



ESCOLA DE PERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 1/2021

MARCO AURÉLIO **SERNAGIOTTO**, Cap Esp Com

A realidade aumentada: emprego na manutenção de TI no SISCEAB

Rio de Janeiro

2021

ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 1/2021

MARCO AURÉLIO **SERNAGIOTTO**, Cap Esp Com

A realidade aumentada: emprego na manutenção de TI no SISCEAB

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica como requisito parcial para aprovação no Curso de Pós-graduação em Gestão Pública com ênfase em Projetos e Processos.

Linha de Pesquisa: Educação na Força Aérea.

Orientador: Thaís de Jesus Pires de Souza, Cap Int

Rio de Janeiro

2021

MARCO AURÉLIO **SERNAGIOTTO**, Cap Esp Com

A realidade aumentada: emprego na manutenção de TI no SISCEAB

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado no Curso de Aperfeiçoamento
de Oficiais da Aeronáutica.

Aprovado por:

Edivaldo Pires de **Figueiredo**, Maj Esp Sup
EAOAR

Tháís de Jesus Pires de Souza, Cap Int
EAOAR

Rio de Janeiro

2021

RESUMO

A redução do efetivo técnico responsável pela manutenção nos equipamentos de tecnologia da informação (TI) no Comando da Aeronáutica (COMAER) traz o desafio de manter a operacionalidade e o suporte adequado para os sistemas de TI no Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro (SISCEAB). Nesse contexto, o uso da realidade aumentada (RA) como recurso para a capacitação dos técnicos da área de TI oferece um aumento na eficiência desses técnicos nas manutenções. Com o uso desse recurso, um único técnico pode executar as manutenções em um tempo reduzido e em uma maior variedade de sistemas e equipamentos. Assim, um mesmo técnico torna-se capaz de realizar manutenções que estariam sob a responsabilidade de outros técnicos – o que viabiliza a execução do mesmo número de manutenções com um efetivo técnico reduzido. A RA como recurso para a capacitação traz uma maior facilidade na compreensão e agiliza o acesso às informações, oferecendo o acesso visual imediato e detalhado dos procedimentos pertinentes a cada atividade de manutenção prevista nos boletins técnicos, com *feedback* em tempo real de cada ação. Há, por fim, a possibilidade de utilização em outras áreas de interesse do COMAER, como recurso auxiliar para a capacitação em áreas cujo treinamento ofereça riscos ou necessite de simulações, em especial no contexto militar. Assim, a RA é um recurso importante no atual contexto de redução do efetivo, como apoio na capacitação dos técnicos, para que as atividades de manutenção não sofram solução de continuidade.

Palavras-chave: Capacitação. Sistemas de TI. Eficiência. Realidade Aumentada. SISCEAB.

1 INTRODUÇÃO

O efetivo do Comando da Aeronáutica (COMAER) tende a diminuir com a atual política de pessoal e, com isso, há a previsão de redução na disponibilidade de mão de obra em vários setores, incluindo os de manutenção em tecnologia da informação (TI) das Organizações Militares (OM) do Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro (SISCEAB). Ao mesmo tempo, a Comissão de Implantação do Sistema de Controle do Espaço Aéreo (CISCEA) vem implantando novos sistemas de TI no SISCEAB, acompanhando a evolução tecnológica na aviação mundial.

Nesse contexto, de diminuição de efetivo técnico e aumento de sistemas informatizados, há a necessidade de aumentar a eficiência dos técnicos que atuam na manutenção na área de TI, a fim de atender a essa crescente demanda de manutenção para os diversos equipamentos e sistemas implantados no SISCEAB, mesmo com a redução na disponibilidade de mão de obra. Este ensaio defende a tese de que a capacitação técnica utilizando a realidade aumentada (RA) oferece um aumento na eficiência dos técnicos do SISCEAB da área de manutenção em TI.

Um dos argumentos que sustenta esta tese é o fato de a RA na capacitação viabilizar o aumento no número de manutenções que um mesmo técnico realiza após ser treinado com a RA. No treinamento, o técnico consegue interagir de forma virtual nos sistemas de TI, obtendo várias informações detalhadas e em tempo real, melhorando o aprendizado. Assim, o técnico aprende a realizar com precisão as ações previstas nas manutenções. Com a atuação precisa, o tempo necessário para que o técnico execute uma manutenção é reduzido, aumentando a eficiência dele.

Outro argumento é que a RA na capacitação também possibilita a um técnico aumentar a variedade de equipamentos nos quais realiza a manutenção, ao permitir que ele interaja com todos os equipamentos nos quais fará a manutenção na própria OM onde serve, sem afetar o funcionamento dos respectivos sistemas enquanto realiza o treinamento. Assim, um único técnico pode treinar em vários sistemas, obtendo informações precisas de cada um destes sistemas. Ao final da capacitação, o técnico torna-se mais eficiente, ao ser habilitado a executar manutenções em um tempo reduzido e em uma maior variedade de sistemas.

