

ESCOLA DE COMANDO E ESTADO-MAIOR DO EXÉRCITO

ESCOLA MARECHAL CASTELLO BRANCO

Cel QEM JORGE **AUDRIN** MORGADO DE GOIS

**A Preparação do Militar Técnico ante a Entrada da
Indústria 4.0 no Contexto da Defesa**



Rio de Janeiro

2020

Cel QEM JORGE **AUDRIN** MORGADO DE GOIS

A Preparação do Militar Técnico ante a Entrada da Indústria 4.0 no Contexto da Defesa

Artigo de Políticas apresentado à Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Ciências Militares, com ênfase em Política, Estratégia e Administração Militar.

Orientador: Cel Art Robson dos Santos Carvalho

Rio de Janeiro

2020

Cel QEM JORGE **AUDRIN** MORGADO DE GOIS

A Preparação do Militar Técnico ante a Entrada da Indústria 4.0 no Contexto da Defesa

Artigo de Políticas apresentado à Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Ciências Militares, com ênfase em Política, Estratégia e Administração Militar.

Aprovado em ___/___/___

COMISSÃO AVALIADORA

Cel Art Robson dos Santos Carvalho
Escola de Comando e Estado Maior do Exército

Cel Art Fernando Luiz Velasco Gomes
Escola de Comando e Estado Maior do Exército

Cel Inf Carlos Eduardo de Franciscis Ramos
Escola de Comando e Estado Maior do Exército

Rio de Janeiro

2020

G616p Gois, Jorge Audrin Morgado de

A Preparação do Militar Técnico ante a Entrada da Indústria 4.0 no Contexto da Defesa. / Jorge Audrin Morgado de Gois. —2020.

25 f.: il. ; 30 cm.

Orientação: Robson dos Santos Carvalho.

Policy Paper (Especialização em Política, Estratégia e Alta Administração do Exército)— Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2020.

Bibliografia: f. 23-25.

1. INDÚSTRIA 4.0. 2. ENSINO POR COMPETÊNCIAS. 3. CDIO. I. Título.

CDD 355.3

RESUMO

A expressão Indústria 4.0 surgiu na Alemanha como forma de caracterizar o que é conhecido como 4ª Revolução Industrial, um processo global de transformação, no qual considera-se que os mundos físico, digital e biológico atuam conjuntamente. A Indústria 4.0 pode estar presente em praticamente todas as áreas, de modo que cada setor da economia está sendo ou será influenciado por essa nova realidade. Há um desafio claro tanto para as empresas e governos quanto para o sistema educacional, que precisa preparar pessoas capazes de criar e manipular as novas tecnologias. O tema também está presente na indústria de defesa, empregando-se a expressão “Defesa 4.0” para o conjunto de tecnologias que permitirá resultados melhores em termos de comando, controle, comunicações e informações. Formar pessoas com ferramentas e conteúdos para cenários de vida e de trabalho que já não existem, é um convite à obsolescência, frustração e uma dependência econômica, tecnológica e cultural, cada vez maior. No âmbito da Defesa, isso significa perda de capacidade dissuasória e mesmo eficácia no combate. O Exército Brasileiro, ciente de tal processo de transformação na sociedade mundial, também iniciou seu próprio processo de transformação interna. A entrega de materiais, dotados de alta densidade tecnológica à tropa, tem gerado a necessidade cada vez maior de uma preparação dos militares que irão lidar diretamente com ele, como operadores e equipes de manutenção. Dado o nível tecnológico atingido, torna-se impossível acompanhar tal desenvolvimento apenas com treinamentos superficiais, mas cada vez mais passa a ser necessária uma formação continuada e ampla, dentro do contexto da Indústria 4.0 aplicada à área de Defesa.

Palavras-Chave: Indústria 4.0, Ensino por Competências, CDIO

ABSTRACT

The expression Industry 4.0 was created in Germany in order to characterize the so called 4th Industrial Revolution, a global process of transformation, where it is considered that physical, digital and biological worlds acted together. The Industry 4.0 is present in virtually all areas, so that every economic sector is already being or will be influenced by this new reality. There is a clear challenge for both companies and governments, as well as for the educational system, which have to prepare people able to create and manipulate the new technologies. The theme is also present in the defense industry, using the expression "Defense 4.0" to represent the set of technologies, which shall result in better performance in areas as command, control, communications and information. Training people with tools and contents for life and work scenarios that no longer exist is an invitation to obsolescence, frustration and an increasing economic, technological and cultural dependence. In Defense, that means loss of deterrence and even combat effect. The Brazilian Army, conscious of the of transformation around the world society, also started its own internal transformation process. The provision of high technological materials to the troops, has generated a need for high level preparation of the military who deal with it, as users and maintenance teams. Due to the high technological level achieved, it is not possible anymore to keep up with the technical development only by superficial training, but more and more continuous and broad training is necessary, within the context of Industry 4.0 in the Defense area.

