

CRIAÇÃO DE UM MÉTODO DE ENSINO PARA OS SIMULADORES DE SOLDA DO LABORATÓRIO DA FATEC - CRUZEIRO - SP

Autores

Gabriel Macedo da Silva ¹

Vinícius Benedito da Cruz de Souza ²

Leônidas Magno de Moraes³

Resumo

O processo de simulação virtual, se tornou fundamental para que as pessoas através, da projeção de ambientes virtuais tivessem melhor entendimento sobre o ambiente real. O objetivo deste trabalho foi criar um método simples e eficiente para o simulador de solda em realidade virtual, o intuito foi auxiliar no treinamento e qualificação dos alunos da FATEC Cruzeiro - SP, o foco do trabalho é ressaltar a eficácia desta alternativa referente à redução de custos e do tempo de aprendizagem. Este trabalho teve como resultado a elaboração de uma apostila que facilitou o procedimento de treinamento, processo, aprendizagem, e da realização da operação nos simuladores de solda em realidade virtual. Em termos práticos o conceito foi estruturar e modular o laboratório da FATEC Cruzeiro fisicamente e virtualmente de forma que viabilizasse o processo de qualificação para obtenção dos resultados efetivos, práticos em curto prazo, para a Instituição Educacional.

Palavras-chaves: Treinamento. Aprendizagem. Processos de soldagem. Método de Ensino. Realidade virtual.

CREATION OF A TEACHING METHOD FOR SIMULATORS IN THE FATEC LABORATORY - CRUZEIRO - SP

Abstract

The virtual simulation process has become fundamental for people through the projection of virtual environments to have a better understanding of the real environment. The objective of this work was to create a simple and efficient method for the welding simulator in virtual reality, the aim was to assist in the training and qualification of the students of FATEC Cruzeiro - SP, the focus of the work was to emphasize the effectiveness of this alternative related to the reduction of costs and learning time. This work resulted in the elaboration of a booklet that facilitated the training procedure, the learning process, and the performance of the operation in the welding simulators in virtual reality. In practical terms, the concept was to structure and modulate the FATEC Cruzeiro laboratory physically and virtually in a way that would make the qualification process feasible to obtain effective results, practical in the short term, for the Educational Institution.

Keywords: Training. Learning. Welding processes. Teaching method. Virtual reality.

Introdução

Atualmente é possível notar o grande desenvolvimento que ocorre na gama dos equipamentos tecnológicos o que facilitou muito a vida do ser humano. Por outro lado, é notável que muitas pessoas utilizem os equipamentos sem mesmo nunca consultar ou fazer a leitura do

¹ Graduação em Gestão da Produção Industrial pela Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo – Fatec Prof. Waldomiro May. E-mail: contato@fateccruzeiro.edu.br

² Graduação em Gestão da Produção Industrial pela Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo – Fatec Prof. Waldomiro May. E-mail: contato@fateccruzeiro.edu.br

³ Mestrado Profissional em Engenharia Mecânica pela Universidade de Taubaté – UNITAU e docente na Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo – Fatec Prof. Waldomiro May. E-mail: leonidas.morais@fatec.sp.gov.br

manual de instrução ou ao menos realizarem uma breve introdução de como fazerem o manuseio do equipamento. Segundo o site de notícia G1, em 2016, que conforme a pesquisa realizada pelos autores australianos Alethea Blackler, Rafael Gomez, Vesna Popovic e Helen Thompson que fala sobre a ansiedade diante da quantidade imensa de recursos que os novos produtos oferecem, afirma que devido à ansiedade o uso de um novo produto faz com que as pessoas não leiam o manual e sim comecem a manusear e aprender testando os recursos, mas muitas vezes isso faz com que a pessoa não consiga utilizar todos os recursos oferecidos pelo aparelho.

Quando não é realizada a leitura do manual de um equipamento antes da sua utilização pode ocorrer o risco de utilização não correta, o que pode gerar danos ao equipamento e consequentemente custo desnecessário, considerando que o mau uso faz com que se perca a garantia fornecida pelo fabricante do equipamento.

Segundo a lei nº 8.078 de 11 de setembro de 1990 art. 12 item 3º O fabricante, o construtor, o produtor ou importador só não será responsabilizado quando provar:

- I - Que não colocou o produto no mercado;
- II - Que, embora haja colocado o produto no mercado, o defeito inexiste; III - A culpa exclusiva do consumidor ou de terceiros.

Ou seja, um mau uso do produto pode gerar a perda da garantia determinada pelo fabricante.

No cenário acadêmico, nas faculdades de tecnologia do estado de São Paulo existem laboratórios que proporcionam ao aluno um contato direto com equipamentos que utilizam de realidade virtual para auxiliar a aprendizagem do aluno, sendo possível simular situações reais em operação de máquina.

Para L.S. Machado et.al (2004, p. 573), a Realidade Virtual (RV) é uma área de pesquisa recente que reúne conhecimentos de várias áreas como eletrônica, computação, robótica, física, psicologia, dentre outras. O objetivo da RV é oferecer sistemas de tempo real que integrem aspectos de imersão e interatividade para simular ambientes realistas. Para isso são utilizados equipamentos específicos que estimulam os sentidos, explorando os sistemas visual, tátil, auditivo e olfativo humanos.

A partir da análise do contexto apresentado espera-se que os equipamentos que utilizam de realidade virtual tenham uma boa utilização por se tratar de máquinas caras e com uma infinidade de recursos.

Foi observado na Faculdade de Tecnologia de Cruzeiro a existência de um laboratório específico para área produtiva, no qual os estudantes têm contato com equipamentos de alta tecnologia, onde um deles está relacionado à realidade virtual, onde se tem a possibilidade de simular algumas operações de soldagem como MIG/MAG, eletrodo revestido e TIG. Através desse

equipamento são fornecidos todos os dados necessários para que o estudante consiga aprender e aprimorar suas técnicas de soldagem sem ter desperdício de material prima e aditiva. Atualmente simulador virtual é utilizado em disciplinas que o utilizam para simular a realidade de um processo de soldagem, onde o docente gasta um tempo excessivo para ensinar os alunos a manusear a máquina da melhor forma e tirar suas dúvidas.

O trabalho justifica-se pela dificuldade dos alunos em executar o processo de solda no simulador virtual, por não possuir um manual de como deve-se operar o equipamento e desfrutar de todos os seus recursos, o que gera bastante dificuldade para o aluno no seu primeiro contato com o equipamento.

Dessa forma, o objetivo geral deste trabalho foi elaborar um método semelhante a um treinamento que facilitou o manuseio da máquina de solda virtual nas aulas e garantiu que o manuseio da máquina seja sempre da mesma forma pelos alunos. O estudo teve como o objetivo específico foi a elaboração de uma apostila que com informações de como operar a máquina de solda virtual desde como se liga até como executar uma solda.

