 1 - Tempo em horas na preparação de aula utilizando os Modelos Virtuais.



Fonte: Própria Autoria.

3.4 QUARTA FASE – APLICAÇÃO DO MODELO EM SALA DE AULA E APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO.

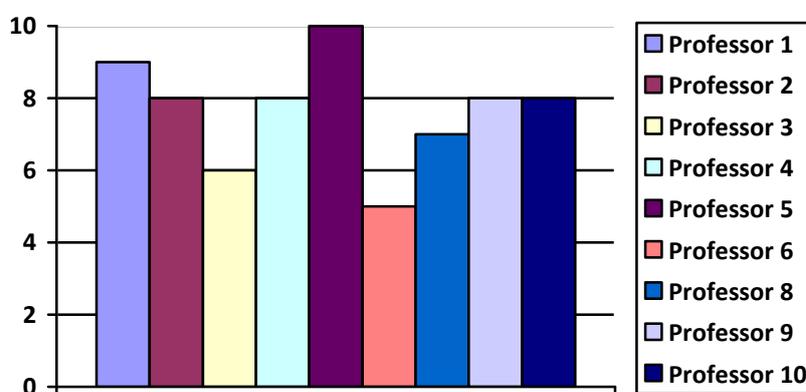
Posteriormente à preparação da aula, foi pedido ao docente que aplicasse seu modelo em sala de aula observando suas dificuldades na utilização da ferramenta e como os discentes se comportaram perante a ferramenta, registrando todas as suas percepções após a aula utilizando um questionário (Apêndice 1). Nesta etapa perguntamos se a equipe pedagógica e os pesquisadores poderiam participar como ouvintes das aulas, observando e anotando suas impressões no que tange a utilização do modelo em sala de aula. Como resposta, todos os professores permitiram que os pesquisadores acompanhassem a aula, mas somente 5 professores permitiram o acompanhamento da equipe pedagógica. Às pedagogas, neste momento, foi pedido que observassem a desenvoltura pedagógica do professor utilizando a ferramenta e também o comportamento dos alunos.

O questionário aplicado visou investigar não só o desempenho dos docentes perante o modelo, mas, ainda, a utilização das novas tecnologias em seu dia a dia, buscando obter parâmetros de comparação e informações pertinentes para analisar o seu desempenho com os modelos virtuais.

Começamos investigando o uso do computador e novas tecnologias pelos docentes, 9 deles disseram que o celular estava presente em seu cotidiano e é utilizado para e-mails, redes sociais, pesquisas na internet, comunicação, etc., porém, 4 desses disseram que preferem utilizar o computador para o acesso à internet, e-mails e redes sociais pelo fato de terem maior destreza no manuseio do equipamento para digitar e navegar através do *mouse*. Na prática docente, os 9 utilizam computador em seu dia a dia e apenas 1 já utilizou o aparelho celular dentro de sala de aula para pesquisas relativas à matéria, esporadicamente quando surgia alguma dúvida ou necessitava de uma informação complementar e quando, em algum trabalho, os alunos necessitavam de pesquisar a respeito da matéria. Assim, perguntamos de que forma os computadores eram utilizados dentro de sala de aula e quais os recursos mais utilizados, em sua totalidade responderam que, na maior parte das vezes, utilizam o computador e o projetor para aulas expositivas utilizando *slides* com informações, fotos e vídeos.

Pedimos aos professores que avaliassem o nível de desenvoltura na utilização de recursos tecnológicos em seu dia a dia. Foi estabelecido uma escala de 0 a 10, na qual 0 significa que há muita dificuldade na utilização dos recursos tecnológicos e 10 quando não existe dificuldades na utilização destes. Tivemos, como média das respostas, o nível de 7,66 tendo como menor nível 5 e o maior 10, conforme Gráfico 2. Analisando estas respostas, podemos afirmar que os entrevistados possuem um conhecimento e um domínio satisfatório sobre o computador e as tecnologias, pelo menos no que tange as necessidades básicas de sua utilização.

Gráfico 2 - Nível de intimidade atribuído pelos docentes em sua utilização de tecnologias no cotidiano.



Fonte: Própria Autoria.

Questionamos aos professores o que, em sua opinião, é um *software* educacional, para 4 deles é um *software* feito exclusivamente para ser utilizado na educação, 3 preferiram não responder e 2 responderam que era todo e qualquer *software* utilizado para fins educativos. E, quando perguntados se já haviam utilizado algum *software* educacional, apenas dois professores responderam que além do uso de programas de apresentação por *slides*, utilizavam *softwares* pertinentes às matérias ministradas no curso como, por exemplo, MatLab, Proteus e AutoCAD, o que nos leva a observar que o uso de softwares básicos como os de apresentação é recorrente em todas as disciplinas, mas softwares específicos e simuladores não são aplicados da mesma forma. Indagados pelos motivos e facilidades proporcionadas pelos softwares que eles utilizam, obtivemos que, ao utilizar os softwares de apresentação os docentes, procuram uma facilidade e a otimização da matéria no tempo de aula, pois proporcionam uma sintetização da matéria minimizando a perda de tempo com as cópias no quadro sobrando mais tempo na resolução de exercícios. Oferecem também a possibilidade de estruturar uma linha de raciocínio lógico para a explicação contendo fotos e vídeos, o que ajuda no entendimento.

