



## A INDÚSTRIA AVANÇADA E A APRENDIZAGEM EM ENGENHARIA: CONTRIBUIÇÕES DA EDUCAÇÃO 4.0 NA FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS

Cassiano Zeferino de Carvalho Neto – [carvalhonetocz@gmail.com](mailto:carvalhonetocz@gmail.com)

Instituto Tecnológico de Aeronáutica (LPECT-ITA)

Praça Marechal do Ar Eduardo Gomes, Nº 50

Bairro - Vila das Acácias

12228-901 - São José dos Campos - SP

**Resumo:** A Indústria Avançada, também conhecida por **Indústria 4.0**, impõe novos desafios à formação de recursos humanos cujas competências, habilidades e conhecimento explícito passam a demandar um novo perfil profissional que já se apresenta como imprescindível à gestão, à execução e operação dos processos da manufatura avançada. Os atuais modelos educacionais, monolíticos, lineares e fechados em si mesmos, deixam de cumprir papel fundamental na formação de uma nova sociedade onde as habilidades físicas cederão espaço às habilidades cognitivas, às habilidades sistêmicas e às habilidades sociais. Para fazer frente a estas novas demandas apresenta-se neste artigo o modelo da ‘Educação 4.0’, estruturado por quatro eixos teórico-tecnológicos dinamicamente interligados, com potencial de propiciar a criação de planos estratégicos e operacionais para as instituições da educação superior e básica, mais especificamente àquelas voltadas à formação de engenheiros e técnicos de alto nível, na perspectiva de atendimento dos novos perfis de recursos humanos para gestão, docência e discância.

**Palavras-chave:** Indústria avançada; Indústria 4.0; Manufatura avançada; Educação 4.0; Formação de recursos humanos; Educação em Engenharia.

### 1. INTRODUÇÃO

A Manufatura Avançada, também chamada **Indústria 4.0**<sup>[1]</sup>, pode ser situada como um conjunto de estudos e iniciativas levados a efeito pelas grandes potências manufatureiras, marcadamente a partir de 2011. Nesse ano, a Alemanha iniciou um plano de ação intitulado ‘High-Tech Strategy 2020’ que teve por objetivo o desenvolvimento de uma política estratégica para o país se tornar o principal fornecedor, integrador e gerador de padrões de tecnologias de produção inteligentes. Para esta estratégia foi criado o termo ‘**Industrie 4.0**’<sup>[2]</sup>.

Também em 2011, nos Estados Unidos da América, o Conselho de Assessores da Presidência, para Ciência e Tecnologia, recomendou a inovação na manufatura como fator propulsor do desenvolvimento, utilizando o termo ‘*Advanced Manufacturing*’ (e, posteriormente, ‘*Manufacturing USA*’).

O trabalho publicado pelo Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia (*A National Strategic Plan For Advanced Manufacturing*) traz um planejamento de esfera nacional de apoio à pesquisa em manufatura avançada, congregando em cenários a indústria, a academia e o governo, de modo a acelerar o investimento, direcionar o modelo de educação para o trabalho futuro, criar e apoiar parcerias

Organização

Promoção



público-privadas e mapear os investimentos necessários e estratégicos<sup>[3]</sup>.

A China também criou sua estratégia para situar o seu posicionamento no âmbito da Manufatura Avançada, como se pode ver a seguir,

Por meio do plano *Made in China 2025* (MIC2025), o país pretende crescer na cadeia de valor global, focando-se no desenvolvimento e na aplicação de tecnologias e de infraestrutura, no fortalecimento das cadeias produtivas e na priorização de áreas de atuação, de modo a resolver desafios de qualidade, consistência de produção, segurança e sustentabilidade<sup>[4]</sup>.

Segundo Helena Laurent (2016)<sup>[5]</sup>, diretora-sênior para engajamento com governos, atuando como membro do Comitê Executivo do Fórum Econômico Mundial, “*O atual ritmo de desenvolvimento tecnológico não possui precedentes na história humana e está exercendo mudanças profundas no modo de viver e trabalhar, além de estar impactando todas as áreas do conhecimento, economias e indústrias. O poder computacional, cada vez mais móvel, está abrindo oportunidades sem precedentes para conectar pessoas em todos os cantos do planeta. Em um período incerto na história humana, durante o qual o comércio global parecer ter se estabilizado e as correntes políticas apontam para o isolacionismo, as tecnologias da Quarta Revolução Industrial podem permitir que o mundo se torne cada vez mais conectado, aberto para a troca de informações e ideias, com redes trans-fronteiriças tornando-se mais abrangentes e complexas*”.