Key-words: Industry 4.0, Competency-Based Learning, CDIO

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
1.1. INDÚSTRIA 4.0.....	6
1.2. DEFESA 4.0.....	7
1.3. EDUCAÇÃO.....	8
1.4. O PROBLEMA	10
1.5. HIPÓTESE.....	11
1.6. OBJETIVOS.....	11
1.6.1. Objetivo geral.....	11
1.6.2. Objetivos específicos.....	11
1.7. DELIMITAÇÃO DO ESTUDO	12
1.8. RELEVÂNCIA DO ESTUDO	12
2. METODOLOGIA	13
3. REVISÃO DA LITERATURA.....	13
4. ENSINO POR COMPETÊNCIAS	15
4.1. PANORAMA MUNDIAL	16
4.2. DIFERENÇA ENTRE COMPETÊNCIAS, HABILIDADES E CONTEÚDO	16
4.3. O ENSINO POR COMPETÊNCIA NO EB	17
5. CDIO.....	18
5.1. APLICAÇÃO DO CDIO NO IME.....	20
6. ANÁLISE COMPARATIVA.....	21
7. CONCLUSÃO	22
REFERÊNCIAS.....	23

1. INTRODUÇÃO

O conceito de revolução pode ser colocado de forma simplificada como uma transformação radical em determinada estrutura. Assim, quando isso ocorre na vida dos homens, essa transformação atinge diversas áreas, senão todas, ou seja, a política, a social, a econômica, a cultural e a tecnológica, isto é, tudo o que diz respeito à vida humana.

1.1. INDÚSTRIA 4.0

O termo "Indústria 4.0" foi usado pela primeira vez na Feira de Hannover, em 2012, pelo Grupo de Trabalho *Industrie 4.0*, presidido pela Bosch GmbH e pela *acatech* – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften. Por encomenda do Governo Federal Alemão, esse mesmo Grupo apresentou em 2013 um relatório contendo um conjunto de recomendações para implementação da Indústria 4.0 (KAGERMANN & WAHLSTER, 2013).

A quarta revolução industrial, ou Indústria 4.0, é um conceito desenvolvido pelo alemão Klaus Schwab (2015), diretor e fundador do Fórum Econômico Mundial. Segundo ele, a industrialização atingiu uma quarta fase, que novamente "transformará fundamentalmente a forma como vivemos, trabalhamos e nos relacionamos". É uma mudança de paradigma e não apenas mais uma etapa do desenvolvimento tecnológico.

A 1ª Revolução Industrial (1760 – 1840) surgiu basicamente pela mecanização da produção através do uso das máquinas a vapor. A 2ª Revolução Industrial (1870 – 1914) introduziu a produção em massa, concomitantemente à ampliação do emprego da energia elétrica. Em seguida, veio a 3ª Revolução Industrial (a partir da década de 1950), a dita revolução digital, com o uso de aparelhos e dispositivos eletrônicos, bem como Tecnologia da Informação para automatizar ainda mais a produção.

A 4ª Revolução Industrial representa um processo global de transformação, no qual considera-se que os mundos físico, digital e biológico atuam conjuntamente (SCHWAB, 2019). Não se trata propriamente de um único avanço disruptivo na

tecnologia, mas de uma convergência de diversas tecnologias funcionando de modo sinérgico, dentre as quais pode-se citar: Sistemas Ciber-Físicos; Análise de Big Data; Computação em nuvem; Internet das Coisas e dos Serviços (IoT&S); Manufatura aditiva; e Inteligência Artificial.

Alguns acadêmicos e profissionais consideram que a inovações tecnológicas em curso são somente mais um aspecto da terceira Revolução Industrial, no entanto, Schwab coloca três razões pelas quais este momento representaria a ocorrência de uma quarta e distinta revolução: a velocidade, a profundidade e o impacto sistêmico a que conduz.

1.2. DEFESA 4.0

Revoluções produtivas desencadeiam alterações profundas no modo de produzir e por extensão nas estruturas sociais e econômicas. Mudam radicalmente as sociedades, deixando para trás um modelo de vida e de mundo que não retorna mais. A indústria 4.0 pode estar presente em praticamente todas as áreas, de modo que hoje, acompanhar as transformações que estão ocorrendo, é um desafio claro tanto para empresas quanto para governos (RENTMASTER, 2017).

A pergunta dos vários dirigentes não é mais se a disrupção chegará a determinado setor, mas sim, quando ela chegará. Por esse motivo, usando-se o indicativo “4.0”, fala-se hoje em Trabalho 4.0, Educação 4.0 e até em Governo 4.0 e, naturalmente, o tema também está presente no setor de defesa, empregando-se a expressão “Defesa 4.0”.

Não se trata somente de um conjunto de tecnologias que permitirá melhores equipamentos, levando a melhores resultados em termos operativos. Trata-se de uma mudança em toda a estrutura de processos, incluindo-se aí também a inserção de equipamentos tecnologicamente inovadores. Apenas para exemplificar, um desafio que se apresenta é a atuação nos novos domínios do combate, como o ciberespaço; sendo provável que a Inteligência Artificial represente uma transformação na estrutura de defesa, comparável à invenção do avião ou das armas nucleares.

A Defesa 4.0 pode ser desenvolvida por países que tenham capital humano e financeiro disponíveis, vontade política, visão estratégica e que considerem segurança e defesa como temas relevantes (HIRATA, 2019). Formar pessoas com ferramentas e conteúdos para cenários de vida e de trabalho que já estão deixando de existir, é um convite à obsolescência, frustração e dependência econômica, tecnológica e cultural, cada vez maior. No âmbito da Defesa, isso significa perda de capacidade dissuasória e de eficácia no combate.

1.3. EDUCAÇÃO

No seu sentido mais amplo, educação significa o meio pelo qual os hábitos, costumes e valores de uma comunidade são transferidos de uma geração para a seguinte. De acordo com René Hubert (OHAYON *et al*, 2007), a educação é um conjunto de ações e influências exercidas voluntariamente por um ser humano sobre outro, para que ele possa desempenhar alguma função no contexto social.