Após a utilização do modelo virtual, os docentes disseram que conseguiram, de forma satisfatória, adaptar o modelo aos objetivos da aula e ressaltaram que eles permitiram gerar discussões entorno do assunto enriquecendo a aula. Ter tecnologias em 3D na sala de aula provocou nos professores uma certa apreensão em um primeiro momento, mas também promoveu uma elevação na autoestima dos docentes, pois declararam que os fez se sentir melhor, pois houve uma aproximação entre eles e os alunos.

“Surgiram dúvidas muito interessantes, inclusive para resolver algumas delas tive que lembrar lá atrás do tempo que trabalhei na indústria” (Professor 8)

“Quando mostrei o modelo e fiz o modelo girar, nesse momento eu ganhei moral com eles” (Professor 3)

Quanto aos alunos, os docentes disseram que a utilização dos modelos promoveu um aumento na atenção dos alunos, o que proporcionou um ganho na evolução da aula, cumprindo as atividades planejadas. O ganho na opinião dos docentes se deu pela diminuição das interrupções por conversas paralelas, maior apreensão da atenção e pelo aumento de dúvidas e discussões sobre o assunto. De acordo com os professores, os modelos virtuais são facilitadores e preenchem as lacunas ocasionadas pela deficiência na infraestrutura dos laboratórios da instituição e a disponibilidade de equipamentos.

“Houve grande excitação com o detalhamento do modelo e com as possibilidades que esse detalhamento traria para a aula. Questionaram muito se

era possível o desenvolvimento de novos modelos, de outros equipamentos e sistemas.” (Professor 1)

“Com os modelos pude entrar em discussões dos aspectos construtivos da máquina, como cada peça era obtida, com uma boa riqueza de detalhes.” (Professor 5)

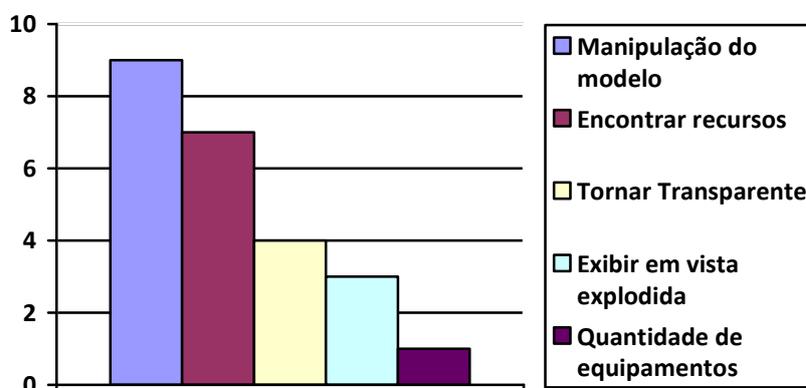
“É um aspecto facilitador, pois a disponibilidade de modelos virtuais é bem maior que modelos físicos [...] essas ferramentas podem ser as únicas opções de atividades práticas.” (Professor 2)

Algumas dificuldades foram encontradas pelos docentes na utilização dos modelos virtuais. Os 9 docentes sentiram dificuldade de manipular o modelo na área de trabalho do *software*, 7 docentes encontraram dificuldade de achar alguns recursos desejados, 4 tiveram dificuldade de tornar as peças transparentes e dificuldade em exibir a peça em vista explodida (ver Gráfico 3). Todos os professores justificaram a dificuldade pela falta de prática com o software, porém salientaram que o *software* possuía ícones que sugeriam a sua função e apesar da dificuldade inicial conseguiram executar as funções que desejavam através da identificação dos ícones na tela. Um docente em especial viu dificuldade na quantidade de equipamentos necessários para a utilização dos modelos virtuais, e indagou se o arquivo executável poderia ser utilizado diretamente em lousas digitais, assim, a manipulação e apresentação do modelo poderia ser efetuada diretamente na lousa.