Esta apostila foi feita através de pesquisa bibliográfica utilizando modelos já utilizado em treinamento, o próprio manual da máquina e ela foi desenvolvida com informações semelhantes a um manual, mas com um diferencial que é especificações das operações da máquina. Após ser feita para garantir sua eficácia foi enviada a alunos que já tiveram contato com o equipamento para ser lida e em seguida responderam a um questionário referente ao grau de entendimento da apostila e se tiveram dúvidas ou sugestões.

Este estudo foi fundamentado a partir das conclusões dos seguintes autores, Brandi Sergio Duarte (1992) Chiavenato, I (2010). Coelho, M. T.; José, E. A. (1999); Dagoberto B., Paulo J., Paulo V. (2012); Damião Marcelo Santos, (2017); Dessler e Gary, (2005); Glaser, W. (2017); Jennings, C. (2013); Kirner, C.; Robson, S. (2007); L. S. Machado, Suene C., Icaro L, Ronei M., (2004); Leite L. Silva, T. C. Hamada P. Maruyama U. (2015); Marques J. R. (2019); Meneses P. Zerbini, T. Abbad G. (2011), assim como na página do G1 (2016) e da Jusbrasil com base em Tecco Dorival G. (1992), Teixeira Gustavo Simões, (2011) e Velasco Ariane (2019).

A partir da metodologia da apostila criada neste trabalho foi possível identificar que houve uma contribuição no processo de entendimento das operações do simulador de solda em realidade virtual, que resultou em uma melhora na utilização do equipamento, esse processo se constituiu na padronização de utilização dos simuladores. Através dos resultados obtidos foi possível comprovar que a apostila é eficaz e os alunos conseguem executar as primeiras operações no equipamento e sabem quais cuidados deve tomar com o simulador.

1. Fundamentação teórica

1.1 Treinamento

O treinamento atende as necessidades de empresas e a área educacional por possuir um processo que se tem como objetivo a utilização de uma aprendizagem rápida e eficiente fazendo as pessoas que passaram pelo treinamento estejam habilitadas a executar o conteúdo apresentado no treinamento.

Para CHIAVENATO (2010), o treinamento é um processo cíclico e contínuo composto por quatro etapas: diagnóstico, desenho, implementação e avaliação. O diagnóstico é o levantamento das necessidades de treinamento que a organização apresenta. O desenho consiste no planejamento das ações de treinamento e deve ter um objetivo específico. A implementação refere-se à execução e condução do programa de desenvolvimento. E a avaliação é a verificação dos resultados obtidos como treinamento.

Como as organizações buscam acompanhar os avanços tecnológicos, de seus equipamentos e máquinas que ocupam espaços importantes nas áreas produtivas, é possível observar a importância do treinamento que possui técnicas que facilitam o aprendizado e o entendimento de novos equipamentos que surgem a cada dia e se tem a necessidade de serem implantados e iniciar seu uso o mais rápido possível.

CHIAVENATO (2010, p. 380), aborda que, Existem algumas técnicas para transmitir as informações necessárias e desenvolver as habilidades requeridas no programa de treinamento, a saber: Leituras, sendo que um instrutor apresenta informações, enquanto os treinados participam ouvindo; Instrução programada, consiste em uma técnica para instrução sem a presença ou intervenção de um instrutor humano utilizando-se de questionários com respostas de múltiplas-escolhas ou verdadeira /falso; Treinamento de classe, onde os aprendizes são reunidos em um local e assistidos por um instrutor que transmite o conteúdo do treinamento; Computer based training, consiste em utilizar a tecnologia de informação e pode ser feito através de CDs, DVDs. E por último, E-learning, que se refere ao uso de tecnologias da internet para entregar uma ampla variedade de soluções que aumentam o desempenho e o conhecimento.

Para que um treinamento seja bem-sucedido se faz necessário um processo de etapas a ser seguida para obtenção de um resultado positivo. De acordo com DESSLER (2005, p.140), “o primeiro passo para o processo de treinamento é determinar se o treinamento se faz necessário ou não, uma das formas abordada por ele é o levantamento das necessidades de treinamento que é subdividida em partes sendo elas: identificar as necessidades específicas dos cargos, analisar o público para garantir de que o programa seja adequado como também especificar os objetivos do treinamento”.

1.2 Aprendizagem

O aprendizado sempre esteve diretamente ligado a história do homem, à sua construção

evolução enquanto ser social com capacidade de adaptação a novas situações, se desenvolvendo através de novas experiências.

Coelho e José (1999) definem aprendizagem como o resultado da estimulação do ambiente sobre o indivíduo já maduro, que se expressa, diante de uma situação- problema, sob a forma de uma mudança de comportamento em função da experiência.

O psiquiatra americano William Glasser (2017) colocou em prática a teoria da escolha para a educação, com a ideia de que o processo de aprendizagem seria através da prática, se tornando o melhor para o desenvolvimento, tendendo não somente a memorização, pois na maioria dos alunos esquecem, porque tentou decorar.

Segundo a pirâmide de aprendizagem de GLASSER, W. (2017), aprende-se: 10% quando lê, 20% quando ouve, 30% quando observa, 50% quando vê e ouve, 70% quando discute com outras pessoas, 80% quando faz e 95% quando ensina aos outros.

Abaixo a (Figura 1) ilustra uma explicação como é essa pirâmide segundo GLASSER, W. (2017), é apresentado as porcentagens do aprendizado obtidos em diferentes métodos de estudo, passando inicialmente pela leitura do conteúdo como grau relativo baixo até o grau máximo de aprendizagem que o compartilhamento de conhecimento para outras pessoas, através de explicações, elaborações, definições, ilustrações etc.

Figura 1: Pirâmide de William Glasser



Fonte: Disponível em: <https://medium.com/@renathopir%C3%A2mide-de-william-glasser-ou-cone-da-aprendizagem-49a4670afc9a/>. Acesso em: 10 jul.2020

Conclui-se que quanto maior a interação com outras pessoas ou mesmo a prática, o grau de absorção de aprendizado se torna maior conforme demonstrado na pirâmide.

Conforme GLASSER, W (2017) a boa educação é aquela em que o professor pede para que seus alunos pensem e se dediquem a promover um diálogo para promover a compreensão

e o crescimento dos estudantes”.

1.3 Realidade virtual

Conforme a autora VELASCO A. (2019) os primeiros usos do conceito de realidade virtual, foi falado pelo autor francês Antonin Artaud em seu livro *Le Théâtre et son double*, sugerindo um teatro onde “a ilusão de personagens criava uma realidade virtual”. Mostrou que o ser humano já pensava sem criar ambientes semelhantes ao real para se “tele transportar” de um lugar para outro sem sair do lugar.

Atualmente em um mercado competitivo e com uma infinidade de tecnologias, onde as empresas caminham para a adequação dos conceitos da indústria 4.0, uma das ferramentas desse novo futuro que tem bastante destaque para a realização de treinamento e interação do ser humano com os equipamentos e a realidade virtual.

