

O USO DA REALIDADE VIRTUAL NA APRENDIZAGEM MOTORA DE SOLDADORES

THE USE OF VIRTUAL REALITY IN MOTOR LEARNING WELDERS

Data de entrega dos originais à redação em: 03/03/2017
e recebido para diagramação em: 29/06/2017

Marcelo Santos Damião¹

O processo de soldagem na indústria obteve uma grande evolução nas últimas décadas, necessitando de igual tratamento no ensino técnico e os direcionados para soldadores, neste contexto apenas o desenvolvimento teórico e a prática convencional não estavam sendo eficiente para a formação desses profissionais muito procurados pelo mercado de trabalho. Sendo assim, o surgimento de simuladores de solda (Realidade Virtual) mudam consideravelmente as aulas, tornando-as seguras, sem impactos ambientais e sem desperdício de recursos, enfim, mais atraente para o ambiente educacional. Além de aspectos metalúrgicos, a tecnologia de soldagem envolve conhecimentos em diferentes áreas tradicionais, como: Física, Química, Elétrica, Eletrônica, Mecânica, Ergonomia, Higiene e Segurança, assim como novas áreas, como a do Comportamento Motor. O impacto dessa nova tecnologia didática na aprendizagem motora dos alunos usando esses simuladores torna-se importantes e eficientes, direcionadas para o preparo dos alunos e das aulas de maneira a aproveitar ao máximo este recurso tecnológico.

Palavras-chave: Simuladores de Solda. Segurança. Aprendizagem Motora.

The welding process in the industry achieved a great evolution in the last decades, requiring the same treatment in technical education and in the training directed to welders, in this context, only the theoretical development and the conventional practice have not being efficient for the formation of these professionals much sought by the job market. That way, the emergence of welding simulators (Virtual Reality) change considerably the classes making them safer without environmental impacts and without wasting resources, ultimately, more attractive to the educational environment. In addition to metallurgical aspects, welding technology involves knowledge in different traditional areas, such as: Physics, Chemistry, Electrical, Electronics, Mechanics, Ergonomics, Hygiene and Safety, as well as new areas such as Motor Behavior. The impact of this new didactic technology on the motor learning of students using these simulators becomes important and efficient, aimed at the preparation of students and classes in order to make the most of this technological resource.

Keywords: Welding Simulators. Safety. Motor Learning.

1 INTRODUÇÃO

Uma das definições de soldagem é: “Operação que visa obter a coalescência localizada produzida pelo aquecimento até uma temperatura adequada com ou sem a aplicação de pressão e de metal de adição”, definição adotada pela American Welding Society, (AWS). A soldagem permaneceu como um processo secundário de fabricação até o século XIX, a partir deste século a tecnologia de soldagem começou a mudar radicalmente com pesquisas realizadas no mundo todo, principalmente pelo desdobramento das experiências dos Britânicos Humphrey Davy, (1801-1806) com o arco elétrico e seu primo Edmund Davy, (1815-1830) com a descoberta do acetileno, juntamente com o desenvolvimento de fontes produtoras de energia elétrica que possibilitaram o aparecimento dos processos de soldagem por fusão. Na Inglaterra a primeira patente de um processo de soldagem foi obtida por Nikolas Bernados e Stanislav Olszewsky em 1885, na Rússia, N. G. Slavianoff por volta de 1980 e nos Estados Unidos por Charles Coffin em 1907. Oscar Kjellberg (Suécia) patenteia o processo de soldagem a arco com eletrodo revestido; Shielded Metal Arc Welding (SMAW), desenvolvimentos posteriores tornaram este processo

uns dos mais utilizado no mundo juntamente com os desenvolvimentos na área de robótica e informática, esta importância é ainda mais evidenciada pela presença de processos de soldagem e afins nas mais diferentes atividades industriais, incluindo desde segmentos de baixa tecnologia (indústria serralheira) até aqueles de elevada tecnologia e complexidade (indústria nuclear e aeroespacial). Neste contexto a partir da década de 80 com o desenvolvimento crescente da Realidade Virtual, primeiramente para uso militar e em seguida sua aplicação em vários segmentos da sociedade, incluindo a didática, a saúde e o entretenimento, surgiu o ambiente para a simulação de processos de soldagem, treinamento e avaliação de soldadores.

De acordo com (KALAWSKY, 1993).