“No princípio fiquei um pouco perdido no ambiente de apresentação, mas o ambiente é bem amigável e os ícones intuitivos [...] o roteiro e as anotações feitas no modelo funcionaram como tópicos de um slide, colaborando para a continuidade do assunto.” (Professor 10)

“Normalmente, em meu dia a dia, não levo o notebook para a sala de aula, trabalho com os arquivos em PDF diretamente nas lousas digitais. As lousas por si só são pesadas e desajeitadas de carregar, fora o tempo perdido montando toda a parafernália” (Professor 3)

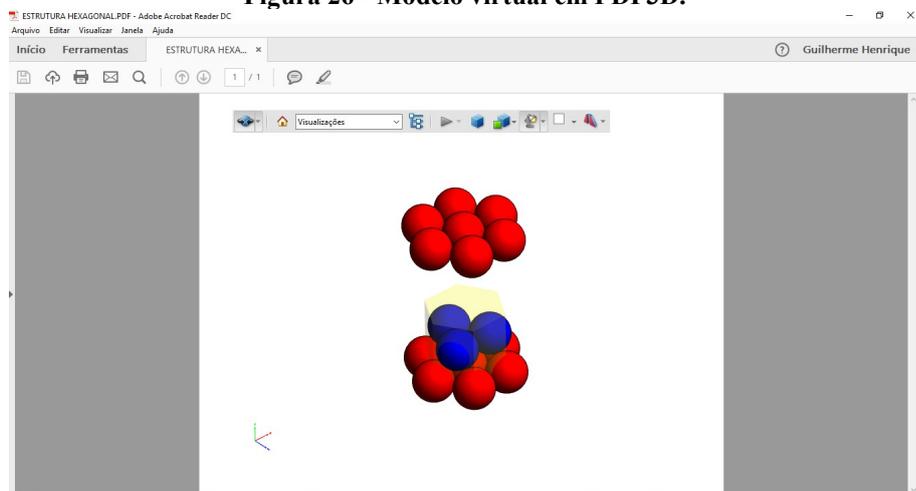
Gráfico 3 - Dificuldades encontradas pelos docentes na utilização dos Modelos Virtuais.



Fonte: Própria Autoria.

De posse desta dúvida, a equipe pesquisadora testou o arquivo executável na lousa digital, a fim de verificar o funcionamento do modelo virtual a partir do equipamento excluindo o uso do *notebook*. O arquivo executável não funcionou diretamente na lousa digital, consultando o manual do equipamento constatamos que ele permitia uma gama muito pequena de arquivos que pudessem ser executáveis diretamente do seu sistema como arquivos de texto (.doc), planilhas (.xml), documentos portáteis (.pdf), vídeos (.mp4, .wav, etc.), áudio (.mp3) e foto (.jpg). Em pesquisas aos manuais do SolidWorks vimos a possibilidade de se salvar o documento em um formato chamado PDF3D⁹, que é um arquivo portátil que mantinha algumas propriedades do modelo confeccionado. Sendo assim, os arquivos executáveis foram transformados em arquivos PDF3D e novamente testados na lousa digital (Figura 26). Assim, constatamos que os arquivos PDF3D podem ser executados diretamente no sistema da lousa digital, excluindo o uso do computador. No entanto, alguns recursos de visualização não são executados diretamente no PDF3D, pois quando passados para essa terminação de arquivo os modelos perdem um pouco sua iteratividade e suas funções tem que ser previamente definidas no *software* SolidWorks® e somente executada no arquivo em PDF3D. Caso haja alguma modificação, esta não poderá ser executada no PDF3D e, sim, retornada ao software de origem e posteriormente transformada novamente em PDF3D.

⁹ PDF3D é um formato de arquivo portátil criado pela Adobe Acrobat, que permite reproduzir arquivos em terceira dimensão, possuindo ferramentas de girar, deslocar, zoom, percorrer, voar, propriedades de câmera, ferramentas de medidas, dentre outras.

Figura 26 - Modelo virtual em PDF3D.

Fonte: Própria Autoria.

Ao final, perguntamos se os docentes teriam interesse em utilizar outros modelos em sala de aula. Unanimemente responderam que gostariam de ter esta tecnologia disponível em sala de aula. Posteriormente indagados se gostariam de desenvolver seus próprios modelos virtuais, 4 docentes se prontificaram a aprender e desenvolver novos modelos para suas aulas. Os outros 5 professores mostraram vontade de aprender a utilizar mais, mas disseram que, por motivos de elevada carga horária de trabalho em outras atividades, como, por exemplo, comissões organizadoras de eventos, atividades de coordenação e atividades pessoais, não possuía tempo para dedicar a aprender o software e desenvolver seus próprios modelos. Alguns sugeriram que seria interessante criar uma biblioteca virtual na qual pudessem procurar modelos virtuais e utilizá-los em sala de aula, assim aqueles que não dispunham de tempo ou habilidade em desenhar os próprios modelos, poderiam adquirir e utilizá-los em sala de aula.

A equipe pedagógica acompanhou todo o processo da pesquisa com o intuito de observar o comportamento dos docentes perante a utilização dos modelos virtuais, o comportamento dos alunos sendo apresentados aos modelos e os modelos como ferramenta de apoio ao docente em sala de aula. Considerando a experiência docente e a quantidade de indivíduos pesquisados, dividimos o tempo de experiência em 2 faixas, considerando como professores menos experientes aqueles que possuem até 10 anos de docência e mais experientes aqueles com tempo de magistério acima de 10 anos. A escolha da faixa foi dada pela análise do questionário respondido, e considerado que os professores com menor

experiência em sua totalidade estão se especializando, ou seja, ainda estão em aprimoramento profissional fazendo mestrado e doutorado. Analisando a divisão, constatamos que a idade média dos professores menos experientes é de 34 anos e a dos mais experientes 53,6 anos. Assim, 5 docentes permitiram que a equipe pedagógica acompanhasse suas exposições em sala de aula utilizando os modelos virtuais, anotando suas observações para posterior discussão. Dos que aceitaram o acompanhamento da equipe pedagógica em sala de aula, 3 professores são considerados mais experientes e 2 menos experientes.

