

CONVERGÊNCIA TECNOLÓGICA, EDUCAÇÃO E TRABALHO: DO DISCURSO SOCIAL GLOBAL AOS DESAFIOS REGIONAIS

TECHNOLOGICAL CONVERGENCE, EDUCATION AND WORK: FROM THE SOCIAL GLOBAL DISCOURSE TO REGIONAL CHALLENGES

Waleska Camargo Laureth*

RESUMO

De tempos em tempos um vocabulário explicativo da realidade é renovado, constituindo um discurso social sobre quais os melhores rumos, por vezes dado como inevitável, para o desenvolvimento econômico e social. Atualmente uma das palavras de ordem é inovação. Inovar tornou-se a chave mestra para problemas como a sustentabilidade ambiental, o desenvolvimento social, mas principalmente para a competitividade comercial. Trata-se de um movimento que tem raízes mais profundas na própria reestruturação produtiva das últimas décadas, pautada, sobretudo na diferenciação dos produtos, na reorganização do processo de trabalho e no uso intensivo de ciência e tecnologia enquanto motor de competitividade. Neste contexto, propõe-se o debate sobre o movimento de sinergia entre áreas da ciência e campos da tecnologia – convergência tecnológica – enquanto elementos da inovação e os desafios para a educação para o trabalho.

Palavras-chave: Convergência tecnológica. Educação. Trabalho. Inovação.

ABSTRACT

From time to time an explanatory vocabulary of reality is renewed, constituting a social discourse on which is the best course, sometimes given as inevitable, for economic and social development. Currently one of the watchwords is innovation. Innovation has become the master key to problems such as environmental sustainability, social development, but mainly for trade competitiveness. It is a movement that has deeper roots in the restructuring process of recent decades, based principally on product differentiation, the reorganization of the work process and the intensive use of science and technology as a competitive engine. In this context, the purpose is the debate on the motion of synergy between science and technology fields - technological convergence - as elements of innovation and challenges for work education.

Keywords: Technological convergence. Education. Work. Innovation.

1. CONVERGÊNCIA TECNOLÓGICA: MODELO DE PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO E INOVAÇÕES PARA O SISTEMA PRODUTIVO

Basta um rápido olhar nos documentos que organizam as políticas públicas brasileiras para perceber que a inovação é entendida como processo irreversível e elegida o caminho para desenvolvimento do país. Nossa principal agenda positiva para o desenvolvimento – Plano Brasil Maior – tem por foco estimular a inovação para alavancar a competitividade industrial; esse foco permitiria o país avançar rumo a novos patamares de desenvolvimento econômico e social (BRASIL, 2011). A atual política de desenvolvimento industrial destaca o incentivo do desenvolvimento das tecnologias emergentes, enquanto elemento importante para o aumento da capacidade e da

* Socióloga, Doutora em Educação. E-mail: waleskalaureth@yahoo.com.br

complexidade industrial do país. Somado à política industrial, à agenda governamental para a ciência e a tecnologia também tem priorizado um viés mais pragmático para o incentivo da produção do conhecimento. Um dos momentos recentes dessa orientação é o deslocamento da centralidade da pós-graduação na formação de docentes para maior valorização dos programas com produção em pesquisa (KUENZER e MORAES, 2005). Mais recentemente, a proposta de mudança de gestão do Ensino Superior para o MCTI traz indícios que o estímulo à produção do conhecimento tem por prioridade o desenvolvimento competitivo da economia com base na produção científica e tecnológica. A competitividade das empresas é associada diretamente, nessas políticas, ao desenvolvimento econômico e social, crescendo a proposta de aproximação entre universidades e empresas como forma de alimentar o ciclo virtuoso conhecimento-competitividade-desenvolvimento (DAGNINO, 2003).

A triangulação – ciência, tecnologia e inovação – é entendida nesse discurso como base de estruturação do desenvolvimento econômico, motor do ciclo virtuoso de transformação de competitividade em lucros e esse em aumento da qualidade de vida da população.

Nos moldes em que se encontra organizada a economia mundial moderna e na velocidade com que hoje ocorrem as mudanças tecnológicas, os Países como o Brasil tem que realizar um enorme esforço para avançar na geração e utilização do conhecimento técnico-científico, criando capacidades e competências em áreas estratégicas. Avançar na estruturação de uma base econômica, apoiada em um processo endógeno e dinâmico de inovação, é decisivo para que o Brasil possa realizar o sonho de uma sociedade próspera, justa e soberana capaz de interferir à escala global, nos rumos e na gestão do desenvolvimento mundial (MCTI, 2012: pp. 09).

Mediadores do desenvolvimento industrial, ciência e tecnologia são tomados como base do processo de inovação, tal qual é construída atualmente. Não é propriamente nova a articulação entre essas duas esferas do conhecimento em prol do incremento do processo produtivo. A relação entre avanço do conhecimento e o desenvolvimento socioeconômico já foi apontada por pensadores da modernidade como Smith, Marx e Schumpeter. Nas últimas décadas, o que há de novo na prática produtiva comercial são os rápidos avanços gerados pela ação sinérgica entre esses campos para sua aplicabilidade comercial. Tomemos alguns elementos que vêm constituindo essa sinergia.