Depreende-se assim que, para atingir seu objetivo, a educação tem de funcionar em concordância com o contexto social em que se encontra, mudando no tempo e no espaço, de acordo com a evolução da sociedade. Por esta razão costuma-se dividir a história da educação em etapas.

A primeira e mais longa etapa da educação ficou conhecida como Educação 1.0, que durou milênios. Nesse modelo o professor ensinava todas as disciplinas para um único ou poucos alunos, sem local específico para tal, de modo que apenas pessoas de muitas posses tinham acesso à educação, sendo um modelo altamente excludente.

Com a 2ª Revolução Industrial, no final do séc. XIX, se inicia a etapa seguinte, chamada de Educação 2.0. Neste modelo o professor continua como detentor do conhecimento, com a função de transmiti-lo aos alunos, passando agora a prepará-los para a sociedade industrial por meio da execução de tarefas com as mesmas características do trabalho fabril: repetitivas, mecânicas e individuais. A aprendizagem era informativa, fazendo o aluno apenas decorar o conteúdo e com locais de aprendizado agora específicos: as salas de aula, bem como horários bem definidos.

Esse modelo ampliou enormemente o acesso à educação, porém isso exigiu uma sistematização da mesma sob moldes que não atendiam a todos. Por essa razão, a quantidade de estudantes com dificuldades de aprendizado cresceu consideravelmente.

Ao final do século XX, com novas tecnologias oriundas da 3ª Revolução industrial, conjugadas a trabalhos como os de Jean Piaget, Seymour Papert e Lev Vygotsky, que trouxeram à vida novas propostas pedagógicas, surge a Educação 3.0 (FAVA, 2012). Nesta concepção o aluno não apenas decora, mas entende o conteúdo como um todo, por meio de metodologias diversificadas, utilizando recursos variáveis, objetivando despertar as habilidades de cada um.

O professor não é mais visto como detentor do conhecimento, mas sim como um mediador, auxiliando os alunos a saber buscar, apreender e utilizar os conteúdos. O docente se posiciona horizontalmente em relação aos educandos, criando oportunidade para que o conhecimento possa ser construído coletivamente, através de debates e da construção de ideias. Tudo isso possibilita a personalização do ensino, que beneficia a todos, visto que cada um pode explorar suas capacidades particulares, sendo esta uma das grandes características desse modelo.

Com as transformações decorrentes da 4ª Revolução Industrial, o modelo educacional deverá adequar-se às novas demandas da sociedade, preparando o indivíduo para exercer sua função social, especialmente no que tange ao chamado Trabalho 4.0. Tendo em vista as previsões de ampla mudança nos postos de trabalho (HOMPEL, 2016), pelas quais cerca de 50% das profissões atuais deixarão de existir nas próximas décadas, marcadamente aquelas de caráter executório, acredita-se que as principais características dos novos ofícios serão a criatividade e a inovação.

Firmada nas bases da Educação 3.0, surge assim a Educação 4.0 (Ed4.0), onde o diferencial em relação ao modelo anterior se dará pelo foco no desenvolvimento das capacidades humanas de criação e não mais de execução de tarefas. O novo modelo, na questão estrutural e didática, lançará mão de tudo aquilo que já existe no anterior, como as metodologias ativas de aprendizado e as

ferramentas de ensino à distância, expandindo suas possibilidades por meio das novas tecnologias emergentes.

No aspecto pedagógico, como já mencionado, o foco mudará da formação de profissionais que saibam fazer coisas, executar processos, para agora formar pessoas capazes de criar novos produtos, enxergar novos processos, novas aplicações, pessoas capazes de inovar. Neste novo contexto, onde a informação se torna cada vez mais acessível, a conexão de inteligências será fundamental, sendo trabalhada em grupo para a tomada de decisões, fazendo com que colaborativismo seja também uma das metas da Educação 4.0.

1.4. O PROBLEMA

O Exército Brasileiro, ciente do processo de transformação da sociedade mundial, também iniciou seu próprio processo de transformação, o que se deu através de uma série de mudanças em sua estrutura. Fez-se notória a criação do Escritório de Projetos Estratégicos do Exército, onde são reunidos os grandes projetos da Força, inclusive aqueles de desenvolvimento de sistemas de alta complexidade.

Como concebido pelo Projeto de Transformação do Exército, através da Portaria Nr 114 do DECEX, de 31 de maio de 2017, são aprovadas as *Instruções Reguladoras do Ensino por Competências no Exército*, marco regulatório da adoção desse modelo de ensino pelo Sistema de Ensino do Exército. Através do Ensino por Competências busca-se fomentar o desenvolvimento de competências individuais, habilidades (interpessoais, de reflexão, de análise crítica e do pensamento crítico), atitudes e valores.

O Ensino por Competências é claramente baseado na Educação 3.0, muito eficiente em formar profissionais para o Exército de hoje, mas dificilmente será capaz de desenvolver todas as habilidades necessárias ao militar do futuro. A entrega de materiais dotados de alta densidade tecnológica à tropa já tem gerado a necessidade, cada vez maior, de uma preparação diferenciada dos militares que irão lidar com eles diretamente, como operadores e equipes de manutenção.

Portanto, verifica-se a necessidade de capacitar os militares que lidam com sistemas de alta complexidade, típicos da Defesa 4.0, a acompanhar seu desenvolvimento tecnológico, bem como desempenhar, com eficiência, suas funções quando envolvam tais materiais.