No que tange aos docentes, a equipe pedagógica observou que os mais experientes tiveram mais dificuldades na utilização dos modelos de equipamentos; porém, didaticamente, utilizaram o modelo melhor que os professores mais novos, propondo discussões, colocando-o como o centro das atenções, delineando seu estudo em torno do objeto. De acordo com a equipe pedagógica, a experiência adquirida pelos docentes em sua vida profissional e acadêmica agrega muito à didática e em novas proposições, desde que estejam abertas às novas experiências e novas metodologias. Quanto aos docentes menos experientes, constataram que eles manipularam muito bem o modelo e tiveram menos dificuldades em encontrar os comandos dentro do *software*, não conseguiram, no entanto, dar fluidez ao assunto. Nas duas faixas de experiência, a equipe notou uma certa tensão inicial em utilizar os modelos, pois se tratava de uma novidade para a maioria, todavia, perceberam, ao final das explicações, a satisfação, principalmente dos professores mais experientes, em ter utilizado algo novo.

“Percebi que os professores mais experientes tiveram uma dificuldade maior em mexer no programa, mas compensaram essa dificuldade propondo melhores discussões em torno do objeto. Os mais novos se desenvolveram melhor no programa, porém tiveram muitas dificuldades em adaptar a sua aula à nova ferramenta, o que na minha opinião prejudicou um pouco o andamento da aula. Nessas horas a experiência em sala de aula fala mais alto.” (Pedagoga 2)

“Vocês notaram a satisfação do professor 8? Ele estava todo orgulhoso quando terminou a aula.” (Pedagoga 1)

Quanto aos alunos, a equipe pedagógica observou que, em um primeiro momento, se espantaram um pouco, não devido à tecnologia, mas ao professor estar utilizando em sala de aula. De forma geral, observaram que os alunos tiveram uma leve mudança na postura em sala de aula, ficando mais quietos, concentrados e participativos. Muitas das discussões partiram de dúvidas levantadas a partir de detalhes inseridos nos modelos; e, assim, pudemos

sentir que os alunos estavam inseridos no contexto da aula, com a atenção voltada ao professor e às discussões propostas no estudo.

“Quando o professor 3 abriu o modelo pelo computador, o (nome do aluno) franziu a testa para o aluno do lado, como se dissesse: o que será que aconteceu com o professor? Demonstrando uma certa estranheza na atitude do professor. “ (Pedagoga 1)

Ao analisar os modelos virtuais como ferramenta de apoio didático, a equipe pedagógica salientou que estes são de grande valia no processo ensino-aprendizagem, que promovem uma dinâmica diferente da aula, tirando os conceitos e características enunciados por palavras e trazendo-os para o campo visual, alinhando a forma de ensino à de aprendizagem das atuais gerações, que, cada vez mais, possuem características visuais. Disseram também que os modelos virtuais possuem características aproximadas da realidade e que ajudam muito a fazer a interface entre o conhecimento teórico ao conhecimento prático, porém, isso não exclui a necessidade de se ter aulas práticas para que o conhecimento seja efetivamente consolidado pelo aluno. Na falta de um laboratório para a prática do conteúdo ensinado, frisaram que os modelos virtuais podem ser utilizados juntamente com outros simuladores como paliativo até que seja possível incluir juntamente com eles a aula experimental.

CONCLUSÕES

O objetivo deste trabalho foi a realização de um estudo sobre a utilização de modelos virtuais tridimensionais como ferramenta de apoio didático ao docente em sala de aula e suas implicações na utilização dos mesmos. Os modelos virtuais foram confeccionados por meio das informações levantadas juntamente com os docentes e, posteriormente, foi realizada a aplicação desses em sala de aula, sendo analisadas as impressões dos professores que utilizaram os modelos.

Da maioria dos professores convidados, 90% dos docentes, aceitaram prontamente a participar da pesquisa, o que nos leva a concluir que os docentes estão abertos a conhecer e utilizar novos recursos didáticos em sua aula como forma de enriquecer suas explicações e maximizar o entendimento da matéria pelo aluno. Em se tratando de professores do Ensino Técnico, e que, em sua maioria, possuem graduação em Engenharia, e que, por sua vez, não possuíram em seus currículos matérias relacionada à didática e à produção de materiais didáticos, participar do estudo ampliou a visão e aguçou o interesse de alguns deles em produzir os próprios materiais didáticos inserindo o uso de tecnologia à suas aulas.