Pode se dizer que no processo de aprendizagem a realidade virtual ganha cada vez mais espaço no mundo acadêmico, facilitando atividades que precisam ser práticas e necessitam de um ambiente real. Assim a realidade virtual pode simular vários problemas que ocorre no mundo real, para que o aluno possa ter uma noção de como agir e o que é possível ser feito. Para Damião,

o processo de Realidade Virtual na educação ainda é incipiente, porém, existe um consenso de que essa tecnologia ajuda na educação, pois as aplicações disponíveis são muitas e os benefícios claros na busca de soluções para resolver alguns dos problemas vividos na educação. A Realidade Virtual não é apenas uma ferramenta, mas é também uma forma de aprender e modernizar áreas em que mesma seja inserida, ela tem sido cogitada para um uso de maneira intensa no contexto educacional nos últimos anos. (DAMIÃO, M.S., 2017, p. 117)

A realidade Virtual atualmente, olhando de modo científico, apresenta muitas definições. Conforme KIRNER C; ROBSON S. (2007, p. 7) a realidade virtual (RV) é uma “interface avançada do usuário” para acessar aplicações executadas no computador, propiciando visualização, movimentação e interação do usuário, em tempo real, em ambientes tridimensionais gerados por computador.

No simulador de solda a realidade virtual é gerada através um software que possui processos de solda semelhantes ao real, conforme DAMIÃO MARCELO S. (2017, p.117) é composto por um computador com a semelhança a uma máquina de solda real, uma tela, uma mesa de trabalho, uma junta virtual, uma tocha/porta eletrodo e uma máscara de proteção com óculos embutidos conectados ao simulador que permite ao aluno executar a solda do mesmo modo que no ambiente real.

1.4 Método de Ensino

Buscando a evolução pessoal de cada colaborador para alcançar o desenvolvimento institucional, o mundo corporativo tem como tendência a procura por sistemas estratégicos para a evolução do capital humano. O intuito desses métodos é o de possibilitar às organizações soluções para que seus colaboradores estejam preparados para desempenhar seu trabalho da melhor maneira, auxiliando para o desenvolvimento organizacional.

Conforme MARQUES J. R. (2019), na década de 1990, os professores Morgan McCall, Robert Eichinger e Michael Lombardo, do Center for Creative Leadership, na Carolina do Norte (EUA) desenvolveram o modelo de aprendizagem chamado 70: 20: 10. O estudo resultou na percepção de que a expansão da aprendizagem e o estímulo à novas experiências se dão a partir de diversas situações. A figura abaixo ilustra o método 70: 20: 10.

Figura 5: Método 70:20: 10.



Fonte: <https://agoraentert.com.br/insights/modelo-70-20-10-reassignificando-os-programas-de-td-2/>

Pode se observar que quando o ser humano aprende fazendo, tem mais capacidade de absorver o conhecimento. Atualmente, dentro dos vários modelos existentes de métodos de ensino, o Modelo 70:20:10 de aprendizagem surgiu como o mais novo sistema de ensino universal corporativo.

Para STONER J; FREEMAN R. (1994), os programas de treinamento têm o intuito de manter e melhorar o desempenho na execução de tarefas e são de curta e média duração. Esse método se diferencia do termo instrução, que é a definição de objetivos instrucionais e realização de determinados metodologias de ensino para os colaboradores.

Conforme MENESES; ZERBINI; ABBAD (2011), o desenvolvimento é voltado para o crescimento pessoal e profissional, sem relação com as atividades atuais ou futuras demandadas pela empresa, como programas de qualidade de vida no trabalho, autogestão de carreira e similares, através de oficinas, workshops, cursos, palestras etc. Ou seja, são aprendizados importantes para empregado, mas que não ajudam nas funções do cargo ou no desempenho de sua

área.

Conforme o autor MARQUES J. R. (2019) o modelo 70:20:10 consiste em uma ideia relativamente simples e concisa. Os desdobramentos, não obstante, são imprecisos e, aparentemente, pouco desenvolvidos. Embora seja muito divulgado, é curioso a carência de bibliografias que analisam o modelo de aprendizagem.

JENNINGS (2013) descreve o modelo 70:20:10 relacionando a aprendizagem organizacional de profissionais bem-sucedidos na seguinte composição:

- ✓ 70% do aprendizado é oriundo da realização de tarefas e solução de problemas no local de trabalho;
- ✓ 20% devem vir das interações com as pessoas no meio de trabalho;
- ✓ e 10% deve ocorrer por meio de cursos e treinamentos formais e estruturados.

Conforme o autor MARQUES J. R. (2019) no mundo contemporâneo, com a mudanças paradigmas no mercado de trabalho, o aprendizado informal e social estão se sobrepondo a educação formal tanto na facilidade de acesso quanto no fluxo de informações. No ambiente de trabalho, o aprendizado informal é uma combinação da ação individual com a ação coletiva. O colaborador aprende através de *coachings*, *job rotation*, participando de grupos ou fóruns ou, ainda, ao ouvir podcasts ou assistir vídeos educativos.

O modelo 70:20:10 de aprendizagem possui princípios combinados com as principais tendências organizacionais, pois tem o seu papel focado no desempenho a execução e os resultados do trabalho são essenciais ao aprendizado. Além disso, acompanha as atualizações científicas, estimulando o uso da Internet e plataformas online da empresa para a realização de cursos e até mesmo para interação com outras pessoas. Pode-se dizer que o modelo 70:20:10 oferece uma estrutura com custos reduzidos, quando comparado a estruturas baseadas apenas em treinamentos formais.

1.5 Processo de soldagem

Consiste na união de materiais metálicos e não metálicos através de uma fonte de calor ou a frio, para o autor SERGIO D. BRANDI (1992, Pag.3) os Processos de soldagem também podem ser classificados pelo tipo de fonte de energia ou pela natureza da união e as fontes de energia podem ser mecânica, química, elétrica e radiante.

Conforme PAULO V; PAULO J; DAGOBERTO B; (2012, pág. 6). Muitos diferentes processos utilizados na fabricação e recuperação de peças, equipamentos e estruturas se encaixa no termo SOLDAGEM. Classicamente, a soldagem é considerada como um método de união, porém, muitos processos de soldagem ou variações destes são usados para a deposição de material sobre uma superfície, visando a recuperação de peças desgastadas ou para a formação de um revestimento com características especiais. Diferentes processos intimamente relacionados com os processos de soldagem são utilizados

para o corte de peças metálicas. Os aspectos térmicos destas operações de recobrimento e cortesão bastante semelhantes aos de soldagem e, por isso, muitos pontos abordados na Metalurgia da Soldagem são válidos para estas operações.