Ainda, segundo a autora, “*Em 2015, o Brasil iniciou um processo estruturado de desenvolvimento de sua visão para o futuro da indústria. A partir daquele ano, centenas de especialistas de todo o País – de universidades, empresas e governo – envolveram-se em diversos debates sobre os temas de inovação e tecnologia, cadeias produtivas, recursos humanos, regulação e infraestrutura*”.

De acordo com fóruns e estudos realizados, constantes na iniciativa que recebeu o título de ‘**Perspectivas de Especialistas sobre a Manufatura Avançada no Brasil (PEMAB)**’<sup>[6]</sup>, pode-se compreender o cenário de futuro que está em discussão:

O entendimento dos impactos dos cenários derivados do surgimento da manufatura avançada - ou Indústria 4.0 - em distintos setores industriais é crítico para os desenhos das novas estratégias de políticas industriais, de desenvolvimento de cadeias de valor, de processos de formação de recursos humanos, entre outros. Estes ambientes de cenários complexos, caracterizados por distintas alterações demográficas, econômicas, regulatórias e sociais, carregam ameaças e oportunidades a todos os países.

Ainda neste documento<sup>[6.1]</sup>, registrou-se que “*sobre Desenvolvimento de Recursos Humanos<sup>1</sup>, as temáticas mais discutidas e propostas foram relativas à Alteração do Formato e Método de Ensino<sup>2</sup>, garantindo conhecimentos de ciência e tecnologia, mas com preparação para demais habilidades cognitivas e emocionais. Também foi consenso a necessidade de requalificação de profissionais e de parcerias multisectoriais, pilotando e implementando soluções escaláveis para os desafios da oferta de emprego e demanda de novas competências.*

<sup>1</sup> Grifo constante no original.

<sup>2</sup> Idem.



*Nesses ambientes, a integração aluno-empresa poderia primar pelas aplicações de trabalhos direcionados e monitorados pelas corporações, com ações complementares de reconhecimento e premiação pelos melhores trabalhos.* Este tema foi o que mais atenção e contribuições recebeu no conjunto dos temas gerais estudados (Tecnologia, Recursos Humanos, Regulação, Cadeias Produtivas e Infraestrutura) destacando-se ainda que Gestão da Informação e do Conhecimento Tecnológico foi uma das categorias gerais mais vinculadas a todos os subtemas, com 95% das iniciativas.

No âmbito da categoria geral de análise que pauta o desenvolvimento de recursos humanos para a Indústria 4.0, oito subcategorias foram listadas, a saber: 1) Habilidade básica; 2) Habilidade Cognitiva; 3) Habilidade em Gerência de Recursos; 4) Habilidade Sistêmica; 5) Habilidade Social; 6) Habilidade Técnica; 7) Integração Academia-Empresa e 8) Investimento.

Segundo PEMAB<sup>[6,2]</sup>, “*Para os especialistas, as mudanças decorrentes da Manufatura Avançada impõem desafios que exigem adaptação proativa por parte das empresas, dos governos, das sociedades e dos indivíduos. Dado o ritmo acelerado das mudanças, a ruptura dos modelos de negócios impactará quase que simultaneamente no emprego e na necessidade de novas habilidades para executá-lo, o que requererá esforço coletivo urgente para fazer os ajustes necessários e atender às novas demandas*”, e complementa:

Assim, as mudanças no mundo do trabalho exigirão novas competências e habilidades profissionais. Habilidades físicas cederão espaço para as habilidades cognitivas. Competências transversais, como as sociais, sistêmicas e de resolução de problemas complexos, serão um diferencial no cenário do trabalho futuro. Em todos os encontros, os especialistas foram unâimes defendendo esse posicionamento. Os especialistas explicitaram a necessidade de um novo modelo acadêmico, focado em alinhar os currículos da educação profissional e de nível superior, de modo que apoiem a formação de estudantes colaborativos e com capacidade sistêmica de executar projetos reais. No entanto, a base desses conteúdos deverá ser temática ainda no ensino fundamental, mostrando que o investimento deve ser sistêmico e não discreto para os cursos de alunos já ingressantes<sup>[6,3]</sup>.