“Uma aplicação de Realidade Virtual típica deve agregar características que a tornem: Sintética: o ambiente é gerado em tempo real por um sistema computacional (ele não é pré-gravado, como acontece, por exemplo, com sistemas de multimídia); Tridimensional (3D): o ambiente que cerca o usuário é representado em 3D, então, o usuário tem a sensação de que o ambiente possui profundidade e que se pode mover-se através

1 - Professor Especialista do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo.

dele; Multissensorial: mais de uma modalidade sensorial é usada para representar o ambiente, como sentido visual, sonoro, espacial (de profundidade) e de reação do usuário com o ambiente; Imersiva: o usuário tem a sensação de fazer parte do mundo sintético gerado. Normalmente, um sistema imersivo é obtido com o uso de capacetes de visualização ou telas ao redor do usuário, como, por exemplo, os sistemas de multiprojeção, mas outros sentidos, como o som e os controles reativos, são também importantes, Interativa: está ligada com a capacidade de o sistema computacional detectar as entradas do usuário e modificar instantaneamente o mundo virtual e as ações sobre ele; Realística: trata-se da precisão com que o ambiente virtual reproduz os objetos reais, as interações com os usuários e o próprio modelo do ambiente; Com presença: caracteriza-se como sendo um sentido subjetivo de que o usuário está fisicamente dentro do ambiente virtual”.

Neste trabalho foi analisada a aprendizagem de soldadores no processo (SMAW), com foco no comportamento motor na didática convencional e realizado um ensaio experimental com dois soldadores no ambiente virtual no Instituto Federal de São Paulo - campus Avaré S.P. visando corroborar a importância dos estudos da área Motora para o meio técnico/educacional.

2 APRENDIZAGEM CONVENCIONAL

Para o treinamento na soldagem convencional (SWAW) precisa-se de uma base teórica ministrada em sala de aula onde os fundamentos técnicos serão ensinados, depois para prática, esta prática consiste primeiramente em um local seguro e protegido conforme normas ABNT; NR-18.11, o aluno terá obrigatoriamente que usar os EPIs corretos, ou seja; máscara, toca de brim, luvas de couro, avental de couro, mangotes de couro, perneiras de couros e botas, entre outros, o aluno terá que realizar uma operação de soldagem e repeti-las até conseguir dominar a técnica, isto é, o controle dos movimentos principalmente as mãos e braços, esse processo gradual de redução do erro é denominado de aprendizagem motora. A área de Comportamento Motor é recente no Brasil e está em desenvolvimento, ela envolve as mais diversas linhas de pesquisas que utilizam referencial conceitual e metodológico com: Psicologia, Neurociência, Biomecânica, Neurofisiologia, Biomecânica, Educação Física, Ergonomia, entre outras.

De acordo com (KEELE; SUMMERS, 1976), “Quando finalmente a habilidade é adquirida, a sequência de movimentos torna-se armazenada no sistema de memória, de forma a poder ser executada sem correção constante”, Uma importante aplicação dessa abordagem teórica está no estudo do Comportamento Motor humano que foi concretizada por (MARTENIUK, 1976), quando propôs o seu modelo de desempenho humano:

“O indivíduo deve realizar um número de operações mentais para que possa executar uma habilidade motora, utilizar informações que se encontram disponíveis no ambiente, armazená-las na memória

e processá-las de várias formas”. (...) “Informações relacionadas ao movimento, recebidas pelo executante durante ou após sua realização, são denominadas de feedback. Com base nessas informações, o indivíduo avalia o seu movimento, ou seja, detecta as diferenças entre o seu desempenho real e o desempenho esperado (erro), e por meio de novo processamento decide quais mudanças devem ser feitas ainda durante o movimento, para corrigir o erro cometido e alcançar a meta estabelecida. Muitas vezes o alcance da meta demanda a repetição desse processo em sucessivas tentativas, em que um novo plano motor é elaborado, executado e avaliado até se atingirem performances bem-sucedido”.