Dentre os processos de soldagem elétrica temos os processos MIG/MAG, TIG e eletrodo revestido que são usados para união de material metálico ou não metálicos, muito utilizados em indústrias e em reparos. Conforme PAULO V; PAULO J; DAGOBERTO B; (2012; pág. 14)

Soldagem com Eletrodos Revestidos (Shielded Metal Arc Welding - SMAW) é um processo no qual a coalescência dos metais é obtida pelo aquecimento destes com um arco estabelecido entre um eletrodo especial revestido e a peça.

Conforme o autor TECCO DORIVAL G (1992, Pag. 31) a soldagem com eletrodo já vem de muitos anos atrás, no começo as primeiras soldas foram feitas por arames nus utilizados em cercas ligados a rede elétrica, mas observou que não havia estabilidade do arco gerava muitos problemas, assim com o tempo foi observado que nas operações realizadas com arames enferrujados cobertos de cal, o processo era executado de uma melhor forma, pois gerava proteção para o arco elétrico. A partir destes pontos a definição de solda por eletrodo revestido, onde a união é produzida pelo calor do arco criado entre um eletrodo revestido e a peça a ser soldada.

Ainda conforme o autor TECCO DORIVAL G. (1992, Pag. 32) o equipamento básico para soldagem com eletrodo revestido possui uma das mais simples configurações possíveis, em comparação aos outros processos elétricos. Consiste em: fonte de energia, alicate para a fixação dos eletrodos, cabos de interligação, pinça para ligação a peça, equipamento de proteção individual e equipamento para limpeza da solda.

Na Figura 2 vê-se a ilustração de como ocorre o processo de soldagem por eletrodo revestido destacando todos os pontos, que compõem o processo.

Figura 2: processo de soldagem eletrodo revestido



Fonte: Disponível: <https://www.heavyduty.com.br/blog/eletrodo-revestido-saiba-tudo-sobre>. Acesso em: 10 nov.2020

É possível identificar que o revestimento do eletrodo é importante para que o arco elétrico se estabilize através da proteção do revestimento, a fim de garantir uma soldagem de qualidade.

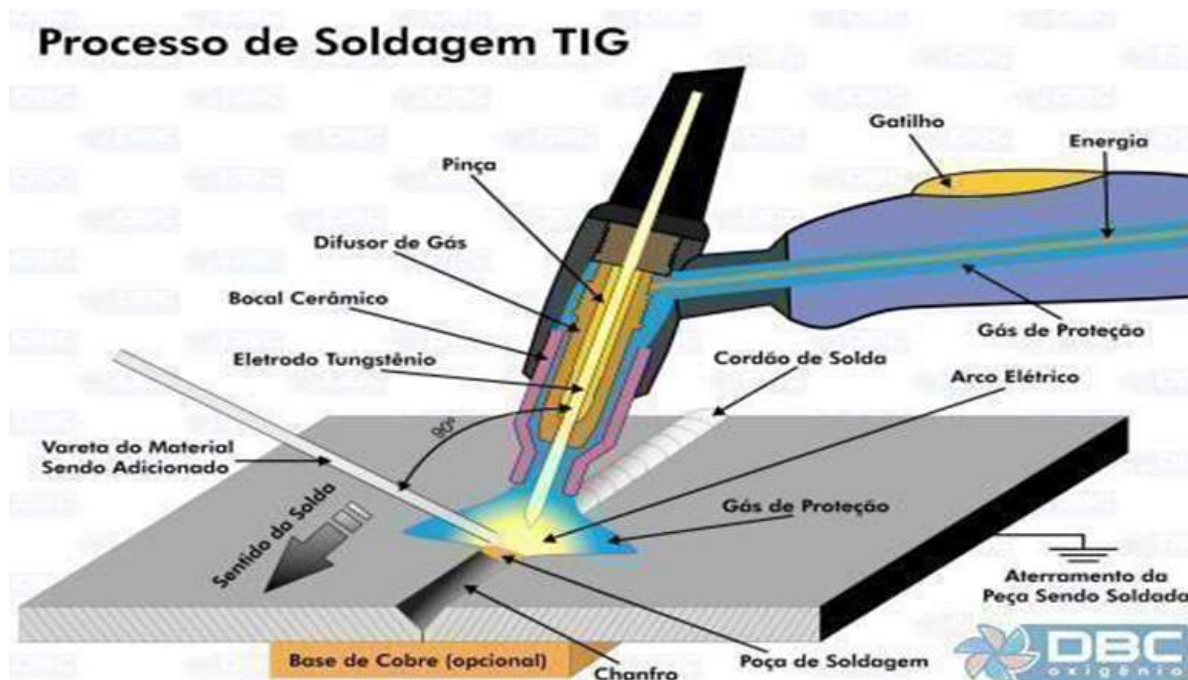
Para BRANDI SERGIO D. (1992, pag.60) o processo TIG surgiu no início do século XX, mas foi em 1942, nos Estados Unidos, que passou a ser usado para soldar ligas de magnésio de assentos de aviões. Esse processo utiliza como fonte de calor um arco elétrico que é gerado pelo seu eletrodo não consumível de tungstênio e a peça a soldar, a proteção da solda é gerada por gás hélio, argônio ou a mistura dos dois, ela pode ser feita com adição de material ou não e pode ser manual ou automática.

Para TEIXEIRA GUSTAVO SIMÕES (2011, pág. 22) o processo de soldagem TIG ou GTAW consiste na união de peças metálicas por meio do seu aquecimento e fusão através de um arco elétrico estabelecido entre um eletrodo de tungstênio, puro ou composto com outros metais ou óxidos, não consumível, e as peças a unir. A proteção da poça de fusão do arco elétrico contra a contaminação pela atmosfera de gás inerte ou mistura de gases inertes. A soldagem pode ser feita sem metal de adição, no processo autógeno, ou com uso de metal de adição, diretamente na poça de fusão.

Esse processo é utilizado para se soldar materiais como: ligas de alumínio, de magnésio, de titânio, aços inoxidáveis e entre outros.

A Figura 3 ilustra como ocorre o processo de soldagem na operação TIG, destacando todos os pontos do processo.