O estudo evidenciou que os modelos virtuais tridimensionais têm potencial para atuar como ferramenta de apoio didático, principalmente no que tange o funcionamento de grandes equipamentos industriais e modelos de difícil abstração. Mostrou-se uma ferramenta versátil, dando ao docente a liberdade para trabalhar e manipular o modelo conforme seu plano de aula, de forma que não seria possível no ensino tradicional através de esquemas ou fotos projetadas. Atuou como fonte de dúvidas e discussões enriquecendo as explicações dos docentes. Por meio dos modelos virtuais, os estudantes tiveram condições de adquirir com antecedência o conhecimento, mesmo que virtual, a respeito de equipamentos que só teriam condições de conhecê-los nas indústrias, o que possibilitou verificar de antemão suas dúvidas e questionamentos sobre seu funcionamento e instalação.

Como o foco da pesquisa foi a análise docente, com este trabalho não conseguimos chegar à conclusão do motivo da melhora do comportamento dos alunos perante a apresentação dos modelos virtuais, mas foram levantadas hipóteses que possam responder a esta constatação. A primeira é que, por se tratar de uma novidade nunca antes apresentada em seu curso, os alunos ficaram curiosos, fazendo com que prestassem mais atenção e diminuísse as conversas paralelas. A segunda é que, além de um facilitador didático para o docente, os

modelos virtuais despertam a atenção dos discentes fazendo com que prestem mais atenção e absorvam um maior conhecimento. Como trabalho futuro, a pesquisa poderá ser continuada tendo como objetivo a análise do aluno, enfocando o ensino e a aprendizagem.

Este estudo não tem a pretensão de concluir ou esgotar o tema. Seria recomendável estender a mesma pesquisa para outras instituições e cursos com a mesma necessidade, abrangendo mais professores e alunos para uma comparação dos resultados e validação da metodologia.

A partir deste trabalho vimos que a inserção dos modelos virtuais em sala de aula necessita ser estudada de forma mais ampla, abrangendo também a opinião do aluno, bem como a sua eficácia no ensino-aprendizagem colaborando para uma aprendizagem significativa.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. J. **Proinfo**: informática e formação de professores. Brasília, DF: Ministério da Educação/Secretaria de Educação à Distância, 2001
- 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.
- BARRETO, R.G. (Org.). **Tecnologias educacionais e educação a distância**: avaliando políticas e práticas. Rio de Janeiro, Editora Quarteto, 2001.
- _____, R.G. **Formação de professores, tecnologias e linguagens**: mapeando novos e velhos (des) encontros. São Paulo, Editora Loyola, 2002.
- _____, R.G. **As tecnologias na formação de professores**: o discurso do MEC. Educação & Pesquisa, n. 30, (pp. 271-286). Brasil, 2003.
- BURDEA, G.; COIFFET, P., **Virtual Reality Technology**, John Wiley & Sons, 1994.
- BUZATO, M. E. K. **Entre a Fronteira e a Periferia**: linguagem e letramento na inclusão digital. Campinas, SP, 2007 (Tese). Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Estudos da Linguagem.
- CARDOSO, A. et al (Eds). **Tecnologias para o desenvolvimento de sistemas de realidade virtual e aumentada**. Recife. Editora Universitária da UFPE, 2007.
- CALLISTER, W. D., **Ciência e Engenharia de Materiais**: Uma Introdução. John Wiley & Sons, Inc., 2002
- COLL, C.; MONEREO, C. **Psicologia da educação virtual**: aprender e ensinar com as tecnologias da informação e da comunicação. Porto Alegre, Editora Artmed, 2010.
- CUNHA, L. A. **O ensino profissional na irradiação do industrialismo**. São Paulo: Unesp, 2005
- GAMA, C. L. G. **Método de Construção de Objetos de Aprendizagem com Aplicação em Métodos Numéricos**. Curitiba, 2007. Tese (Doutorado em Métodos Numéricos em Engenharia), Universidade Federal do Paraná.
- GIBSON, W. **Neuromancer**. New York, ACE Books, 1984.
- GUEDES, C. S.; SILVA, C. R.; FILHO, R. A. M. **O Uso das Tecnologias da Informação e da Comunicação como recurso didático pelos professores do curso de Licenciatura em Matemática**. Revista EDaPECI, v.16 n. 2, pag. 299-319. São Cristóvão – SE, 2016.
- JAPPE, A. **Guy Debord**. Petrópolis: Vozes. Tradução de Iraci D. Poletti, 1999.
- KENSKI, V. M. O ensino e os recursos didáticos em uma sociedade cheia de tecnologias. In: VEIGA, I. P. A. V. (Org.). **Didática**: o ensino e suas relações. São Paulo: Papirus, 1996. p. 127-147.
- _____. **Educação e Tecnologia**: O novo ritmo da informação. Campinas: Papirus, 2007
- KIRNER, C., **Realidade Virtual e Aumentada**, Disponível em <<http://www.realidadevirtual.com.br>>, Acesso em: 22 jul. 2016
- KIRNER, C.; KIRNER, T. G., **Realidade Virtual e Aumentada**: Aplicações e Tendências. In: XIII Symposium on Virtual and Augmented Reality. Uberlândia: Editora SBC, 2011.
- KIRNER, C.; PINHO, M.S., **Sistemas de Realidade Virtual**, Disponível em: <<http://grv.inf.pucrs.br/tutorials/rv/index.html>>, Acesso em: 04 set. 2016