2 CAPACITAÇÃO COM REALIDADE AUMENTADA PARA MANUTENÇÃO EM TI NO SISCEAB

A manutenção em TI no âmbito do SISCEAB é regulamentada pelo DECEA por meio do documento DCA 66-1 (BRASIL, 2018, p. 8). Entre os objetivos estratégicos previstos nesta diretriz está a capacitação dos técnicos, para suprir as atividades de manutenção e manter o desempenho operacional de todos os sistemas de TI no SISCEAB. A realidade aumentada (AUKSTAKALNIS, 2016, p. 2) como recurso de apoio à capacitação traz benefícios, como a redução no tempo gasto para cada manutenção e a possibilidade de capacitação de um mesmo técnico em vários sistemas distintos.

2.1 Redução no tempo de manutenção

Uma das formas de aumentar a eficiência dos técnicos de TI nas manutenções é reduzindo o tempo gasto em cada manutenção. A redução é obtida como consequência do aumento na precisão do técnico em cada ação/intervenção nos equipamentos – ao serem mais precisos, os técnicos gastam menos tempo em cada ação. E também é eliminada a necessidade de repetir ou corrigir alguma ação posteriormente, o que aumentaria o tempo gasto em algumas manutenções.

O treinamento com o auxílio da realidade aumentada (RA) aumenta a precisão ao permitir que as intervenções dependentes de localização [visual] possam ser diretamente vinculadas e/ou anexadas aos objetos [reais] nos quais o técnico atuará, após o treinamento (WEBEL et al., 2011, p. 1).

Segundo Lopes et al. (2019), a RA atua como elemento complementar, como auxílio para uma melhor compreensão do conhecimento a ser transmitido em um treinamento.

Neste sentido, a RA enquanto elemento complementar do mundo real é uma forma de adicionar elementos virtuais que contribuirão para a aprendizagem e compreensão de elementos da realidade, podendo trazer

benefícios às diversas áreas do conhecimento (LOPES et al., 2019, p. 5).

Outra característica que contribui para uma melhora na precisão das manutenções é o fato de a capacitação com RA fornecer *feedback* rápido e preciso para o técnico, com todas as informações necessárias para concluir a manutenção (HARITOS; MACCHIARELLA, 2005, p. 7). Ainda segundo estes autores, é possível disponibilizar listas de inspeção, características de falhas e abordar técnicas para a solução de problemas enfrentados no funcionamento real dos sistemas, de forma interativa. Com isso, as manutenções corretivas também podem ser concluídas em um menor tempo, caso o problema já tenha sido reportado anteriormente e incluído no banco de informações da RA. Por fim, eles acrescentam que a economia de tempo na solução de problemas com auxílio da RA é resultado de não ser mais necessário gastar tempo recuperando informações sobre as falhas nos manuais de manutenção (HARITOS; MACCHIARELLA, 2005, p. 6).

Ainda que haja casos em que uma determinada falha não esteja representada no treinamento com RA, é possível incluí-la e tornar o treinamento mais completo, atualizando-o rapidamente, assim que a informação é disponibilizada (KAPLAN et al., 2020, p. 2). As falhas mais antigas (conhecidas) permanecem no banco de dados, como conhecimento adquirido; enquanto as mais recentes são incluídas, oferecendo um conhecimento atualizado e detalhado para uma ação mais precisa do técnico, agilizando a resolução dos problemas nas ações preventivas ou corretivas.

A precisão nas intervenções dos técnicos pela capacitação com auxílio da RA é obtida, também, pela possibilidade de imersão dentro dos objetos e a exploração minuciosa de cada um deles (ARAÚJO; KIELING; SILVA, 2020, p. 17). Os autores ainda adicionam duas vantagens na utilização da capacitação imersiva com RA – uma delas é o fato de os técnicos não precisarem se preocupar em cometer erros no treinamento – como o ambiente é transparente para o funcionamento dos sistemas de TI, os erros cometidos no treinamento não causam prejuízos financeiros ou incidentes/acidentes aeronáuticos para o SISCEAB. A segunda vantagem é a possibilidade da repetição de uma atividade ou tarefa ininterruptas vezes, oferecendo um reforço personalizado para as atividades aprendidas.

O aumento da eficiência dos técnicos por meio da capacitação com auxílio da

RA, relacionado à redução no tempo gasto em cada manutenção, compensa a redução no efetivo ao possibilitar que um número menor de técnicos execute, no mesmo tempo, o mesmo número de manutenções que seriam executadas por mais técnicos. Assim, o programa de manutenções pode ser cumprido com um número menor de técnicos no efetivo.