Um dos pontos que chama a atenção é o que se refere à percepção de que ‘as habilidades físicas cederão espaço para as habilidades cognitivas’ e será precisamente neste âmbito que se desenvolverá neste artigo o potencial contributo da ‘Educação 4.0’, como será rigorosamente definida na perspectiva de uma abordagem que tem sustentação no Modelo Sistêmico de Educação (MSE)<sup>[7]</sup>, na Educação Científica e Tecnológica (ECT)<sup>[8]</sup>, na Engenharia e Gestão do Conhecimento (EGC)<sup>[9]</sup> e na Ciberarquitetura (CBQ)<sup>[10]</sup>, como quatro eixos interligados e interdependentes, daí a denominação ‘Educação 4.0’<sup>[11]</sup>.

## 1. EDUCAÇÃO 4.0: MODELO TEÓRICO-TECNOLÓGICO

Com a revolução proporcionada pelas tecnologias e mídias digitais, intensificada a partir dos anos 1990, profundas mudanças vem ocorrendo na forma como se lida com a informação e o conhecimento e isso tem transformado de forma rápida e profunda a cultura e, mais especificamente, os padrões cognitivos dos jovens, o que acaba por afetar profundamente os processos educacionais formais praticados nas instituições de ensino da educação básica e superior.

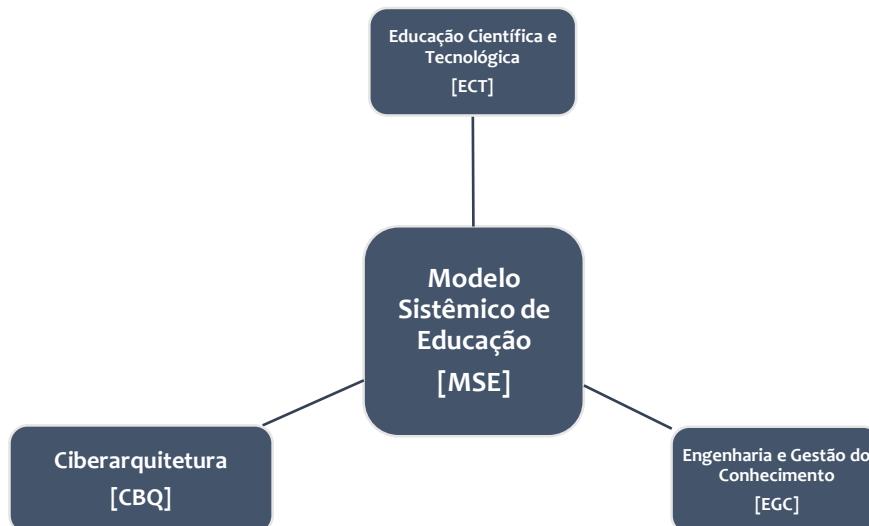
Organização

Promoção



Modelos educacionais unilaterais, monolíticos e lineares relacionados aos processos de ensino-aprendizagem já não conseguem mais responder aos desafios pedagógicos da atualidade, o que vem exigindo a construção de novas abordagens teóricas e tecnológicas mais potentes dedicadas à gestão do conhecimento.

**Figura 1:** Visão sistêmica do modelo teórico-tecnológico que fundamenta a Educação 4.0, e seus eixos estruturadores.



A **Educação 4.0** consiste em uma abordagem teórico-tecnológica avançada para a gestão e docência na educação formal, superior e básica, que vem demonstrando por evidência de pesquisas de base científica e tecnológica seu potencial inovador e transformador para as instituições de ensino. A seguir são apresentados os 4 eixos estruturadores da Educação 4.0.

## 1.1 MODELO SISTÊMICO DE EDUCAÇÃO (MSE)

Eixo articulador, responsável pela sustentação sistêmica institucional e educacional da Educação 4.0

O primeiro referencial estruturador da Educação 4.0<sup>[11]</sup> apresenta o **Modelo Sistêmico de Educação (MSE)**<sup>[7]</sup>, o qual permite situar a instituição educacional por uma visão sistêmica que contempla a:

- **Superestrutura**, onde situam-se os paradigmas, o currículo e os modelos de ensino-aprendizagem;
- **Mesoestrutura**, dimensão das criações de base tecnológica (na perspectiva de Tecnologia como ‘*Techné*’ e ‘*Logos*’, isto é, criação e razão operando em conjunto), protagonizadas por gestores, docentes e discentes e que implicam na instalação de processos de gestão e docência, fazendo uso de técnicas e da integração de sistemas de mídias analógicas e digitais;
- **Infraestrutura**, que inclui equipamentos, dispositivos físicos, redes de dados e elétrica e demais instalações físicas da escola.