- KIRNER, C.; SISCOUTO, R. **Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, Projetos e Aplicações**. Porto Alegre: Editora SBC, 2007.
- KUENZER, A. Z. **Ensino Médio e profissional: As políticas do Estadoneoliberal**. São Paulo: Cortez, 1997.
- LÉVY, P. **Cybercultura**. São Paulo: Editora 34, 1999.
- LOMÔNACO, J. F. B. Concept-Set: Uma Tecnologia Educacional para Ensino de Conceitos. In: JOLY, M. C. R. A. (Org). **A tecnologia no ensino: Implicações para a aprendizagem**. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2002, p.143.
- MACHOVER, C.,S. E. **Virtual reality**, IEEE Computer Graphics and Application, pp. 15-16, January, 1994.
- MANFREDI, S. M., **Educação Profissional no Brasil: Atores e cenários ao longo da História**. São Paulo, SP, Paco Editorial, 2017.
- MARTÍNEZ, J. H. G. Novas tecnologias e o desafio da educação. In: TEDESCO, J. C. **Educação e Novas Tecnologias**. São Paulo: Cortez; Buenos Aires: Instituto Internacional de Planejamento de La Educacion; Brasília: UNESCO, 2004.
- MASSETO, T. M. Mediação Pedagógica e o uso da tecnologia. In. MORAN, J. M. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. Editora Papirus, 6ª ed. Campinas. S.P. 2003.
- MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC. **Expansão da Rede Federal**. 2016. Disponível em <<http://redefederal.mec.gov.br/expansao-da-rede-federal>> , Acesso em 20 jun. 2017
- MORAN, J. M.; MASSOTO, M. T.; Behrens, M. A. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. Campinas: Papirus. 2000.
- _____. **Pedagogia integradora do presencial-virtual**. In: IX Congresso Internacional a Distância, 2002. Disponível em: <<http://www.abed.org.br/congresso2002/trabalhos/texto50.htm>>. Acesso em: 23 jan. 2017.
- _____. **A educação que desejamos: Novos desafios e como chegar lá**. 5ª Ed. Campinas, SP Papirus, 2012.
- _____.; **Mudar a forma de ensinar e de aprender com tecnologias**. Revista Interações, São Paulo, 2000b. vol. V, p.57-72 . Disponível em: <http://www.eca.usp.br/prof/moran/site/textos/tecnologias_eduacacao/uber.pdf>. Acesso em 14 jun 2017.
- _____. Os novos espaços de atuação do professor com as tecnologias. In: ROMANOWSKI et al. (Org.). **Conhecimento local e conhecimento universal: diversidade, mídias e tecnologias na educação**. Curitiba: Champagnat, 2004. P. 245-254.
- NETO, A. C. **A Escola como Expressão e Resposta às Exigências dos Modelos de Produção do Capital**. 2006. Dissertação (Mestrado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá, 2006. Disponível em: <www.ppe.uem.br/dissertacoes/2006-Afonso_Cavalheiro_Neto.pdf>. Acesso em: 04 maio 2017.
- NETTO, A. V.; MACHADO, L. S.; Oliveira, M. C. F. **Realidade Virtual: Fundamentos e Aplicações**. Santa Catarina: Editora Visual Books, 2002.
- OLIVEIRA, R. **A (des)qualificação da educação profissional brasileira**. São Paulo: Cortez, 2003.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA, UNESCO (2010). **Convite oficial e contexto da Conferência Internacional O Impacto das TICs na Educação**. Disponível em:

<http://www.unesco.org/new/pt/brasil/communication-and-information/ict-in-education/international-conference-ict-in-education/official-announcement-and-background/#c154939>. Acessado dia 09 de fevereiro de 2016.

OTTONI, M. A. R., PAULA, F. M. Professores de língua portuguesa e mídia impressa: inserção das novas tecnologias na educação. **Cadernos de Linguagem e Sociedade**, v. 13, n.2, 2012.

PALFREY, J.; GASSER, U. **Nascidos na era digital**: entendendo a primeira geração de nativos digitais. Porto Alegre: Artmed, 2011. 352p.

PERES, M.P; HAYAMA, A.O.F.; VELASCO, A.D. A parametrização e a Engenharia, In GRAPHICA 2007- **Desafio da Era Digital**: Ensino e Tecnologia – VIII Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico & VII International Conference on GraphicsEngineering for Arts and Design. Curitiba. UFPR:2007.

PIMENTEL, K. & TEIXEIRA, K. **Virtual reality**: through the new looking glass. 2.ed. New York, McGraw-Hill, 1995.