Figura 3: processo de soldagem TIG



Fonte: Disponível em: <https://www.heavyduty.com.br/blog/eletrodo-revestido-saiba-tudo-sobre>. Acesso em: 10 nov.2020

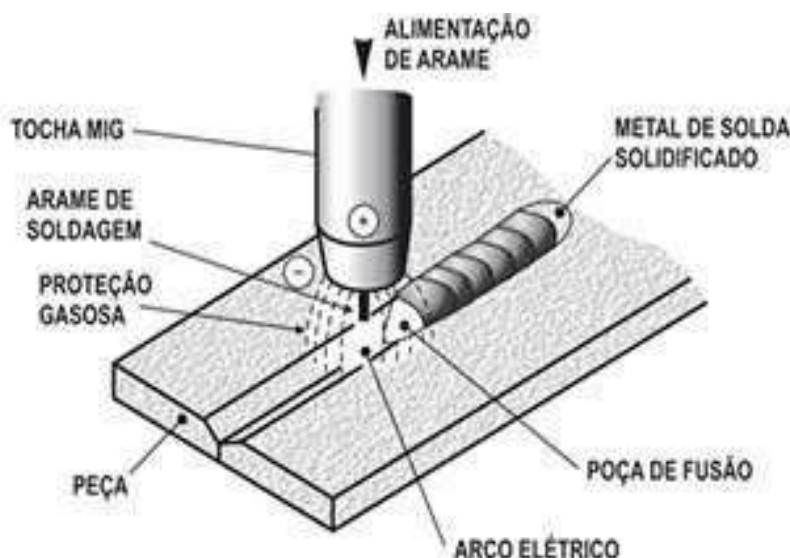
Na imagem acima é possível ver o eletrodo de tungstênio não é consumível e o material de adição. Ainda para BRANDI SERGIO D. (1992, pag.99) O processo MIG (metal inert gás) e MAG (metal active gás) se iniciou na década de 30, mas só ganhou força após a segunda guerra mundial, soldando ligas de magnésio e depois outros tipos de materiais. Este processo utiliza como fonte de calor um arco elétrico que se mantém entre o eletrodo não consumível e a peça a soldar, podendo ser semiautomático ou automático.

Para TEIXEIRA GUSTAVO SIMÕES (2011, pag.99) O processo de soldagem MIG/MAG ou GMAW, caracteriza-se pela geração de um arco elétrico entre um eletrodo metálico nu, consumível, e a peça de trabalho. A proteção do arco elétrico e da região da solda contra a contaminação pela atmosfera ocorre por meio de um gás ou mistura de gases inertes, e MAG quando o gás utilizado é ativo ou uma mistura rica em gases ativos.

A solda MIG Conforme TEIXEIRA GUSTAVO SIMÕES (2011) é ideal para soldar materiais como, aço-carbono, aço de baixa, média e alta liga, aços inoxidáveis, alumínio, magnésio, cobre e suas ligas. Já a solda MAG é ideal para aço de baixo carbono e aço de baixa liga.

Na Figura 4 vê-se a ilustração de como ocorre o processo de soldagem MIG / MAG destacando todos os pontos, que compõem o processo.

Figura 4: processo de soldagem MIG / MAG



Fonte: Disponível em: <http://conectafg.com.br/processo-de-soldagem-mig-mag/>. Acesso em: 10 nov.2020

Como pode se ver na imagem a soldagem se inicia quando material consumível toca na peça e gera o arco elétrico.

2. Metodologia

A metodologia utilizada para o desenvolvimento deste trabalho foi de pesquisa bibliográfica, utilizando artigos, treinamentos já existentes e o próprio manual da máquina de solda virtual para o levantamento de informações sobre o tema abordado, a partir dos dados gerados foi criada uma apostila contendo informações de como se ligar a máquina, as regulagem para executar cada processo de solda, EPI's necessários e cuidados com a máquina, que facilitou a integração do aluno com os simuladores de solda virtual, que possuem processos de solda MIG/MAG, TIG e Eletrodo revestido e estão localizados no laboratório de solda da Fatec Cruzeiro. Localizada cidade de Cruzeiro – SP que é foi possível analisar o equipamento de solda virtual, seus parâmetros, características e princípios de funcionamento. A Figura 6 ilustra a utilização dos simuladores de solda do laboratório da instituição de ensino Fatec-Cruzeiro.

Figura 6: Laboratório de solda



Fonte: Elaborado pelos autores

Observa-se que o laboratório é composto por três máquinas de solda com realidade virtual, que para o autor DAMIÃO M. S. (2017 p.117) a realidade virtual é muito útil para a educação. Esses equipamentos possibilitam a simulação dos processos de soldagem de maneira independente, o que gera redução de tempo na execução do treinamento.

A Figura 7 ilustra o simulador de solda em realidade virtual e os seus componentes.

Figura 7: Composição do maquinário de simulação de solda em realidade virtual.



Fonte: Disponível em: <https://sangari.co.za/solutions/>. Acesso em: 10 nov.2020

A máquina é composta pelos seguintes itens:

1. CPU que se lembra uma máquina de solda real.
2. Placas que simulam peças.
3. Pistola de solda TIG.
4. Pistola de solda MIG/MAG.
5. Suporte de eletrodo.
6. Capacete com um monitor para visualizar a solda virtual.
7. Suporte da placa que simula peças.

2.1 Elaboração da apostila

A elaboração da apostila foi baseada no método 70; 20;10, que, conforme JENNINGS (2013), consiste no material teórico compactado, descrevendo todo o processo de forma otimizada. A partir desse conceito, a apostila foi criada em partes, compostas por textos e ilustrações do que deve ser feito, tais como, ligação do equipamento, itens de segurança necessários para operação e instruções de como realizar a soldagem nos três processos.

A elaboração é constituída baseada em um conceito de material explicativo específico ilustrativo de todos os processos de execução, o que auxilia para que aluno possa aprender a manusear a máquina de uma forma mais dinâmica e prática baseada na teoria de GLASSER. W (2017) quando se aprende fazendo se consegue ter uma melhor aprendizagem e com a apostila será possível aprender executando o manuseio da máquina. As imagens a seguir ilustram a apostila que é dividida por tópicos e passos mostrando como se liga à máquina, os EPIs necessários e como regulá-la para a solda desejada. Na Figura 8 estão os primeiros passos a serem dados para ligar a máquina de solda virtual.

Figura 8: Treinamento

Como ligar a máquina de Solda

	1º passo: Ligar os modem e roteador na tomada conforme imagens.
	2º passo: ligar a CPU. OBS: Onde fica as informações de todos os processos de solda.
	3º passo: ligar a máquina de Solda, indicado pela seta vermelha.

Fonte: Elaborado pelos autores

Os primeiros passos e os demais são separados por quadros onde do lado direito fica as informações de como executar o passo e a esquerda a imagem ilustrando o que está descrito. Na Figura 9 estão descritos os EPI's necessários e como utilizá-los.

Figura 9: EPI's de operação

Item e EPI necessários

	Capacete de solda, onde será visualizado a soldagem. OBS: Retirar tampas das câmeras indicada pela seta vermelha
	Luvas de rapa.

Fonte: Elaborado pelos autores

Os EPIs são necessários para que a simulação seja o mais real possível, já que no ambiente virtual não se corre o risco de se ocorrer acidentes que no ambiente real de soldagem acontece.

A Figura 10 descreve o que deve ser feito após ter ligado a máquina, como acessar os arquivos, escolha do tipo de solda e entre outras informações.

Figura 10: Escolha do tipo de solda

Como escolher o tipo de solda e como preparar a máquina.	
	1º passo: selecione a opção com o botão central indicado na imagem "open practice for demos". OBS: para escolher o item gire o botão central e para selecionar o pressione. O botão "ESC" identificado com a seta azul serve para retornar a página anterior.
	2º passo: selecione uns dos arquivos "demos". 3º passo: será solicitado uma senha que é "0000" OBS: se caso der senha invalida tente a mesma senha nos outros itens "demos". NOTA: Para digitar a senha utilize o botão central, gire para escolher o número e o pressione para confirma.