O Modelo Sistêmico de Educação (MSE) se constitui em um instrumento de análise e sustentação estratégica e operacional para gestores, professores e estudantes, permitindo gerar imagens dinâmicas de uma escola ao qualificar e quantificar especificidades de suas subestruturas, de modo a fornecer subsídios para a criação de políticas de curto, médio e longo alcance institucional.

O MSE mostra-se particularmente útil quando utilizado na elaboração de programas de formação continuada de profissionais da educação, ao permitir uma visão dinâmica dos

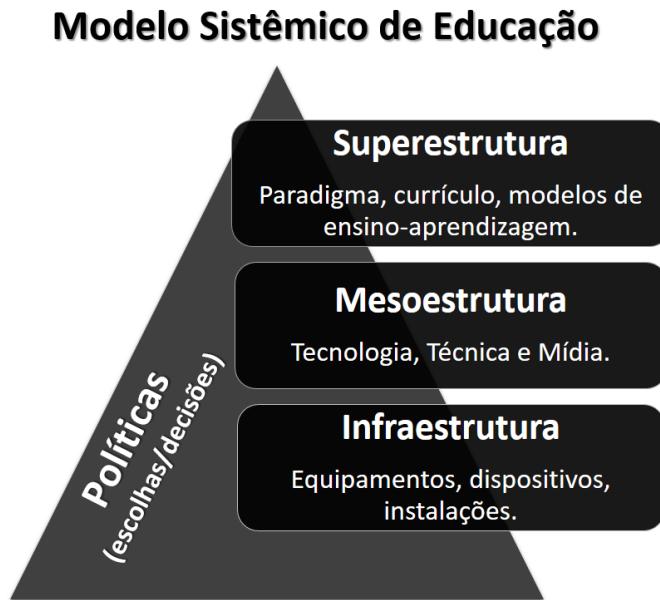
Organização

Promoção



impactos que se espera alcançar como resultados das ações a serem empreendidas, permitindo analisar os campos de incerteza, reduzir equívocos e, com isso, elevar o índice de sucesso de programas dessa natureza, fundamentais para o desenvolvimento da educação.

**Figura 2:** Estrutura do Modelo Sistêmico de Educação (MSE), destacando sua abordagem dinâmica.



O estudo de taxas de insucesso relacionado a programas de educação continuada, revela a especial atenção que se deve ter aos aspectos relacionados à Superestrutura, principalmente quanto a mudanças no âmbito de paradigmas, currículo e modelos de ensino-aprendizagem na escola. Esses tópicos serão aprofundados neste estudo e apresentadas estratégias de enfrentamento que visam elevar as taxas de resultados esperados em programas dessa natureza.

## 1.2 EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA (ECT)

Eixo situado na Superestrutura do MSE, responsável pela direção dos processos educacionais, centrado no âmbito de como as pessoas aprendem.

Este segundo referencial diz respeito a tratar a Educação como ente fundamentado em ciência e tecnologia, fugindo de abordagens de senso comum ou pseudocientíficas. Nesta perspectiva a **Educação Científica e Tecnológica (ECT)**<sup>[8]</sup> se fundamenta nas ciências da cognição e da aprendizagem, na pedagogia, na psicologia e na filosofia, e em outras ciências recorrentes.

O problema central da educação formal está diretamente relacionado a investigar como as pessoas aprendem. As linhas clássicas de pesquisa têm procurado responder a esta questão a partir do trabalho de autores que se notabilizaram ao longo do tempo, principalmente a partir do final do século XIX, compondo uma extensa lista com linhas teóricas que por vezes se tangenciam, por outras se entrecruzam ou se contrapõem, no âmbito das teorias de aprendizagem.

A Teoria Sociohistórica clássica, de Lev Semenovich Vygotsky<sup>[8.1]</sup>, figurará como estrutura de fundo nesta abordagem da Educação 4.0, conectada pelo postulado Vygotsky-Thompson<sup>[8.2]</sup> à Teoria Social da Mídia desenvolvida por John B. Thompson<sup>[8.3]</sup>. Este autor concebe uma teoria social da mídia e sustenta que o seu desenvolvimento transformou a constituição espacial e temporal da vida social, criando novas formas de ação e interação não

Organização

Promoção



mais ligadas ao compartilhar de um local comum. Interligando vários temas articula a teoria, confrontando-a com questões como: Qual o papel desempenhado pela mídia na formação das sociedades modernas? Como entender o impacto social das novas formas de difusão de comunicação e informação, desde o advento da imprensa até a expansão das redes inteligentes de comunicação global de hoje?