Figura 1 - Mesa de soldagem. (Laboratório de soldagem IFSP)

As condições para realizar esta aprendizagem são as mesmas dos soldadores profissionais, Figura 1, isto é, extremamente pernicioso à saúde do homem; roupas pesadas, ABNT; NR-6. Ambiente quente; em torno de 9º acima do ambiente, que de acordo com (WEXLER, 2002), “A exaustão pelo calor ocorre por depleção salina ou desidratação, associada a sintomas como indisposição, vômitos e confusão”. Fumos metálicos; partículas sólidas produzidas por condensação de vapores metálicos; que de acordo com (AWS); “Tem efeitos em curto prazo como: depois de aproximadamente 4 horas; calafrios, febre, sede, dor muscular, dor no peito, fadiga, tosse, náusea e gosto metálico na boca, além de serem irritantes aos olhos e nariz”. Respingos de solda; partículas metálicas extremamente quentes expelidas no ato de soldagem, e Intensa radiação ultravioleta e infravermelha com alta taxa de luminosidade, que segundo (OKUMURA; TANIGUCHI, 1982):

“Caso esses raios sejam irradiados para os olhos do soldador, acima de uma determinada dosagem, ele tem a sensação de estar com um corpo estranho nos olhos, lacrimeja intensamente e tem espasmos nictitantes (piscar de olhos) após um período de incubação determinado pelo tempo das exposições. O intervalo entre a exposição e o surgimento dos sintomas oscila entre meia a 24 horas, mas habitualmente ocorrem num lapso temporal de 6 a 12 horas. O referido período é inversamente proporcional à intensidade da radiação: quanto maior for a dosagem, mais precocemente manifestar-se-ão os sintomas agudos que, geralmente, perduram por aproximadamente 6 a

24 horas, cessando completamente a dor em menos de 48 horas". (...) "Os raios visíveis são transmitidos através da córnea e do cristalino, até alcançarem a retina. Na presença de forte luminosidade, os olhos ficam fatigados, perdendo sua eficiência. Contudo, na maioria das vezes este fenômeno é temporário. Visto que os raios visíveis são refratados pelo cristalino, para serem focalizados na retina, quando os olhos ficam expostos à luminosidade muito intensa, podem sofrer danos".

A aprendizagem e suas condições são fundamentadas em pesquisas como a de (GIBSON, 1972 pag. 79). "A percepção não ocorre supostamente no cérebro, mas surge no sistema retino-neuromuscular como resultado do sistema como um todo". "A abordagem de processamento de informações pode ser considerada como uma forma de interpretação da maneira como o ser humano interage com o meio ambiente". (SCHMIDT, 1988a). Com (HERZER, 1997), "Constituem riscos ambientais os agentes físicos, biológicos, mecânicos, ergonômicos e químicos, encontrados no local de trabalho e passíveis de causar danos à saúde do trabalhador, devido a sua impureza, concentração ou intensidade". De acordo com a ABNT; NR-9, "Consideram-se riscos ambientais os agentes físicos, químicos e biológicos existentes nos ambientes de trabalho que, em função de sua natureza, concentração ou intensidade e tempo de exposição, são capazes de causar danos à saúde do trabalhador".

3 APRENDIZAGEM USANDO A REALIDADE VIRTUAL (SIMULADORES)

Os avanços tecnológicos na área computacional têm introduzido a Realidade Virtual à sociedade de um modo geral, desmistificando o seu uso e incentivando pesquisas (Martins VF, Oliveira AJG, Guimarães MP. 2013). 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 a mesma seja inserida, ela tem sido cogitada para um uso de maneira intensa no contexto educacional nos últimos anos. Sobre o comportamento motor para a aprendizagem (MECHSNER, 2004) argumentou que; "Controle de movimento voluntário humano é pura e diretamente perceptivo-cognitivo, ou psicológico, na natureza". Segundo (NEWELL, 1986);

"A repetição de um movimento é necessária para que o ser humano possa resolver o problema de "descobrir" a combinação das restrições (do organismo, do ambiente e da tarefa) para aquela situação. O que e como fazer são informações que devem ser fornecidas aos alunos e executantes. Além disso, informação faz-se necessária também sobre os ajustes necessários para melhorar a execução do movimento realizado. Na maioria das vezes, estas informações são conseguidas pelo executante a partir das informações sensoriais disponíveis provenientes da realização do movimento".

Outro fator importante para a aprendizagem e execução de habilidades motoras segundo (NEWELL, 1986) é a motivação, quanto mais motivado e envolvido no processo de aprendizagem melhores as respostas sensoriais obtidas.



Figura - 2 (Fonte: Lincoln Electric)

O simulador de soldagem usando a Realidade Virtual é composto por um computador no tamanho de uma solda real, uma tela de computador, uma mesa de trabalho, uma junta virtual, uma tocha/porta eletrodo e uma máscara de proteção com óculos embutidos conectados ao simulador que permite que o aluno solde do mesmo modo que ele executaria no processo real, Figura 2. O simulador treina o aluno nos procedimentos de soldagem corretos para serem executados e repetidos em diversas situações. O equipamento simula o cordão de solda de acordo com a calibragem ideal dos parâmetros de soldagem, como: tensão, corrente, ângulo de ataque e trabalho, velocidade, etc.