1.5. HIPÓTESE

Este trabalho parte da premissa de que o Ensino por Competências já está implantado no Exército, mesmo sabendo-se que o processo de implantação é extremamente dinâmico e flexível, podendo encontrar-se em diferentes estágios de sedimentação nas diferentes escolas. Toma-se aqui como hipótese, que o modelo de ensino em uso no Exército está apto a atender às demandas induzidas pela Indústria 4.0, ou ainda, caso não atenda, que pode tornar-se apto por meio de pequenas adequações.

1.6. OBJETIVOS

Pretende-se levantar um balizamento geral, que interfira o mínimo possível na estrutura atual do Sistema de Ensino do Exército, mas que permita, ainda assim, aos militares que tenham de lidar com sistemas típicos da Defesa 4.0, desempenhar suas funções com sucesso e eficiência.

1.6.1. Objetivo geral

O Objetivo Geral desse trabalho é propor adaptações na metodologia de ensino adotada pelo Exército Brasileiro, de modo torná-la mais adequada à formação dos militares que lidam com sistemas de alta complexidade, a fim de que possam acompanhar a evolução tecnológica exponencial presente nos projetos atuais.

1.6.2. Objetivos específicos

Como Objetivos Específicos do presente estudo, pode-se identificar:

- Apresentar as bases do Ensino por Competências no Exército Brasileiro, enquanto uma estrutura originada do modelo de Educação 3.0;

- Apresentar uma estrutura de construção curricular voltada para Ed4.0; e
- Comparar as estruturas apresentadas, buscando identificar possíveis melhorias no modelo de Ensino por Competências.

1.7. DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

Buscando-se aqueles, que mais provavelmente poderiam se defrontar com dificuldades ante o trabalho com materiais de alta tecnologia, verifica-se a existência de três grandes grupos de militares envolvidos: usuários dos sistemas ou equipamentos, pessoal de Manutenção & Suporte (Mnt) e equipes de Pesquisa & Desenvolvimento (P&D).

Para uma delimitação precisa e compatível com o escopo deste trabalho, considerou-se a similaridade funcional das atividades de P&D e Mnt, por serem exercidas por militares técnicos. Tais militares são integrantes do Quadro de Engenheiros Militares (QEM), do Quadro de Material Bélico e da Arma de Comunicações; porém, dado que, atualmente, a formação do QEM já utiliza uma metodologia voltada para as demandas da Educação 4.0, optou-se por focar o estudo neste segmento, buscando ali contribuições à implantação do Ensino por Competências.

1.8. RELEVÂNCIA DO ESTUDO

Através do presente trabalho pretende-se dar uma contribuição ao Exército Brasileiro no seu contínuo processo evolutivo, identificando-se na evolução da própria sociedade os novos desafios para o melhor cumprimento de sua missão.

Espera-se, como fruto deste trabalho, a indução de uma maior eficiência dos militares que lidam com sistemas de alta complexidade tecnológica, por meio da introdução de elementos da Educação 4.0, no Sistema de Ensino do Exército.

2. METODOLOGIA

É desenvolvida neste trabalho uma pesquisa bibliográfica, de forma a criar-se um arcabouço teórico que forneça subsídios para a elaboração do balizamento pretendido. A pesquisa se dará dentro de um universo de artigos técnicos e legislação relativos ao tema, obtidos através da internet, utilizando principalmente o Portal Capes, além das bibliotecas da Fundação Getúlio Vargas e da ECEME.

Com o escopo fechado sobre a formação do QEM, será feito um estudo de caso sobre a metodologia atualmente empregada no Instituto Militar de Engenharia (IME), que já é voltada para a Ed4.0. Serão levantados pontos relevantes da mesma, tratados por método comparativo, em relação ao Ensino por Competências. Deve-se atentar para o fato de que, na eventualidade de ainda não haver uma completa consolidação do Ensino por Competências numa dada escola militar, quaisquer benefícios advindos das recomendações do presente trabalho podem ficar extremamente limitados, ou mesmo nulos.

3. REVISÃO DA LITERATURA

Como parte de um programa realizado no Instituto Tecnológico de Aeronáutica (convênio CAPES/ITA - projeto Inova ITA/Inovação na Educação em Engenharia) foi apresentado e validado (CARVALHO NETO, 2018) academicamente o modelo teórico-tecnológico da Educação 4.0, concebido por Carvalho Neto (2011), o qual se sustenta em quatro pilares: Modelo Sistêmico de Educação, Educação Científica e Tecnológica, Engenharia & Gestão do Conhecimento e Ciber-arquitetura.

Segundo Tanriöğen (2016), um dos conceitos mais importantes nos novos modelos educacionais é o pensamento criativo, pois a capacidade de pensar criativamente tornou-se uma necessidade na sociedade atual. Criatividade é uma habilidade cognitiva nova e original, que envolve o processo de solução de problemas, permitindo que os indivíduos usem sua inteligência de uma maneira única, direcionada para a criação de um produto. Por este motivo, as habilidades de pensamento criativo

deveriam ser desenvolvidas, de modo prioritário nos dias de hoje, nos ambientes educacionais.

A fim de que se atinja, de fato, a Educação 4.0, Peter Fisk (FISK, 2017) aponta também para a necessidade de mudanças, sobretudo com respeito ao modelo de currículo que não deve ser engessado nem ter seu foco em estabelecer conteúdos específicos, mas sim, ser construído com base nos interesses dos alunos que agora têm a possibilidade de aprender fazendo, exercitando sua criatividade, bem como, capacidade de solucionar problemas.