Quanto a Alexei Nikolaevich Leontiev<sup>[8.4]</sup> verifica-se em sua Teoria da Atividade vários conceitos desenvolvidos por Vygotsky, como a construção histórica da relação homem-mundo e a mediação por instrumento nessa relação. Leontiev coloca que um traço distintivo entre o homem e os outros animais é a sua capacidade de planejar e atingir objetivos conscientemente; acredita que as atividades são formas do homem se relacionar com o mundo, traçando e perseguindo objetivos, de forma intencional, por meio de ações planejadas. Para o autor, a atividade é a forma de transações recíprocas entre o sujeito e o objeto e com ela pode-se subjetivar o objeto pela internalização e objetivar o sujeito por sua produção cultural, estabelecendo-se uma conexão com John B. Thompson, por meio do postulado Leontiev-Thompson<sup>[8.5]</sup>.

A partir dos anos noventa do século XX, com o advento da revolução digital, os estudos sobre cognição e aprendizagem se intensificaram abrangendo nichos anteriormente pouco explorados. A Teoria da Cognição Situada<sup>[6]</sup>, por exemplo, introduz paradigmas que rompem com a hegemonia do cérebro frente a outras partes do corpo e com a ideia de que os processos cognitivos ocorrem exclusivamente a partir de etapas mentais e internas. Ao apresentar a cognição como fruto do acoplamento entre organismo e ambiente, esta teoria muda o eixo de muitas questões atuais relacionadas aos processos de ensino-aprendizagem.

Outra teoria, como a da Conectividade, também recorrente para o modelo da Educação 4.0, pode ser situada nas palavras de seu autor George Siemens (2004)<sup>[8.6]</sup> : "A tecnologia (digital) reorganizou o modo como vivemos, como nos comunicamos e como aprendemos e, agora, a aprendizagem ocorre de várias maneiras, com destaque para a aprendizagem informal através de comunidades de prática, redes pessoais e também atividades relacionadas ao trabalho".

Estas são as linhas teóricas fundamentais de conhecimento que serão percorridas pelo modelo ‘Educação 4.0’, buscando fundamentar a educação de base científica e tecnológica, afastando-a de visões simplistas ou meramente empíricas, com o objetivo de construir uma base sólida e ao mesmo tempo flexível que dê sustentação às visões e abordagens pedagógicas na contemporaneidade.

### 1.3 ENGENHARIA E GESTÃO DO CONHECIMENTO (EGC)

Eixo responsável pela propulsão pedagógica dos processos educacionais e integrador dos níveis da Superestrutura e Mesoestrutura, referentes ao Modelo Sistêmico de Educação.

O referencial teórico-tecnológico que abrange o modelo de Engenharia e Gestão do Conhecimento (EGC)<sup>[9]</sup>, o terceiro eixo de sustentação para a Educação 4.0, e que passa pela Educação Digital<sup>[9.1]</sup> aborda aspectos relacionados às modalidades do conhecimento tácito e do conhecimento explícito. Esta diferenciação, ainda que para fins de entendimento, ajuda a situar os aspectos essenciais do conhecimento tácito que se relacionam às estruturas de competência, quanto à capacidade de tomada de decisão diante de uma circunstância contextualizada, e de habilidades, estas relacionadas ao como se procede quando da atuação sobre um objeto-problema situado no campo de interações possíveis para uma pessoa. Quanto ao conhecimento explícito, o mesmo está relacionado à capacidade de produção, registro, distribuição e

Organização

Promoção



transformação de informações, portanto indissociável da mídia, aqui entendida como tudo aquilo que se refere direta ou indiretamente à campo da informação.

Para Wickert, citado por Del Bianco (2008)<sup>[9.2]</sup> a construção de conhecimentos está relacionada diretamente aos aspectos motivacionais que envolvem necessidade ou desafios, levando-se em conta, ainda, que uma determinada aprendizagem está vinculada à percepção de importância que a mesma tem para a vida seja no plano pessoal, social ou profissional. Tais aspectos conduzem para a compreensão de que contextualização e significância, no sentido dado por Ausubel (1980)<sup>[9.3]</sup>, formam as bases para o desenvolvimento de competências.