Figura 3 - Simulador de soldagem.(Laboratório de automação do IFSP)

O simulador é uma ferramenta didática avançada para a prática operacional, Figura 3, cada unidade é autônoma e já vem configurada com uma série de exercícios e processos de soldagens de acordo com as normas técnicas para capacitação dos soldadores. Ao final de um exercício o aluno recebe uma nota que reflete sua habilidade e aprendizagem no procedimento, gerando um gráfico na tela do computador. Conforme exemplo de uma soldagem (SMAW), Figura 4, na parte superior central da tela observa-se o primeiro quadro com dois blocos distintos (direito e esquerdo) com linhas coloridas que representam o ensaio de dois soldadores, a da direita um soldador experiente e da esquerda um iniciante, cada cor representa um parâmetro de soldagem (tabela esquerda superior) que quanto mais próximas da linha central melhor, refletindo imediatamente abaixo no quadro central a aparência da solda, já no quadro inferior central são identificados os parâmetros de soldagens no treinamento, que correspondem aos defeitos ocorridos durante o processo, cada cor corresponde a um tipo de defeito (tabela esquerda inferior), observa-se claramente nos três quadros respectivamente na vertical a diferença entre os parâmetros dos dois soldadores; o experiente que através de várias tentativas passadas conseguiu memorizar os melhores movimentos motores e o iniciante que ainda não teve sequências suficientes para sua memorização. Para uma solução mais completa diversas unidades podem ser configuradas em rede para a criação de uma sala de aula para treinamento virtual. Os professores criam e escolhem os exercícios a serem realizados e podem acompanhar em tempo real o desempenho de cada aluno. O histórico de cada aluno permanece no sistema e evidencia a sua evolução no aprendizado, podendo ser utilizado a qualquer momento para visualização e comparação com o tempo, permitindo saber qual o parâmetro específico precisa ser melhorado e treinado.

4 CONCLUSÃO

A tecnologia usando Realidade Virtual para a aprendizagem das técnicas de soldagem é sem dúvida um grande avanço para os alunos, professores e as

empresas, sendo bem aceita no mundo porque atende perfeitamente a demanda do conhecimento prático, é seguro, econômico, eficiente, ergonômico e sustentável, onde se consegue primeiramente um aprendizado em condições metodologicamente controladas, isto é, sem as dificuldades na soldagem real, o aluno poderia iniciar os treinamentos apenas com as roupas normais, sem os EPIs pesados e desajeitados melhorando consideravelmente a memorização motora e, principalmente, sem sofrer com a alta taxa de luminosidade, radiações e fumos metálicos, que por serem inexperientes, poderiam atingir suas retinas, a pele e ou o aparelho respiratório, podendo prejudicar suas aulas por um período indefinido. Devido ao alto avanço tecnológico dos simuladores os alunos ficam motivados para o aprendizado, melhorando consideravelmente as frequências e o rendimento nas aulas. Assim, com a repetição de sequência pré-estabelecidas sendo analisadas, avaliadas e treinadas em um ambiente tecnicamente agradável com alunos motivados há um ambiente favorável à memorização dos movimentos motores mais adequados em menos tempo, auxiliando positivamente o desempenho na soldagem, depois da aprendizagem virtual concluída passa-se para a aprendizagem real (condições normais a de um soldador em seu local de trabalho) com todo o aparato motor praticamente treinado.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor da UNESP de Bauru Dr. Sergio Tosi Rodrigues por suas aulas sobre Comportamento Motor e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – Câmpus Avaré S.P.

REFERÊNCIAS

AMERICAN WELDING SOCIETY (AWS). Fumes and Gases in the Welding Environment. Edited by F. Y. Speight, Manager, Safety and Health, and H.C. Campbell, Consultant, 550 N. Lejeune, Miami, Florida, 33126.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT), NR 18.11, Operações de Soldagem e Corte a quente, D.O.U. 09/12/15.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT), NR 6, Equipamentos de Proteção Individual, D.O.U. 17/10/01.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT), NR 9, Programa de prevenção de Riscos Ambientais, D.O.U. 30/12/94.

BERNESTEIN, N. A. The co-ordination and regulation of movements. London: Pergamon Press. 1967.