Fonte: Elaborado pelos autores

É importante ressaltar que a partir dessa parte é exigido atenção nas observações e nas notas que estão descritas em cada etapa.

Na Figura11 está o tópico da apostila que mostra informações de como executar a soldagem na máquina de solda virtual.

Figura 11: Dicas de como executar a solda

Dicas de como executar a solda	
	1º Passo: Para o processo de Eletrodo o ideal é segurar o suporte de eletrodo já com o eletrodo próximo da peça conforme imagem ao lado antes de iniciar a solda, após isso abaixe o capacete e seguir o que pede no passo 21º do tópico “Como escolher o tipo de solda e como preparar a máquina”.
	2º Passo: O suporte de eletrodo diferente da pistola não possui nem um acionador para iniciar a soldagem, somente precisa estar próximo o suficiente da peça para formar o arco de solda para iniciar a soldagem. Conforme a imagem ao lado precisa manter a aproximação do eletro da peça dentro da área especificada indicado pela seta azul e se estiver fora o círculo indicado pela seta laranja ficar vermelho. OBS: Esse controle de aproximação é feito conforme vai percorrendo a área identificada pelo tracejado

Fonte: Elaborado pelos autores

Nesta etapa mostra o que deve ser feito para que execute uma soldagem correta garantindo que a peça tenha uma união da peça perfeita porque conforme SERGIO D. BRANDI(1992, Pag.3) a ideia principal do processo de soldagem é a união de duas peças.

A última etapa que contém na apostila que pode ser visto na Figura 12 é o que deve ser feito após finalizar a operação de soldagem, como se faz para identificar se a solda está dentro do padrão desejado.

Figura 12: Como visualizar a qualidade da solda

Como visualizar a qualidade da solda

 	1º Passo: Após a finalização do processo de soldagem pressione o botão central indicado pela seta vermelha ao lado e aparecerá essa tela conforme ilustrado na imagem perguntando o que deseja fazer. • Primeira opção: Reiniciar o exercício. Nessa opção você começará a fazer o exercício do zero. • Segunda opção: Confirma exercício. Nessa opção você será direcionado para uma outra tela que mostrar o relatório da solda feita. • Terceira opção: Cancelar o exercício. Nessa opção o exercício será excluído e todo o processo de escolha do tipo de solda <u>que</u> será soldado vai ser perdido e se deseja soldar novamente precisará configurar todo o processo novamente. NOTA: Esse procedimento serve para todos os processos de solda OBS: Utilizando botão central.
	2º Passo: Se tiver escolhido a opção de confirma o exercício essa tela ilustrada ao lado aparecerá. Essa tela contém todas as informações sobre a solda e para ela ser aprovada pelo sistema ela deve estar acima de 50%, e essa porcentagem aparece na parte superior da tela indicado pela seta vermelha na imagem. Após analisar o relatório pressione o botão central e aparecerá a imagem ilustrada no 1º passo novamente para reiniciar o exercício ou cancelado.

Fonte: Elaborado pelos autores

Após feita a análise da solda se tem a opção de refazê-la ou de cancelar o processo.

Como a apostila foi criada a partir do sistema existente na máquina⁴, considerou-se que com o tempo podem ser alteradas algumas configurações do equipamento por se tratar de um sistema que possui um software que pode precisar ser atualizado, assim a apostila também necessitará ser atualizada. Assim, na capa da apostila que contém informações de quem a criou, a aprovou e um

⁴ Atualmente: primeiro e segundo semestres de 2021.

resumo para que ela deve ser usada, foi criado um campo de revisões conforme pode ser visto na Figura 13.

Figura 13: Capa da apostila

Apostila de como operar as máquinas de solda virtual																		
																		
Autores:	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Gabriel Macedo da Silva</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Vinicius Benedito da Cruz de Souza</td> </tr> </table>		Gabriel Macedo da Silva	Vinicius Benedito da Cruz de Souza														
Gabriel Macedo da Silva																		
Vinicius Benedito da Cruz de Souza																		
Aprovado:	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">ASS:</td> </tr> </table>		ASS:															
ASS:																		
Revisões:	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Criação do treinamento</td> <td style="padding: 2px; text-align: right;">21.05.2020</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Atualização do treinamento</td> <td style="padding: 2px; text-align: right;">30.03.2021</td> </tr> <tr><td style="padding: 2px;"> </td><td style="padding: 2px;"> </td></tr> <tr><td style="padding: 2px;"> </td><td style="padding: 2px;"> </td></tr> <tr><td style="padding: 2px;"> </td><td style="padding: 2px;"> </td></tr> <tr><td style="padding: 2px;"> </td><td style="padding: 2px;"> </td></tr> <tr><td style="padding: 2px;"> </td><td style="padding: 2px;"> </td></tr> <tr><td style="padding: 2px;"> </td><td style="padding: 2px;"> </td></tr> </table>		Criação do treinamento	21.05.2020	Atualização do treinamento	30.03.2021												
Criação do treinamento	21.05.2020																	
Atualização do treinamento	30.03.2021																	
Nesta Apostila esta os primeiros passos de como se opera as maquinas de solda virtual e como soldar cada processo que possui nela, que são: TIG, MIG-MAG e Eletrodo revestido. Informa os equipamentos de proteção necessários e como utilizá-los. Com isso o aluno terá a capacidade de operar a maquina.																		

Fonte: Elaborado pelos autores

Com o campo de revisão toda a vez que for necessário atualizar a apostila é necessário informar o que foi alterado e em qual data, para que isso garanta que os alunos identifiquem que a apostila não está desatualizada e ela sofre modificações com o tempo.

3. Análise e discussão dos resultados

Conforme o autor CHIAVENATO (2010), um treinamento é composto por quatro etapas: diagnóstico, desenho, implementação e avaliação, então como a apostila foi criada baseada nestes tópicos que tem como diagnostico a necessidade desta apostila, o desenho do layout para a implementação e avaliação realizada foi através de, uma análise da apostila realizada por seis

alunos que já tinham operado as máquinas de solda virtual, que após a análise responderam a um formulário que está em quatro questões:

- 1 - A apostila em grau de entendimento está:
Ótimo, Bom, Regular ou Ruim
- 2 - A apostila em grau de layout está:
Ótimo, Bom, Regular ou Ruim
- 3 - Possui alguma dúvida sobre o conteúdo da apostila?
Qual?
- 4 - Sugestão de melhoria para a apostila.

Para organizar as respostas do questionário foi feita uma tabela separando o nome de cada aluno e em seguida as sugestões e dúvidas de cada um geradas pelas questões três e quatro, conforme pode ser visto na Tabela 1.

Tabela 1: Sugestões e dúvidas.