Enquanto a habilidade se refere mais a aspectos do saber fazer, a competência envolve escolhas, decorrentes de modelos mentais produzidos pelo sujeito em ação, tratando-se, portanto, de aspectos relacionados ao conhecimento tácito, conforme anteriormente definido.

Quanto à dimensão epistemológica considerada para situar, com maior rigor e precisão, o significado de conhecimento explícito, persegue-se as considerações de Michael Polanyi (1966)<sup>[9.4]</sup>. O conhecimento tácito é de natureza pessoal, além de estar circunscrito a um dado contexto. Polanyi infere que pessoas adquirem conhecimentos criando e organizando ativamente suas próprias experiências e esta afirmação se harmoniza com o Postulado Leontiev-Thompson<sup>[8.5]</sup>, já citado.

Quando se trata de conceber, desenvolver, tratar dados para alcançar informações, intervir-se com referenciais teóricos consistentes para que se possam produzir novos conhecimentos a partir de um contexto sócio-experimental controlado está se tratando de conhecimento tácito, com vistas à produção de conhecimento explícito.

No entanto, os aspectos acima citados não se circunscrevem ao âmbito da pesquisa formal acadêmica, mas percorrem as vias do cotidiano. Diante de uma determinada situação problematizadora que envolve fazer escolhas a partir de um contexto acessível, o conhecimento tácito estará presente à medida que exigirá da pessoa tomar decisões e ser capaz de agir sobre o objeto de conhecimento, isto é, processar informações no âmbito do conhecimento explícito, e fazer uso de determinadas habilidades.

No contexto da educação formal, processos como o descrito acima assumem relevância no contexto acadêmico e da formação profissional de recursos humanos, justamente por situarem os atores diante de situações de ensino-aprendizagem contextualizadas e problematizadoras, com objetivos definidos e também com cenários de incerteza que deverão ser geridos. Contexto, problema, atividade sobre o objeto do conhecimento e socialização são aspectos indissociáveis na prática educacional que leva em consideração a questão central de como as pessoas aprendem.

O modelo teórico-tecnológico oferecido pela Engenharia e Gestão do Conhecimento (EGC), diferenciado e integrado aos demais referenciais que estruturam a Educação 4.0, propicia a propulsão necessária para fomentar ações pedagógicas planejadas a partir de visões mais amplas e de base sustentável por proporcionarem abordagens pedagógicas mais potentes que possam fazer frente aos desafios socioeducacionais da contemporaneidade.

## 1.4 CIBERARQUITETURA (CBQ)

Eixo responsável pela integração de processos tecnológicos e mídias para o conhecimento, níveis da Mesoestrutura e Infraestrutura referentes ao Modelo Sistêmico de Educação. Inclui sistemas e mídias digitais e analógicas.

A **Ciberarquitetura**<sup>[10]</sup> se objetiva nas expressões físicas do ambiente, se subjetiva na dimensão do ciberespaço<sup>[10.1]</sup>, (re) objetivando-se no contexto das relações humanas, síncronas

Organização

Promoção



ou não, desenvolvidas em ambientes de interação social. Distingue-se espaço e lugar. Nas palavras de Frago e Escolano<sup>[10.2]</sup>:

A ocupação do espaço, sua utilização, supõe sua constituição como lugar: o “salto qualitativo” que leva do espaço ao lugar é, pois, uma construção. O espaço se projeta ou se imagina; o lugar se constrói. Constrói-se “a partir do fluir da vida” e a partir do espaço como suporte; o espaço, portanto, está sempre disponível e disposto para converter-se em lugar, para ser construído. O problema, o primeiro problema, se coloca quando se carece de espaço ou de tempo.

A diferenciação fundamental entre espaço e lugar convida à construção de uma categoria conceitual que visa representar a dimensão de um espaço que não se projeta unicamente nas coordenadas físicas conhecidas (altura, largura, profundidade), mas que pode ser percebido como tal através da bidimensão de uma tela de vídeo (ou de um monitor), ou mesmo à tridimensão do espaço ‘3D’, criando-se assim a dimensão de espaço-tempo digital, destacando-se que a variável tempo encontra-se presente, configurando espaços-tempo a duas, três e a quatro dimensões.