PONTE, J. P. **Tecnologias de informação e comunicação na educação e na formação de professores**: Que desafios para a comunidade educativa?. Revista Ibero-Americana de Educação, nº 24, p. 63-90, 2000. Disponível em: <repositorio.ul.pt/handle/10451/3993> . Acesso em: 22 mar. 2017.

POLIT, D. F.; BECK, C. T.; HUNGLER, B. P. **Fundamentos de pesquisa**: métodos, avaliação e utilização. Trad. de Ana Thorell. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

PRADO, M. E. B. B. **O aprender e a informática**: A arte do possível na formação do professor. Disponível em: <<http://escola2000.net/Eduardo/textos/proinfo/livros08-Elizabeth%Almeida.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2016

POZO, J. I. **A sociedade da aprendizagem e o desafio de converter informação em conhecimento**. Pátio, Revista Pedagógica, 8 (31). Brasil, 2004.

ROCHA, D.C.; FILHO, A.L.F.; LEITE, D.A.; VILELA, F.G.; LIBARDI, P.O.; SOUSA, A.F.L.; LIMA, L.V.O.; CALIXTO, L.G. **Desenvolvimento de uma Plataforma Auxiliar para Ensino de Máquinas Elétricas Empregando Realidade Virtual**. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/2574>>. Acessado dia 20 de março de 2016.

SAVIANI, D. **Transformações do capitalismo, do mundo do trabalho e da educação**. In: LOMBARDI, J.; SAVIANI, D.; SANFELICE, J. L. (Org.). Capitalismo, Trabalho e Educação. Campinas: Autores Associados, 2002, p. 13-26.

_____. **Pedagogia histórico-crítica**: primeiras aproximações. 8. ed. Campinas: Autores Associados, 2003.

SILVA, R. C.; LAMOUNIER, E.; CARDOSO, A. VIRTUAL SUBSTATION - Um sistema de realidade virtual para treinamento de operadores de subestações elétricas. Disponível em: <http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/wrva/2011/0041.pdf>. Acessado dia 15 de março de 2016.

SOUZA A.F. & COELHO R.T. **Tecnologia CAD/CAM** - Definições e estado da arte visando auxiliar sua implantação em um ambiente fabril XXIII Encontro Nac. de Eng. de Produção - Ouro Preto, MG, Brasil, 21 a 24 de out de 2003

SUTHERLAND, I. E. **Sketchpad**: A Man-Machine Graphical Communication System, Tese PhDs. MIT. Technical Report No. 574, University of Cambridge, 1963.

TAJRA, S. F. **Informática na Educação**: novas ferramentas pedagógicas para o professor da atualidade. São Paulo: Erica, 3 ed, 2001.

TEIXEIRA, A. S. **Educação e a crise brasileira**. NUNES, Clarice (Org.). Rio de Janeiro: UFRJ, 2005.

VALENTE, J. A. A Espiral da Aprendizagem e as Tecnologias da Informação e Comunicação: Repensando Conceitos. In: JOLY, M. C. R. A. (Org). **A Tecnologia no Ensino**: Implicações para a Aprendizagem. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2002, p. 15.

_____. Mudanças na Sociedade, Mudanças na Educação: O Fazer e o Compreender. In: VALENTE, J. A. (Org.). **O Computador na Sociedade do Conhecimento**. Campinas: UNICAMP/NIED, 1999, p. 29-37. Disponível em: <www.fe.unb.br/catedraunescoead/areas/menu/publicacoes/livros-de-interesse-na-area-de-tics-na-educacao/o-computador-na-sociedade-do-conhecimento>. Acesso em: 26 abr. 2017

APÊNDICE 1 – QUESTIONÁRIO

QUESTIONÁRIO

Número sequencial: _____

A - IDENTIFICAÇÃO

01 - Data de nascimento (dd/mm/aaaa):

/ / ¹ masculino ² feminino

02 - Sexo:

04 – Tempo de docência: _____

05 – Disciplina Lecionada: _____

06 – Formação:

Graduação: _____

Mestrado: _____

Doutorado: _____

Pós-Doc.: _____

07 - E-mail: _____

B – QUESTIONÁRIO

01 – Em suas tarefas do dia a dia, utiliza computador ou dispositivos eletrônicos (Tablets, celular, etc.)? E na prática docente? Caso afirmativo, poderia citar os recursos mais utilizados na prática docente?

02 – Em uma escala de 0 a 10, qual o nível de desenvoltura na utilização de recursos tecnológicos? Onde 0 significa que há muita dificuldade em utilizar as tecnologias (Tablets, celular, computador, etc.) e 10 que não há nenhuma dificuldade na utilização das tecnologias. Caso haja alguma dificuldade, poderia citar qual?

03 – Como você conceitua “*software* educacional”?

04 – Em sua carreira na docência, já utilizou algum *software* educacional no apoio ao ensino e aprendizagem? Caso afirmativo, poderia citar qual (ais)?