Análise da apostila como operar as máquinas de solda virtual		
Alunos:	Sugestões	Dúvidas
Alexandre	tamanho da fonte, revisão da formatação, ampliar as imagens.	Não
Cristiano	Deixar as imagens com o mesmo tamanho	Não
Elri	Controle de alterações, com uma tabela com data das alterações revisão do documento	Não
Rafael	Video para assistir o passo a passo	Não
Tiago	Uma apostila/manual pra cada processo	Não
David	Melhorar a qualidade das imagens da tela da solda.	Não

Fonte: Elaborado pelos autores

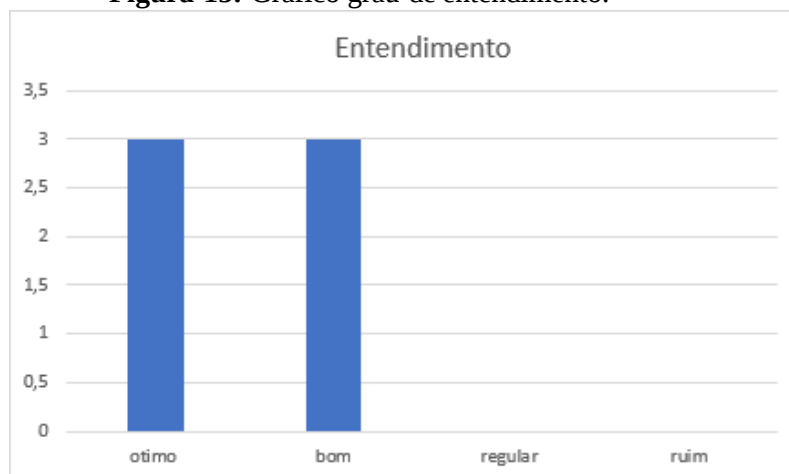
Após o preenchimento da tabela, foi feita a leitura e verificação se havia dúvidas e sugestões iguais e se eram validas e aplicáveis, assim com base nelas foi atualizado a apostila. Na atualização da apostila foram levadas em consideração as seguintes sugestões:

- Tamanho da fonte, revisão da formatação, ampliar as imagens.
- Controle de alterações, com uma tabela com data das alterações revisão do documento.

Como não foram apontadas dúvidas, não foram efetuadas alterações para melhor entendimento.

Com as questões um e dois foi possível avaliar a eficácia da apostila por meio do gráfico gerado das respostas dos alunos que está na Figura 15 em relação à avaliação do entendimento da apostila.

Figura 15: Gráfico grau de entendimento.

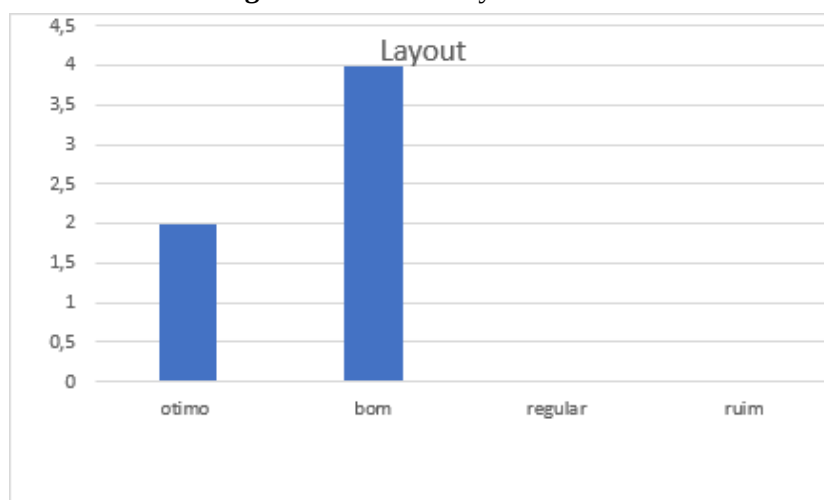


Fonte: Elaborado pelos autores

Como pode se observar no gráfico de entendimento de seis alunos, três acharam ótimos e três, bom.

A Figura 16 ilustra o gráfico das respostas dos alunos em questão ao layout da apostila.

Figura 16: Gráfico layout.



Fonte: Elaborado pelos autores

No layout, de seis alunos, dois acharam ótimo e quatro acharam bom. Então pode se afirmar que a apostila em grau de entendimento e layout tem uma boa aplicação e seu formato facilita o entendimento dos alunos em operar a máquina de solda virtual.

A partir da análise feita para verificar se a apostila é aplicável, foi possível comprovar que conforme o autor CHIAVENATO (2010) o treinamento é um processo de ciclo contínuo. Como o objetivo principal da apostila treinar o aluno para executar a operação no simulador de solda em realidade virtual, é possível notar que mesmo sendo compreendida pelos alunos sempre tem algo que pode ser melhorado ou alterado.

Conforme um dos itens da teoria pirâmide de aprendizagem do psiquiatra americano WILLIAM GLASSER (2017) 80% das pessoas aprendem quando se faz, a apostila vem com esse intuito, que é o aluno conseguir operar a máquina lendo cada passo da apostila e quando ele termina o aluno executou o processo de soldagem por completo.

4. Considerações Finais

Com base neste trabalho, a partir de todas as análises e discussões que decorreram durante todo o processo de estudo, é possível concluir que um manual de instrução de um equipamento em seu formato formal, ou seja com bastante texto e poucas imagens faz com que as pessoas tenham maior dificuldade de entender, como realizar determinada operação, entretanto com uma apostila que contribua para este entendimento, ou seja um detalhamento que facilite a explicação com um maior número de imagens e textos específicos para comporem manual, contribuem diretamente na execução das operações básicas de determinado equipamento e quando necessário fazer operações avançadas, e fazer uso de configurações com maior complexidade, deverão fazer o uso do manual completo, contudo já será possível entendê-lo de melhor forma, pois já realizam as atividades básicas do equipamento. A partir da análise dos resultados obtidos neste trabalho foi comprovar a eficiência da metodologia utilizada na apostila, e para trabalhos futuros poderá ser acrescentado mais informações do simulador de solda que agregue valor ao trabalho e a partir deste ponto uma análise com novos alunos que irão ingressar na instituição de ensino FATEC CRUZEIRO.