Figura 7: A Sala inteligente<sup>3</sup> é ao mesmo tempo uma sala de aula colaborativa e interativa, espaço laboratorial, sala de informática otimizada por sistemas com a inclusão de quadro e outros recursos digitais disponibilizados em um mesmo ambiente ciberarquitetônico, contemplando convergência de mídia analógico-digital como suporte a processos pedagógicos dedicados à educação formal e corporativa.



Seguindo por esta trilha se torna necessário e pertinente criar a categoria de *ciberlugar*, emprestando e a seguir concebendo na forma de um produto complexo, os significados conceituais contrapostos a Levy<sup>[10.1]</sup> e tomados a Frago, relativamente aos conceitos originais de ciberespaço e lugar. Nesta perspectiva *Ciberlugar* é, pois, uma construção que se objetiva através da ocupação do *Ciberespaço*. Parafraseando Frago, o ciberlugar constrói-se a partir do fluir da vida simbolizada (através de formas simbólicas) tendo o espaço digital-virtual como suporte. O Ciberespaço, portanto, está disponível e disposto para converter-se em Ciberlugar para ser construído, através da interação de sujeitos que concebem, produzem, compartilham,

<sup>3</sup> CARVALHO NETO, C. Z. Salas Inteligentes. São Paulo: INPI, 2005.



interpretam e reinterpretam formas simbólicas, por via midiática. É neste contexto que se conceitua **Ciberarquitetura**, como um ‘*continuum*’ que integra as dimensões espaço-temporais no âmbito de arquiteturas físicas e digitais, de forma inseparável (a não ser para fins de análise).

Com o estabelecimento desses referenciais essenciais, estudos e pesquisas passaram a ser realizadas conduzindo à concepção das chamadas *Salas Inteligentes*, baseadas no conceito aplicado de Ciberarquitetura.

A integração de mídia analógico-digital propiciada pela *Ciberarquitetura* oferece novas possibilidades de interação pedagógica para os processos educacionais que acontecem no recinto da escola, mas que podem ir para além dele por educação ubíqua de base digital.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os desafios identificados para a formação de recursos humanos, no âmbito básico, técnico e das engenharias, no contexto da Manufatura Avançada, impõem a construção de abordagens educacionais multi-estruturadas e interconectadas, fundamentadas em pressupostos teórico-tecnológicos de base científica, para poderem oferecer instrumentos para a concepção, gestão, execução e operação de modelos educacionais que respondam às demandas complexas que se apresentam na atualidade. A Educação 4.0 situa-se como construção conceitual-tecnológica que visa oferecer conhecimento de fundo e instrumentos para a autoria de percursos de gestão e formação profissional inicial e continuada. Evidências apontadas em pesquisas realizadas vêm demonstrando a proficuidade desta abordagem e abre perspectivas para a contribuição de novos estudos que possam aprimorar tanto os fundamentos quanto as práticas de uma educação avançada, em sintonia com o horizonte que se prenuncia no cenário mundial preconizado pela Indústria 4.0.

## **REFERÊNCIAS**

[1] [5] [6] [6.1] [6.2] [6.3] Perspectivas de Especialistas Brasileiros sobre a Manufatura Avançada no Brasil (PEMAB).

<http://www.mcti.gov.br/documents/10179/35540/29.11+Perspectivas+para+manufatura+avan%C3%A7ada/a8dd15cc-5525-47ab-a45a-dc02c0a47c49>. Acesso em 17.06.2017.

[2] ACATECH. Recommendations for implementing the Strategic Initiative INDUSTRIE 4.0.2013. Disponível em:

[http://www.acatech.de/fileadmin/user\\_upload/Baumstruktur\\_nach\\_Website/Acatech/root/de/Material\\_fuer\\_Sond erseiten/Industrie\\_4.0/Final\\_report\\_Industrie\\_4.0\\_accessible.pdf](http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Material_fuer_Sond erseiten/Industrie_4.0/Final_report_Industrie_4.0_accessible.pdf). Acesso em: 17.06.2017

[3] EXECUTIVE OFFICE OF THE PRESIDENT PRESIDENT'S COUNCIL OF ADVISORS ON SCIENCE AND TECHNOLOGY. Accelerating US Advanced Manufacturing. 2011. Disponível em: <http://zip.net/bxtycq> Acesso em: 07 out. 2016.

[4] CONTROL ENGINEERING. Made in China 2025: Chinese government aims at Industry 4.0 implementation. 2016. Disponível em: <http://zip.net/bntxqc> . Acesso em: 27 set. 2016.