2.2 Manutenção em sistemas diversos

Para superar a deficiência de mão de obra na manutenção em TI não é suficiente que os técnicos apenas façam as manutenções em um menor tempo, mas também que assumam a manutenção de vários sistemas distintos.

A diversidade de conteúdo que pode ser transmitido com o uso da RA na capacitação foi destacada por Kaplan et al. (2020, p. 2), que menciona o uso dessa ferramenta em diferentes áreas militares, desde o treinamento de mergulhadores até o de controladores de tráfego aéreo. Essa característica é vantajosa no treinamento dos técnicos de TI por permitir a inclusão de sistemas diversos, abordando conteúdos que vão desde os detalhes do *hardware* utilizado nos subsistemas até as configurações que o *software* oferece aos usuários.

No SISCEAB há vários sistemas críticos de TI que exigem manutenção permanente. Uma característica importante do treinamento com auxílio da RA para manutenção destes sistemas que foi tratada por Haritos e Macchiarella (2005, p. 8) é o fato de não ser necessário desligar o(s) sistema(s) em operação para rever alguma informação necessária para a manutenção, tendo em vista que a RA é capaz de fornecer a informação detalhada, independentemente da configuração operacional de cada sistema. Assim, seja para o treinamento ou mesmo para uma pesquisa de falha já conhecida, não há impacto para a operação, haja vista que o sistema não precisa ser desligado ou ter suas funções suprimidas.

Uma situação que ocorre por vezes com os técnicos, no meio militar, são as transferências de local de trabalho. Essas movimentações eventuais podem colocá-los em situações de manutenção mais desafiadoras, tendo em vista que há diversas

versões de um mesmo sistema instaladas em diferentes localidades. A dificuldade em assimilar a grande quantidade de conhecimento relacionada aos vários sistemas, que por vezes tem versões diferentes, podem confundir o técnico e induzi-lo a erros. O uso da RA minimiza esses erros, pelo fato de [o técnico] poder visualizar os conceitos de forma detalhada, com animações (SAIDIN; HALIM; YAHAYA, 2015). É possível, por exemplo, criar animações específicas para cada versão do *software*, detalhando as diferenças e a forma de atuar corretamente em cada uma delas.

Outro fato de grande importância para os técnicos em TI é conhecer a interconexão entre os diferentes sistemas de TI e os efeitos que um defeito em um sistema pode provocar nos demais sistemas. Em um treinamento tradicional esse conhecimento é muito complexo e muitas vezes não reflete o comportamento real dos sistemas. O uso da RA permite simular o comportamento dos diversos sistemas, com *feedback* em tempo real, capacitando o técnico em diversos cenários, o mais próximo possível das situações reais (CORREIA; CONCEIÇÃO, 2019, p. 1).

Segundo Craig (2013, p. 18) um dos aspectos mais interessantes da RA é que qualquer coisa passível de ser criada digitalmente pode ser renderizada em um ambiente de RA, como permutações de objetos físicos ou a representação de objetos que não poderiam existir no mundo físico (a exemplo dos próprios *software* nos sistemas de TI). Essa versatilidade, unida à capacidade de disponibilizar detalhes de cada parte dos sistemas em tempo real, auxiliam o técnico a trabalhar com uma sobrecarga de informação, facilitando o processo de compreensão. Zorzal, Cardoso e Kirner (2011, p.135) definem a RA como uma solução para facilitar o entendimento das informações relativas a diversos sistemas, ao transformar dados abstratos em imagens, cuja memorização é mais viável para os técnicos.

Em pesquisa recente, Araújo, Kieling e Silva (2020, p.11) afirmam que, de acordo com dados de pesquisas realizadas pela Universidade de Stanford e pela Universidade Técnica da Dinamarca, os alunos demonstraram uma memorização mais eficaz quando utilizaram métodos virtuais (como a RA): houve um aumento de 76% na eficácia no aprendizado, se comparado ao uso de métodos tradicionais. Portanto, a assimilação do conhecimento diversificado de sistemas distintos é uma vantagem oferecida pelo uso da RA.

3 CONCLUSÃO

O efetivo de técnicos responsáveis pela manutenção nos diversos sistemas de TI do COMAER, mais especificamente no SISCEAB, vem diminuindo. Essa redução na disponibilidade de mão de obra técnica causa uma dificuldade em manter o mesmo número de manutenções nos sistemas de TI que, por sua vez, vêm aumentando devido à demanda por sistemas de informação para suporte nas atividades envolvidas no controle de tráfego aéreo.

Este ensaio defende a tese que a capacitação dos técnicos utilizando a realidade aumentada (RA) oferece um aumento na eficiência desses técnicos na manutenção dos sistemas e equipamentos de TI no âmbito do SISCEAB, como alternativa para manter as manutenções em dia e compensar a redução no efetivo.