Ele aponta nove tendências que se destacam dentre as mudanças que acredita que devam ocorrer em futuro próximo, no que se refere ao aprendizado:

- Tempo e local diversos: possibilidade de se aprender em momentos distintos e em lugares diversos de forma mais individualizada;
- Aprendizado Personalizado: lidar com a particularidade de cada indivíduo;
- Livre Escolha: possibilidade do aluno delinear o caminho que o levará ao aprendizado;
- Aprendizado Baseado em Projetos: aplicar as habilidades a situações variadas;
- Experiência em Campo: os currículos abrirão espaço para habilidades que requerem muito mais conhecimento e interação humanos;
- Interpretação de dados: a habilidade humana de interpretar dados se tornará parte muito importante dos currículos futuros;
- Novas formas de avaliar: serão necessárias diferentes maneiras de avaliar o aprendizado, de modo que decorar conteúdo para reproduzi-lo em uma prova, não será mais suficiente;
- Participação dos alunos: os estudantes se envolverão cada vez mais na formação de seus currículos; e
- Tutoria: o papel dos professores sofrerá modificações, pois os alunos estarão cada vez mais independentes, porém, para que os mesmos obtenham sucesso, será necessária orientação adequada.

Para Hussin (2018), todas estas tendências aumentam o protagonismo dos alunos em relação aos professores, que agora devem desempenhar um papel de apoio. Para

viabilizar a Educação 4.0, é necessário que se adotem metodologias que estimulem o aprender fazendo, a descoberta, o trabalho em equipe, primando pelo desenvolvimento de competências valorizadas no modelo de sociedade futuro.

Educação 4.0 não é, portanto, apenas sobre incluir tecnologia em sala de aula, mas sim, trazer para o cotidiano dos estudantes o que eles precisam apreender dela, o que poderá ser essencial em suas vidas.

4. ENSINO POR COMPETÊNCIAS

Uma preocupação relevante hoje na educação é como ensinar e como avaliar considerando as competências e habilidades. Essa questão está sendo cada vez mais discutida, em um esforço para que o processo de aprendizagem seja menos conteudista e mais focado no desenvolvimento e preparação dos alunos para os desafios do mundo atual.

A forma pela qual o indivíduo conduz suas relações, responsabilidades e profissão são determinadas por sua capacidade de conviver e resolver as situações cotidianas, cujos resultados são totalmente dependentes das formas através das quais os seus problemas são solucionados. O mercado de trabalho necessita de pessoas capazes de tomar decisões, liderar, resolver conflitos e utilizar conhecimentos adquiridos ao longo do processo acadêmico.

No final do século XIX, John Dewey, um dos principais representantes da teoria do Pragmatismo, dizia que as experiências podem ser a força motriz da absorção do conhecimento. Essa ideia evoluiu e Paulo Freire, já em meados e final do século XX, desenvolveu estudos e defendeu uma aprendizagem vinculada à experiência: problemas práticos se aproximando do dia a dia dos alunos (SILVA, 2012). Diante do contexto de experiência e conhecimento, nasce o conceito de competência, sendo a definição mais utilizada na educação a do sociólogo suíço Phillipe Perrenoud, segundo o qual competência se refere à “faculdade de mobilizar um conjunto de recursos cognitivos (saberes, capacidades, informações etc.) para solucionar com pertinência e eficácia uma série de situações”.

4.1. PANORAMA MUNDIAL

Na Europa, a metodologia foi impulsionada pelas políticas educacionais defendidas pela Unesco e OCDE, e também pela Declaração de Bolonha (compromisso assinado por Ministros de Educação de dezenas de países para reformar o sistema de ensino superior). Essas três frentes tratam a educação como elemento crucial para o desenvolvimento econômico e social. Do campo de influências mais práticas, destaca-se o projeto Tuning, patrocinado pela Comissão Europeia, com a adesão de dezenas de universidades, com o objetivo de desenvolver nos alunos competências gerais e específicas da profissão, trabalhadas de forma transversal e avaliadas ao longo dos programas de formação.

Nos Estados Unidos, o ensino por competências também tem sido amplamente explorado. As universidades que estão trabalhando com o modelo, fragmentaram os cursos em módulos independentes, de modo que os alunos fazem os módulos na ordem que desejarem – e no tempo deles. Até que seja comprovado, por meio de projetos, provas e apresentações, que a competência em questão foi adquirida, o estudante não segue adiante.

Alguns enxergam a tendência do ensino por competências como uma submissão da educação aos interesses econômicos, enquanto outros a veem como um modelo que reconhece o papel da educação no desenvolvimento econômico, sem prejuízo da sua função de emancipadora social. Os críticos, contudo, acham que ela reduz a educação a fins utilitaristas, havendo ainda a preocupação de que o ensino-aprendizagem por habilidades e competências possa prejudicar o desenvolvimento dos conteúdos da disciplina.

4.2. DIFERENÇA ENTRE COMPETÊNCIAS, HABILIDADES E CONTEÚDO

Uma maneira de compreender melhor como acontece o ensino por competências, é fazer uma diferenciação entre competências, habilidades e conteúdo. Conteúdo é aquilo que se deve saber, o conhecimento que se deve ter, sobre algo ou alguma atividade. Já habilidade é o saber fazer, enquanto a competência é a coordenação desse saber fazer com conhecimento e atitude para produzir benefícios concretos (DIAS, 2010).

Deste modo, as habilidades indicam o que aprendemos a fazer, e são sempre associadas a verbos de ação como identificar, classificar, descrever e planejar. Já a competência pode exigir vários dos elementos indicados (conhecimento, habilidade e atitude), sendo a característica que nasce da combinação adequada deles.