05 – Caso afirmativo na questão 04. Quais os motivos e as facilidades proporcionadas, que o fez optar pela utilização deste *software*?

06 – Após a explicação e utilização dos modelos virtuais apresentados na pesquisa, estes permitiram adaptar suas atividades com os objetivos da aula?

07 – Qual a sua opinião sobre ter tecnologias em 3D, como os modelos virtuais, inseridos na sua prática docente?

08 – De acordo com sua percepção, qual o sentimento dos alunos perante a apresentação dos modelos virtuais em 3D?

09 – Os modelos virtuais proporcionaram melhoras quanto a qualidade didática e facilidade na apresentação do conteúdo? Caso afirmativo, poderia citar os pontos de melhoria?

10 – Em sua opinião, os modelos virtuais em 3D podem auxiliar na aprendizagem? Caso afirmativo, de que forma?

11 – Você teve alguma dificuldade em manipular o modelo 3D? Caso afirmativo, quais dificuldades?

12 – Após a utilização, você percebeu que o modelo necessita de alguns ajustes para seu pleno funcionamento?

13 – Você tem interesse em utilizar outros modelos virtuais em sala de aula?

ANEXO A – CARTA CONVITE

CARTA CONVITE

Araxá-MG, DIA de MÊS de 2016

Caro colaborador,

Enquanto aluno regularmente matriculado no curso de Pós-Graduação nível de Mestrado do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro – Campus Uberaba/MG, orientado pela Profa. Dra. Paula Teixeira Nakamoto, vimos por meio desta, solicitar a sua colaboração respondendo ao questionário anexo, cujo objetivo é coletar dados para a Dissertação de Mestrado intitulada: **“UTILIZAÇÃO DE MODELOS VIRTUAIS TRIDIMENSIONAIS COMO FERRAMENTA DE APOIO AO DOCENTE NO ENSINO TÉCNICO INTEGRADO AO ENSINO MÉDIO”**.

Contando com sua colaboração, estamos enviando o **Termo de Consentimento** que deverá ser preenchido e assinado e o **Questionário** para que sejam respondidas de forma discursiva as perguntas.

Solicitamos que este material seja devolvido para o próprio pesquisador que durante todo o processo estará em contato. Caso queira entregá-lo pessoalmente, estaremos à disposição na Rua Maria José Barbosa,150 – Jardim Europa - Araxá / MG – CEP 38181-766 – Brasil. Podendo ainda mantermos contato via telefone (34) 98402-1960 e/ou e-mail: ghenriquerosa@gmail.com

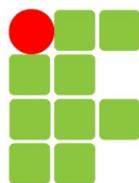
Certos de poder contar com sua preciosa colaboração, desde já agradecemos sua participação e comprometemo-nos, se assim for o seu desejo, enviar-lhe o resultado desta pesquisa.

Atenciosamente,

Guilherme Henrique Rosa

Mestrando IFTM

ANEXO B – TERMO DE CONSENTIMENTO



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS DO TRIÂNGULO MINEIRO.
UBERABA – MG – BRASIL

NOME DO SERVIÇO DO PESQUISADOR

Pesquisador Responsável: Guilherme Henrique Rosa

Endereço: Maria José Barbosa, 150

CEP: 38.181-766 – Araxá – MG

Fone: (34) 98402-1960

E-mail: ghenriquerosa@gmail.com

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O Senhor (a) está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa: **“UTILIZAÇÃO DE MODELOS VIRTUAIS TRIDIMENSIONAIS COMO FERRAMENTA DE APOIO AO DOCENTE NO ENSINO TÉCNICO INTEGRADO AO ENSINO MÉDIO”**. Neste estudo pretendemos investigar o uso pedagógico de modelos virtuais tridimensionais de equipamentos industriais na prática de ensino dos cursos técnicos.

O motivo que nos leva ao estudo é a proposta de um dispositivo pedagógico para auxiliar o docente em sua atividade, minimizando as lacunas deixadas pela falta de recurso físico dos equipamentos na instituição.

Para este estudo adotaremos os seguintes procedimentos para coleta de dados: Levantamento de requisitos do modelo virtual, explanações sobre o funcionamento do modelo, aplicação do modelo em sala de aula, entrevistas e questionários, que poderão ser realizadas ao longo da realização do trabalho, conforme disponibilidade da participante.

Para participar deste estudo você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Você será esclarecido (a) sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido pelo pesquisador

O pesquisador irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo.

Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão.

Você não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, no IFTM Campus de Uberaba e a outra será fornecida a você.

Caso haja danos decorrentes dos riscos previstos, o pesquisador assumirá a responsabilidade pelos mesmos.

Eu, _____, portador do documento de Identidade _____ fui informado (a) dos objetivos do estudo “**Utilização de Equipamentos Virtuais Tridimensionais no Ensino Técnico Integrado: Um Olhar Sobre os Professores**”, de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar.

Declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Araxá, DIA de MÊS de ANO.

Nome Assinatura participante Data