A RA permite que os técnicos gastem um tempo menor para realizar as mesmas atividades de manutenção, pelo fato de aumentar a precisão deles em cada atividade executada. O detalhamento visual dos sistemas de TI e o *feedback* em tempo real, reportando o resultado de cada ação do técnico no sistema, são recursos que a RA oferece para melhorar a eficiência dos técnicos com a redução do tempo necessário para concluir cada manutenção.

Outra maneira pela qual o uso da RA na capacitação dos técnicos de TI aumenta a eficiência deles é pelo aumento na diversidade de sistemas nos quais um mesmo técnico consegue atuar. A RA facilita a assimilação da grande diversidade de informações dos sistemas, e um único técnico torna-se capaz de executar os procedimentos previstos nos boletins técnicos dos sistemas de TI que estariam sob a responsabilidade de outros técnicos, compensando a redução no número de técnicos no efetivo.

Analisando os benefícios, o uso da RA na capacitação do efetivo técnico de TI traz a possibilidade de manter os equipamentos em funcionamento com o efetivo técnico reduzido. E, ainda, pode ser utilizada em outras áreas de interesse do COMAER, como recurso auxiliar para a capacitação em áreas cujo treinamento ofereça riscos ou necessite de simulações, especialmente em aplicações militares, como no treinamento de cenários de combate para pilotos da aviação de caça.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, H. P.; KIELING, A. S.; SILVA, A. M. Capacitação Imersiva: Relações entre inovação na capacitação por meios imersivos e a competitividade das organizações. *In: INTERPROGRAMAS SECOMUNICA*, 3, 2019, Brasília. **Anais**[...]. Brasília: UCB, 2019. Disponível em: <https://portalrevistas.ucb.br/index.php/AIS/article/view/11426>. Acesso em: 24 out. 2020.

AUKSTAKALNIS, S. **Practical augmented reality: a guide to the technologies, applications, and human factors for AR and VR**. Boston, MA: Addison-Wesley Professional, 2016.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. Portaria DECEA nº 188/DGCEA, de 03 de outubro de 2018. Aprova a Diretriz de Manutenção de Equipamentos do Sistema de Controle do Espaço Aéreo (DCA 66-1). **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Brasília, n. 180, 15 out. 2018.

CORREIA, A.; CONCEIÇÃO, V. Survey on Augmented Reality technologies for naval training. *In: IBERIAN CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGIES (CISTI)*, 14th., 2019, Coimbra. **Proceedings** [...] Piscataway, IEEE, 2019. p. 1-6.

CRAIG, A. B. **Understanding augmented reality: concepts and applications**. Newnes, NSW: Elsevier, 2013.

HARITOS, T.; MACCHIARELLA, N. D. A mobile application of augmented reality for aerospace maintenance training. *In: DIGITAL AVIONICS SYSTEMS CONFERENCE*, 24th., 2005, Washington. **Proceedings** [...] Piscataway, IEEE, 2005. p. 5.B.3-1-9.

KAPLAN, A. D.; CRUIT, J.; ENDSLEY, M.; BEERS, S. M.; SAWYER, B. D.; HANCOCK, P. A. The Effects of Virtual Reality, Augmented Reality, and Mixed Reality as Training Enhancement Methods: a meta-analysis. **Human Factors**, Thousand Oaks, 0018720820904229, 2020. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0018720820904229>. Acesso em 25 out. 2020.

LOPES, L. M. D.; VIDOTTO, K. N. S.; POZZEBON, E.; FERENHOF, H. A. Inovações educacionais com o uso da realidade aumentada: uma revisão sistemática. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, v. 35, e197403, 2019. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-46982019000100403&lng=pt&nrm=iso. Acesso em 12 out. 2020.

SAIDIN, N. F.; HALIM, N. D. A.; YAHAYA, N. A review of research on augmented reality in education: advantages and applications. **International education studies**, Ontario, v. 8, n. 13, p. 1-8, 2015.

WEBEL, S.; BOCKHOLT, U.; ENGELKE, T.; PEVERI, M.; OLBRICH, M.; PREUSCHE, C. Augmented reality training for assembly and maintenance skills. *In: BIO WEB OF CONFERENCES*, 1st., 2011, Montpellier. **Proceedings** [...] Les Ulis, EDP Sciences, 2011. p.00097-p.1-4.

ZORZAL, E. R.; CARDOSO, A.; KIRNER, C. Aplicações adaptativas de visualização de informações com realidade aumentada. *In*: SYMPOSIUM ON VIRTUAL AND AUGMENTED REALITY, 13, 2011, Uberlândia. **Anais**[...]. Uberlândia: UFU, 2011. p. 132-149. Disponível em: http://www.de.ufpb.br/~labteve/publi/2011_svrps.pdf. Acesso em: 27 set. 2020.