As competências caracterizam por exemplo uma função/profissão específica: ser arquiteto ou médico, por exemplo; enquanto as habilidades devem ser desenvolvidas na busca das competências. Considerando que uma das motivações deste trabalho é a interação com sistemas complexos, pode-se exemplificar algumas das habilidades básicas necessárias para lidar com uma situação complexa:

- Compreender a situação complexa: Identificar variáveis endógenas e exógenas; relacionar elementos relevantes; comparar com concepções prévias; etc;
- Planejar a abordagem e solução: Visualizar possíveis métodos para solução; selecionar estratégias e recursos que serão usados;
- Executar o planejamento: Executar o planejado, com o foco no modelo pedagógico da reflexão-na-ação; e
- Analisar criticamente a solução encontrada: Fazer a crítica da solução encontrada;

4.3. O ENSINO POR COMPETÊNCIA NO EB

Por meio da Portaria nº 137, de 28 Fev 12, o Comandante do Exército aprova a Diretriz para o Projeto de Implantação do Ensino por Competências no Exército Brasileiro (BRASIL, 2012), com a finalidade de orientar os estudos complementares para a referida implantação.

Na Portaria nº 080 – DECEX, de 07 Ago 13 (BRASIL, 2013), defini-se competência como ação de mobilizar recursos diversos, integrando-os para decidir e atuar em uma família de situações – o que vai ao encontro da definição de Perrenoud. Os recursos mobilizados incluem: conteúdos de aprendizagem; capacidades cognitivas; capacidades físicas e motoras; capacidades morais; habilidades; e atitudes e valores.

Já na Portaria nº 114 – DECEX, de 31 Maio 17 (BRASIL, 2017), define-se também currículo como um conjunto de experiências de ensino, que permeiam os

contextos educativos, manifestando-se por meio das diretrizes e normas estabelecidas pelas políticas de ensino dos órgãos gestores, do planejamento e da realização de atividades pedagógicas nos Estabelecimentos de Ensino e Organizações Militares com encargos de ensino. O currículo está condicionado a aspectos históricos, culturais, políticos, filosóficos e religiosos, de tradições educativas específicas do ensino militar, e de aspectos fundamentais da cultura organizacional do Exército Brasileiro.

No Ensino Militar, os conteúdos são um conjunto de conhecimentos cuja assimilação é considerada importante para o desenvolvimento e socialização dos discentes, demandando uma abordagem sistemática em instituições escolares. Sua organização no âmbito do Sistema de Ensino do Exército é estabelecida por meio da documentação regulamentar dos cursos e estágios:

- Portaria de normatização de curso ou estágio.
- Documentos orientadores do documento de currículo:
 - Mapa funcional: documento que descreve a atividade laboral de forma totalizante, discriminando as competências a serem desenvolvidas e orientando o processo formativo e as ações de avaliação; e
 - Perfil Profissiográfico (apenas para cursos): documento que determina as características das habilitações profissionais, relacionadas ao exercício de cargos e funções, a serem obtidas pelos concludentes dos cursos.
- Documento de Currículo:
 - Plano Integrado de Disciplinas (PLANID);
 - Plano de Disciplinas (PLADIS); e
 - Quadro Geral de Atividades Escolares (QGAEs).

5. CDIO

A educação em engenharia e as demandas do mundo real sobre os engenheiros vêm se distanciando há décadas. Percebendo que essa lacuna deveria

ser eliminada, a da Fundação *Wallenberg* financiou um projeto conjunto entre MIT, Chalmers TH, Linköping Universitet e KTH, que após alguns anos, tornou-se uma rede internacional com mais de cem instituições de ensino de todas as partes do mundo – a Iniciativa CDIO – visando conceber uma nova visão da educação em engenharia.

O CDIO é uma estrutura de planejamento curricular que fornece aos alunos uma educação com ênfase nos fundamentos da engenharia, definidos no contexto de Conceber - Projetar - Implementar - Operar sistemas e produtos do mundo real (*Conceive, Design, Implement, Operate – CDIO*). É premissa que os graduados em engenharia devem ser capazes de lidar com sistemas de engenharia complexos, de alto valor agregado e organizados em equipe (MALMQUIST, 2011).

O CDIO framework é baseado em dois documentos fundamentais: o *CDIO Syllabus* e o *CDIO Standards*. O primeiro documento, o *Syllabus*, pode ser visto como uma especificação dos conhecimentos e habilidades desejados de um engenheiro graduado (CRAWLEY, 2001), sendo estruturado em quatro seções principais:

- Conhecimento e raciocínio disciplinar;
- Competências e atributos pessoais e profissionais;
- Competências interpessoais: trabalho em equipe e comunicação;
- Conceber, projetar, implementar e operar sistemas na empresa, dentro de seu contexto social e ambiental, bem como de outros - o processo de inovação.

O segundo documento, o *CDIO Standards*, especifica as propriedades desejadas de um curso de engenharia, consistindo em doze padrões que definem tais propriedades. O primeiro padrão estabelece que a filosofia fundamental da Iniciativa CDIO é a adoção do princípio, segundo o qual, o contexto para educação em engenharia é o desenvolvimento do ciclo de vida do produto ou do sistema, e sua implantação. Esta declaração implica em que todo o ensino de engenharia deva ser projetado e executado dentro deste contexto e, a partir daí vários aspectos são então delineados nos outros padrões. Por exemplo, o Padrão 5 enfatiza a importância de incluir experiências práticas no currículo, e o Padrão 6 enfatiza a necessidade de ter espaços de trabalho para tais atividades.