REFERÊNCIAS

- BRANDI SERGIODUARTE (1992) **Livro Soldagem: processos e metalurgia**. Autores: Emilio Wainer, Sergio Duarte Brandi e Fabio Décourt H. de Mello. Disponível em: https://www.academia.edu/11499301/Soldagem_processos_e_metalurgia_Wainer_Brandi. Acessado em: 25.10.2020
- CHIAVENATO, I (2009). **Gestão de Pessoas**. São Paulo: 3a edição, 2009. Disponível em: <https://singep.org.br/4singep/resultado/65.pdf>. Acesso em: 18/03/2020.
- CHIAVENATO, I (2010). **Gestão de pessoas**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. Disponível em: <https://singep.org.br/4singep/resultado/65.pdf>. acesso em: 18/03/2020.
- COELHO, M. T; JOSÉ, E. A. (1999) **Problemas de aprendizagem**. São Paulo: Ática, 1999. Disponível em: <https://www.coladaweb.com/pedagogia/aprendizagem-conceitos-e-caracteristicas> acesso em: 18/03/2020.
- DAGOBERTO B, PAULO J, PAULO V (2012) **Introdução à Metalurgia da Soldagem** Disponível em: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/45435668/Introducao_a_Metalurgia_da_Soldagem_-_Modenesi_Marques_Santos.pdf?1462667607=&response-content-

disposition=inline%3B+filename%3DUniversidade_Federal_de_Minas_Gerais_Int.pdf&Expi
res=1605150234&Signature=XnFwpSGZJRvZHL2WqZdjDESzIDzGwA8g4XOr~FYX
BC- DGrd~YpKR07Spw3XZi0-o60J6K3Vr7LCrBxXSpsbVm15-
PPI0mdN4YasC3JxMnRHwarvCFxqGnaHvvjQbVEVKIsT~pRufu9-
VgR7ytjef4R~KMk8CE8sLi423IdpAVWXk8UG8ZE4377-
CiripCw4t~4BG23P~vApF0muFfdia-tkXTXuK-
CDHDDLqIQK0gegXvgMumj9yeaD43jHC0NZY2gLKs~TBPiuZ9NoU7i23ijHMC~OFtn5x
wCjg~RIokD4jZcy6iU5JrAnl8r4Iwnmj1f8sPSfRZ1cbUwQ9GmJdpQ &Key-Pair-
Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA. Acessado em: 30.10.2020

DAMIÃO MARCELO SANTOS, (2017). **O uso da realidade virtual na aprendizagem motora de soldadores**. Disponível em:

<https://ojs.ifsp.edu.br/index.php/sinergia/article/view/477>. Acessado em: 22.10.2020.

DESSLER, GARY, (2005) **Administração de Recursos Humanos** – 2ª Edição, São Paulo, 2005. Disponível em: <https://docplayer.com.br/2174432-Treinamento-como-ferramenta-estrategica-para-odesenvolvimento-corporativo.html>. Acesso em: 27/03/2020.

GLASER, W. (2017). **Pirâmide de William Glaser** Disponível em:

https://medium.com/@rena_tho/pir%C3%A2mide-de-william-glasser-ou-cone-da-aprendizagem-49a4670afc9a/ Acesso em: 19/03/2020.

JENNINGS, C. (2013). **70:20:10 Framework Explained: Creating High Performance Cultures**. Sidney: Forum Pty, Limited, 2013. Disponível em:

https://www.inovarse.org/artigos-por-edicoes/XI-CNEG-2015/T_15_593.pdf. Acessado em: 05/05/2021.

KIRNER, C.; ROBSON, S. (2007). **Livro: Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, Projeto. Petrópolis- RJ: Copyright, 2007.** Disponível em: http://de.ufpb.br/~labteve/publi/2007_svrps.pdf. Acessado em: 17.10.2020

L.S. MACHADO., SUENE C, ICARO L, RONEI M, (2004). **Cybermed: Realidade Virtual para Ensino Médico**. Disponível em: http://de.ufpb.br/~labteve/publi/2004_IFMBE.pdf. Acessado em 12.09.2020

LEITE L. SILVA T. C. HAMADA P. MARUYAMA U. (2015). **Conhecendo o modelo 70:20:10 de aprendizagem: como ele é adotado e percebido nas empresas**. Disponível em: https://www.inovarse.org/artigos-por-edicoes/XI-CNEG-2015/T_15_593.pdf. Acessado em 05/05/2021.

MARQUES J. R. (2019). **Site: IBC. Como funciona o modelo de aprendizagem 70 20 10 nas empresas**. Disponível em: <https://www.ibccoaching.com.br/portal/como-funciona-o-modelo-de-aprendizagem-70-20-10-nas-empresas/>. Acessado em: 05/05/2021.

MENESES P. ZERBINI T. ABBAD G. (2011) **Manual de Treinamento Organizacional. Porto Alegre: Bookman, 2011**. Disponível em: https://www.inovarse.org/artigos-por-edicoes/XI-CNEG-2015/T_15_593.pdf. Acessado em: 05/05/2021.

SITE G1 2016. **Você não lê os manuais dos produtos? Não está sozinho**. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/educacao-financeira/blog/samy->

dana/post/2018/09/22/voce-nao-le-os-manuais-dos-produtos-nao-esta-sozinho.ghhtml.
Acesso em: 28/02/2021.

SITE JUSBRASIL, **Artigo 12 da Lei nº 8.078 de 11 de setembro de 1990**. Disponível em:
<https://www.jusbrasil.com.br/topicos/10606811/artigo-12-da-lei-n-8078-de-11-de-setembro-de-1990#:~:text=%C2%A7%203%C2%BA%20O%20fabricante%2C%20o,do%20consumidor%20ou%20de%20terceiro>. Acesso em: 28/02/2021.

STONER, J; FREEMAN, R (1994). **Administração. 5 ed. São Paulo: LTC**. Disponível em:
[https://www.inovarse.org/filebrowser/download/8239#:~:text=Para%20Stoner%20%26%20Freeman%20\(1994\),o%20desempenho%20no%20trabalho%20atual.&text=Ou%20seja%2C%20s%C3%A3o%20aprendizados%20importantes,ZERBINI%2C%20ABBAD%2C%202011\)](https://www.inovarse.org/filebrowser/download/8239#:~:text=Para%20Stoner%20%26%20Freeman%20(1994),o%20desempenho%20no%20trabalho%20atual.&text=Ou%20seja%2C%20s%C3%A3o%20aprendizados%20importantes,ZERBINI%2C%20ABBAD%2C%202011)). Acesso em: 05/05/2021.

TECCO DORIVAL G. (1992). **Livro Soldagem: processos e metalurgia**. Autores: Emilio Wainer, Sergio Duarte Brandi e Fabio Décourt H. de Mello. Disponível em:
https://www.academia.edu/11499301/Soldagem_processos_e_metalurgia_Wainer_Brandi. Acessado em: 25.10.2020.

TEIXEIRA GUSTAVOSIMÕES, (2011) **Análise da influência dos parâmetros de soldagem sobre a geometria do cordão de solda depositado pelo processo de soldagem TIG - MAG em tandem**. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/32025>. Acessado em: 30.10.2020.

VELASCO ARIANE (2019). **O que é realidade virtual? Conheça esta tecnologia que pode mudar o mundo**. Site canaltech. 24 de novembro de 2019. Disponível em: <https://canaltech.com.br/rv-ra/o-que-e-realidade-virtual-conheca-esta-tecnologia-que-pode-mudar-o-mundo-154999/>. Acesso em: 10.10.2020.