GIBSON, J. J. A Theory of direct vision perception. In ROYCE, J. R.; ROZEBOOM, W. W. (eds.). The Psychology of Knowing. New York. Gordon & Breach, 1972, pag. 215 – 40. Republicado in NOE, A; THONPSON, E. (eds.). Vision and Mind. Selected Reading in the Philosophy of Perception. Cambridge: Mit Press 2002, pag.77-89.

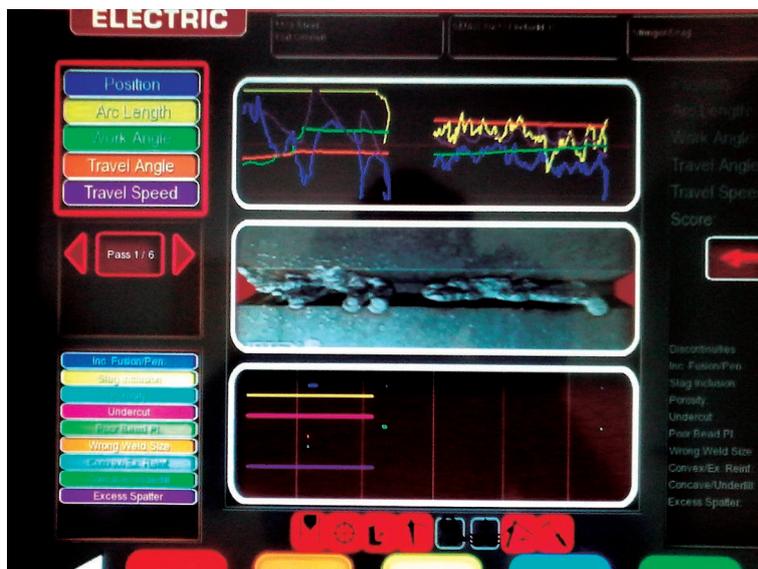


Figura 4 - Tela do simulador de soldagem, processo SMAW. (Laboratório de automação do IFSP)

HERZER, Lauro Stoll. CIPA: Comissão interna de prevenção de acidentes. Porto Alegre: Edição dos Autores, 1997.

KALAWSKY, R. S. The Science of Virtual Reality and Virtual Environments, Great Britain. Addison-Wesley Reading, 1993.

LINCOLN ELECTRIC. Disponível em <<http://www.lincolnelectric.com.br>>. Acessado em 22 dez. 2016.

MARQUES, P.V. ET AL. Soldagem – fundamentos e tecnologia. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005, 362, P.

MARTINS VF, OLIVEIRA AJG, GUIMARÃES MP. Implementação de um laboratório de realidade virtual de baixo custo: estudo de caso de montagem de um laboratório para o ensino de Matemática. Revista Brasileira de Computação Aplicada. Passo Fundo, v. 5, n. 1, p. 98-112, abr. 2013 112.

MALLOT, H. A. Computational Vision-Information in Perception and Visual Behaviour Cambridge, MA: MIT Press. 2000.

MECHSNER, F. A psychological approach to human voluntary movements. Journal of Motor Behavior, 36, 355-370. 2004.

NEWELL, K. M. Constraints on the development of coordination. In M. G. Wade & H. T. A. Whiting (Eds.), Motor development in

children: Aspects of coordination and control (pp. 341-360). Boston, MA: Martin Nighoff. 1986.

OKUMURA, Toshie; TANIGUCHI, Célio. Engenharia de soldagem e aplicações. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos; Editora S.A., 1982.

RODRIGO SANTOS. Realidade Virtual auxiliando o ensino da soldagem. Disponível em <Brogdosoldador.com.br/realidade-virtual-na-soldagem>. Acessado em 27/10/2016.

TANI et al: Pesquisa na área de comportamento motor: modelos teóricos, métodos de investigação, instrumentos de análise, desafios, tendências e perspectivas 335, R. da Educação Física/ UEM Maringá, v. 21, n. 3, p. 329-380, 3. trim. 2010.

WEXLER, R. K, "Evaluation and treatment of heatrelated illnesses", Am Fam Physician, 65(11): p. 2307-14, 2002.

XXXII CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO, 2012, (Desafie). Curitiba. PR. Desafios para o uso de Realidade Virtual e Aumentada de maneira efetiva no ensino. Workshop de Desafios da Computação Aplicada à Educação, 2012. p. 1-1.