5.1. APLICAÇÃO DO CDIO NO IME

Desde 2012 vem ocorrendo o projeto de transformação do Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação do Exército (SCTIEx), envolvendo e introduzindo novos aspectos, como a inovação por meio do conceito da tripla hélice. Esta transformação criou uma oportunidade para o IME iniciar uma reflexão sobre como melhorar e adaptar a formação de o engenheiro militar.

A introdução da metodologia CDIO nos cursos foi a linha de ação escolhida ao final de 2014 como núcleo desse processo de melhoria (CERQUEIRA, 2016). Em um convênio com a Linköping Universitet, Forças Armadas da Suécia e SAAB Corporate, para treinamentos nas áreas de Gestão da Inovação, foi também desenvolvido o treinamento de pessoal do IME na metodologia CDIO.

No IME, o currículo de engenharia é estruturado em dez semestres, compreendendo de 3.800 a 4.000 horas de atividades de ensino em engenharia, sendo, anteriormente à implantação do CDIO, na maior parte compostas por atividades teóricas. Paralelamente, o aluno tem mais de 1.700 horas de atividades relacionadas à formação militar. O processo de transformação foi gerenciado através do modelo de 8 etapas de John P. Kotter (KOTTER, 1995), sendo iniciado pela adaptação do currículo da Seção de Ensino Básico. A primeira mudança foi a substituição de algumas disciplinas voltadas para a ciência pura por novas disciplinas de design-implantação (COSTA NETO, 2019).

Com base nos resultados de três diferentes pesquisas envolvendo alunos e professores, percebe-se que as novas disciplinas, onde buscou-se aliar a teoria à prática, trouxeram para o IME uma experiência adicional de aprendizagem ativa, além de terem promovido a multidisciplinaridade (PASSOS, 2019). Verificou-se ainda, que os alunos melhoraram suas habilidades orais e escritas, tendo oportunidade de praticar o trabalho em equipe, o que resultou em um aumento de motivação. Ao mesmo tempo, os desafios impostos por este novo tipo de disciplina, estimularam a criatividade e o espírito inovador, tendo sido essa percepção compartilhada não apenas pelos alunos, mas também pelos professores envolvidos.

6. ANÁLISE COMPARATIVA

As duas metodologias apresentadas consideram as necessidades do cliente, que em ambos os casos é representado pelo Exército Brasileiro, mas encontram-se aplicadas para responder a diferentes demandas da Força: a formação do oficial combatente e a formação do oficial engenheiro militar. De acordo com ambas metodologias, tais demandas devem ser analisadas, de modo a se determinar as disciplinas que o curso de formação deve conter, bem como sua forma.

Com base nos conteúdos a serem ministrados, serão traçados os requisitos para a obtenção do fluxograma do currículo e então, um grupo de profissionais acadêmicos, de preferência professores e docentes, mapeiam as competências desejadas. Num segundo momento, eixos transversais precisam ser identificados, de acordo com a política da instituição, para a partir disso ser construída uma matriz de competências.

Cada disciplina deverá abordar uma área de conhecimento específica, determinada pela autoridade competente, de modo que a matriz de competências atribuirá, a cada disciplina, um nível cognitivo de atividades exigidas em relação a cada competência. Os níveis cognitivos a serem alcançados podem seguir a Taxonomia de Bloom: Conhecimento, Compreensão, Aplicação, Análise, Síntese e Avaliação.

Desta forma, vê-se que tanto o Ensino por Competências quanto o CDIO seguem a mesma estrutura básica, em ambos temos como resultado um curso voltado para atender às necessidades do cliente, além de baseados na prática aliada ao ensino teórico, dentro do contexto profissional. O que se pode colocar como ponto diferencial entre as duas metodologias é o estímulo explícito do CDIO, através de seus padrões, à criatividade, ao colaborativismo e à inovação.

O CDIO, por ter se tornado uma iniciativa mundial e organizada, tem um arcabouço documental amplo, que o torna uma metodologia de estrutura bem definida. Por outro lado, o Ensino por Competências apresenta um desenvolvimento difuso, construído pelo trabalho de diversos autores, de forma que apresenta uma estrutura aberta, possibilitando implementações de acordo com as necessidades do cliente. Assim, vê-se que além da grande correspondência entre o CDIO e o Ensino por Competências,

não há desvantagem alguma do último em relação ao primeiro, pois, se este não apresenta um estímulo explícito a características como criatividade, colaborativismo e inovação, por outro lado, também não as restringe, sendo a inserção de tais características na matriz de competências de um curso, plenamente viável.

7. CONCLUSÃO

Considerando os desafios dos tempos atuais, o projeto de currículo baseado em conteúdo estará desatualizado antes mesmo de formar a próxima geração. Para suplantar este obstáculo, novas abordagens metodológicas têm surgido, as quais propõem a atualização e a reforma dos programas acadêmicos. Elas também buscam a estruturação de cursos significativos, tanto para os alunos quanto para sua comunidade, de forma a garantir que eles estarão aptos a cumprir sua função social.

Com a Indústria 4.0, verifica-se que, em diversas áreas, inclusive na Defesa, novas características serão necessárias aos profissionais. O CDIO, utilizado no Instituto Militar de Engenharia, é uma metodologia capaz de desenvolver estas novas características por já ter sido concebido com foco na Educação 4.0. Comparando-se esta metodologia ao Ensino por Competências, já adotada pelo Sistema de Ensino do Exército, verifica-se grande similaridade entre ambas, diferenciando-se apenas no tocante a habilidades e competências específicas da I4.0.