[7] CARVALHO NETO, C. Z. Educação Profissional Continuada: Incerteza, equívoco e sucesso em programas de formação continuada de gestores, especialistas e professores. São Paulo: Laborciencia editora, 2016.

[8] [8.2] [8.5] [10] \_\_\_\_\_. **Dissertação de Mestrado:** “Espaços ciberarquitetônicos e a integração de mídias por meio de técnicas derivadas de tecnologias dedicadas à educação”. Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Florianópolis, 2006. Disponível em: <http://www.carvalhoneto.cz.com/publicacao-academica/>. Acesso em 03.06.2017.

[8.1] VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

Organização

Promoção



\_\_\_\_\_ . **A formação social da mente.** São Paulo: Martins Fontes, 2003.

[8.3] THOMPSON, J. B. **A mídia e a modernidade: uma teoria social da mídia.** Petrópolis: Ed. Vozes, 2011.

[8.4] LEONTIEV, A. N. **Actividad, conciencia y personalidad.** Buenos Aires, Ed. Ciências del Hombre, 1978.

[8.6] SIEMENS, GEORGE (2004). **Conectivismo: Uma teoria de Aprendizagem para a idade digital.** Disponível em: [http://wiki.papagallis.com.br/George\\_Siemens\\_e\\_o\\_conectivismo](http://wiki.papagallis.com.br/George_Siemens_e_o_conectivismo). Acesso em 03/06/2017.

[9] CARVALHO NETO, C.Z. **Educação Digital: Paradigmas, Tecnologias e Complexmedia dedicada à Gestão do Conhecimento.** Tese de doutoramento defendida perante o Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2011. Disponível em: [http://www.carvalhonetocz.com/wp-content/uploads/downloads/2011/08/A5\\_TESE\\_CARVALHO\\_NETO\\_CZ.pdf](http://www.carvalhonetocz.com/wp-content/uploads/downloads/2011/08/A5_TESE_CARVALHO_NETO_CZ.pdf). Acesso em 20/05/2017.

[9.1] \_\_\_\_\_ . **Estudos de Pós-Doutoramento: "Aprendizagem e Autoria em Ensino de Física: análise de um modelo de engenharia e gestão do conhecimento, aplicado no Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA).** ” Disponível em: <http://www.carvalhonetocz.com/publicacao-academica/>. Acesso em 18.06.2016.

[9.2] DEL BIANCO, N. R. **Aprendizagem por rádio.** In: **Educação a distância.** O estado da arte. São Paulo: Pearson, 2008.

[9.3] AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D.; HANESIAN, J. **Psicologia educacional.** Rio de Janeiro, Interamericana, 1980.

[9.4] POLANYI, M. (1966). **The tacit dimension.** London: Routledge & Kegan Paul.

[10.1] LÉVY, P. **A conexão planetária: o mercado, o ciberespaço, a consciência.** São Paulo: ed. 34, 2001.

[10.2] FRAGO, A. &; ESCOLANO, A. **Curriculum, Espaço E Subjetividade: A Arquitetura Como Programa.** 2. Ed. Rio de Janeiro: DP&A, 2001.

[11] CARVALHO NETO, C. Z. **EDUCAÇÃO 4.0: Gestão e docência com inovação em educação.** São Paulo: Laborciencia Editora, 2017. (No prelo).

## **THE ADVANCED INDUSTRY AND LEARNING IN ENGINEERING: CONTRIBUTIONS OF EDUCATION 4.0 IN THE TRAINING OF HUMAN RESOURCES**

**Abstract:** Advanced Industry, also known as Industry 4.0, imposes new challenges on the training of human resources whose skills, abilities and explicit knowledge require a new professional profile that is already essential for the management, execution and operation of advanced manufacturing processes. Current, monolithic, linear and closed educational models in themselves fail to play a fundamental role in the formation of a new society where physical abilities will give way to cognitive abilities, systemic abilities and social skills. In order to meet these new demands, this article presents the 'Education 4.0' model, structured by four dynamically interconnected theoretical-technological axes, with the potential of creating strategic and operational plans for higher and basic education institutions, more specifically those aimed at the training of high level engineers and technicians, with a view to meeting new human resources profiles for management, teaching and education.

**Key-words:** Advanced Industry; Industry 4.0; Advanced Manufacturing; Education 4.0; Training of Human Resources; Education in Engineering.

Organização

Promoção