Devido à estrutura aberta do Ensino por Competências, tal diferença não se configura numa desvantagem, pois ferramentas com foco a Indústria 4.0 podem ser facilmente implementadas. Desta forma, a Metodologia do Ensino por Competências, atualmente em uso no Sistema de Ensino do Exército, encontra-se atual e capaz de acompanhar as mudanças correntes da sociedade, formando militares que desempenhem papel significativo no Exército Brasileiro.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Exército. Portaria nº 080 - DECEEx, de 07 de agosto de 2013. Instruções Reguladoras do Ensino por Competências: Currículo e Avaliação. **Boletim do Exército**, Brasília, DF, n. 33, 16 ago 2013.
- BRASIL. Exército. Portaria nº 114 - DECEEx, de 31 de maio de 2017. Instruções Reguladoras do Ensino por Competências: Currículo e Avaliação – 3ª Ed. **Boletim do Exército**, Brasília, DF, n. 28, 14 jul 2017.
- BRASIL. Exército. Portaria nº 137 – Comandante do Exército, de 28 de fevereiro de 2012. Projeto de Implantação do Ensino por Competências no Exército Brasileiro. **Boletim Especial do Exército**, Brasília, DF, n. 01/2012, 02 mar 2012.
- CARVALHO NETO, C. Z. **Educação Digital: Paradigmas, Tecnologias e Complexmedia dedicada à Gestão do Conhecimento**. Tese de doutorado, UFSC. Florianópolis, Brasil, 2011.
- CARVALHO NETO, C. Z. **Educação 4.0: Princípios e Práticas de Inovação em Gestão e Docência**. Editora Laborciencia, 1ª ed. Florianópolis, Brasil. 2018. v.1. 320p.
- CERQUEIRA, J. L., *et al.* Introducing CDIO at The Military Institute of Engineering in Brazil. **Technical reports from the Automatic Control group in Linköping**. Report no.: LiTH-ISY-R-3088, Department of Electrical Engineering, Linköpings universitet, 22nd February 2016, Linköping, Sweden.
- COSTA NETO, R. T., *et al.* CDIO Progress: Mechanical Engineering of the Brazilian Military Institute. In: The 15th International CDIO Conference. **Proceedings of the International CDIO Conference**, Aarhus, 2019. ISSN 2002-1593
- CRAWLEY, Edward F. **The CDIO Syllabus: A Statement of Goals for Undergraduate Engineering Education**. Department of Aeronautics and Astronautics, Massachusetts Institute of Technology. Boston, January 2001.
- DIAS, I. S. Competências em educação: conceito e significado pedagógico. **Psicologia Escolar e Educacional** (Impr.) vol.14 no.1 Campinas Jan./June 2010, On-line version ISSN 2175-3539.

FAVA, R. **Educação 3.0: como ensinar Estudantes com Culturas tão Diferentes**. Editora Carlini e Caniato, 2ª ed. Cuiabá, Brasil, 2012.

FISK, P. **Education 4.0 ... The Future of Learning will be Dramatically Different, in School and Throughout Life**. 2017. Disponível em: <<https://www.thegeniusworks.com/2017/01/future-education-young-everyone-taught-together/>>. Acesso em: 06 mar. 2020.

HIRATA, N. **Defesa 4.0: Panorama e Perspectivas**. Núcleo de Estudos Estratégicos em Defesa e Segurança – UFSCar. São Carlos, Brasil. 2019.

HOMPEL, M. **Kompetenzen für Industrie 4.0 – Qualifizierungsbedarfe und Lösungsansätze**. acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften e.v. Frankfurt, Alemanha. 2016.

HUSSIN, A. A. Education 4.0 made Simple: Ideas for Teaching. **International Journal of Education & Literacy Studies**. Austrália, p. 92-98. jul. 2018.

KAGERMANN, H., WAHLSTER, W. **Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0**. acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften e.v. Frankfurt, Alemanha. 2013.

KOTTER, J. Leading Change: Why Transformation Efforts Fail. **Harvard Business Review**. Harvard Business School Publishing Corporation, Boston, March-April 1995.

MALMQVIST, Johan, *et al.* The CDIO Syllabus v2.0: An Updated Statement of Goals for Engineering Education. **Proceedings of the 7th International CDIO Conference**, Technical University of Denmark, Copenhagen, June 20 – 23, 2011.

OHAYON, A., OTTAVI, D., SAVOYE, A. **L'Éducation Nouvelle, Histoire, Présence et Devenir**. Editora Peter Lang, 2ª ed. Berna, Suíça. 2007.

PASSOS, A. C., *et al.* Design-Implement Courses to Support Change in Engineering Education. In: The 15th International CDIO Conference. **Proceedings of the International CDIO Conference**, Aarhus, 2019. ISSN 2002-1593

RENTMASTER, H., *et al.* **Schöne neue Arbeitswelt 4.0?** Was wir tun müssen, damit uns die Arbeit nicht ausgeht. The Boston Consulting Group, November 2017.

SCHWAB, K. **The 4th Industrial Revolution - What It Means and How to Respond.** Foreign Affairs. Nova York, EUA. December 12, 2015.

SCHWAB, K. **A Quarta Revolução Industrial.** Editora Edipro, 1^a ed. São Paulo, Brasil. 2019. e-pub.

SILVA, A. C. R. **Educação por Competência.** Paco Editorial: Jundiaí, 2012.

TANRIÖĞEN, Z. M. Does Education Kill the Creativity? In: X European Conference on Social and Behavioral Sciences. Sarajevo, Bosnia e Herzegovina. 2016. **Proceedings...**