Por um lado, temos a chamada Convergência Tecnológica. Dentre os componentes da produção do conhecimento, aplicabilidade e inovação, a concepção de convergência tecnológica ganha espaço como estratégia que permite o avanço do domínio cognitivo e técnico sobre as condições sociais e naturais. O ponto focal dessa convergência é combinar o que há de mais desenvolvido entre diferentes campos científicos e tecnológicos em direção à resolução de uma determinada problemática comum (NFS, 2001; BAINBRIDGE e ROCO, 2006; CAVALHEIRO, 2007; CGEE, 2008; WIENROTH e RODRIGUES, 2015).

Enquanto momento histórico, alguns eventos marcam a construção do discurso social sobre a convergência tecnológica e o progresso social. Em 2001, o evento *Converging Technologies for Improving Human Performance*, promovido pela entidade norte-americana *National Science Foundation* com especialistas da academia, setor privado e governo, resultou em um relatório que denotou a convergência enquanto ação

sinérgica de quatro pares científico-tecnológico correlatos: Nanociência e a Nanotecnologia, a Biomedicina e a Biotecnologia, Tecnologia da informação e Ciência Cognitiva (BAINBRIDGE & ROCO, 2006). Movimento similar aconteceu nos anos seguintes na Europa. Em 2004, a *High Level Expert Group* apontou a convergência enquanto conjunto de conhecimentos e tecnologias que se associam em busca de um objetivo comum. Na Inglaterra, o tema também foi debatido nos mesmos anos pela *The Royal Society* e *The Royal Academy of Engineering* com entendimento análogo aos seus pares, denominando convergência tecnológica as múltiplas formas em que as tecnologias podem se combinar e refletir a natureza interdisciplinar entre os campos de conhecimento (CAVALHEIRO, 2007).

Para o *Consejo Superior de Investigaciones Científicas da Espanha* (2006), as tecnologias convergentes são o campo de estudo interdisciplinar das interações entre sistemas vivos e artificiais para elaboração de novos dispositivos que expandam ou melhorem as capacidades cognitivas, comunicativas, da saúde, das capacidades físicas (CAVALHEIRO, 2007). O Brasil não ficou alheio ao movimento internacional e por meio do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) deu seu parecer sobre o tema, entendendo-o enquanto integração pela sinergia de conhecimentos e tecnologias já existentes que possibilitam, não só a geração de novos conhecimentos, mas também a produção de bens e serviços, que não seriam possíveis de desenvolvimento por cada área isoladamente (CGEE, 2008).

Derivadas desse discurso social algumas premissas de organização do trabalho científico e tecnológico parecem ser fundamentais para o sucesso dessa convergência: capacidade de interação interdisciplinar, construção de projetos orientados pela aplicabilidade e capacidade de legibilidade entre sistemas explicativos de diferentes âmbitos do conhecimento. A partir das potencialidades conquistadas por campos científicos e áreas tecnológicas, pretende-se com o movimento da convergência tecnológica aumentar os patamares de sucesso na resolução de algumas problemáticas sociais, econômicas e ambientais. Note-se que não se trata de sinergia somente entre o chamado grupo NBIC (sigla para Nanociência, Biotecnologia, Tecnologia da Informação e Ciências Cognitivas), mas de um *modus operandi* na produção do conhecimento científico e atividades tecnológicas. A noção de projeto está subjacente à ideia da convergência. A produção do conhecimento se daria desde seu princípio guiado por uma finalidade. Estaríamos operando em um Modo 2 de produção do conhecimento, diferente do modelo tradicional de pesquisa básica, seguindo para pesquisa aplicada para um modelo focado na aplicação (GIBBONS *et al.*, 1994).

Imaginar que esse movimento é totalmente novo seria o mesmo que imaginar que a produção do conhecimento científico em algum momento se deu de maneira neutra, independente de interesses e que haveria, atualmente, uma mudança no comportamento dos cientistas e dos interesses que permeiam a academia. Podemos perceber, contudo, que a disposição dos pesquisadores para interagir com diferentes campos do conhecimento e a organização desses conhecimentos em torno de uma parceria temporária para solucionar uma problemática, vem sendo uma estratégia de articulação e produção de ciência e tecnologia na contemporaneidade. Parece haver um aumento na disposição em se estabelecer comunicações e parcerias entre alguns campos disciplinares e um discurso mais aberto em relação à aplicação das pesquisas.

Um desafio é articular a produção do conhecimento disciplinar com uma epistemologia e objeto peculiar, que continua sendo a forma predominante de organização do conhecimento, a construção de soluções que dependem da atuação

articulada entre disciplinas. Ainda não se construiu um método científico que tenha substituído o paradigma de produção do conhecimento pela via disciplinar, ou seja, dentro das fronteiras de um campo científico específico. O que se percebe é um aumento da proposta de trabalho em conjunto de diferentes áreas do conhecimento com vistas à satisfação de um objetivo comum. Não se constroem novas disciplinas na convergência tecnológica, nem se rompe as fronteiras disciplinares em direção à construção de um novo método e objeto – princípio transdisciplinar (BIANCHETTI e JANTSCH, 2011, p. 29). Entendemos que o princípio norteador da convergência tecnológica é a interdisciplinaridade, pois não se trata da redução dos diferentes campos do conhecimento a um denominador comum, mas da exploração das potencialidades de cada ciência por meio da diversidade e da criatividade (ETGES, 2011). As ciências e as tecnologias se associam conforme o direcionamento da pesquisa, multiplicando os esforços que possam alimentar o interesse comum de desenvolvimento de uma problemática, mas desfazem seus laços assim que os projetos terminam.

Um exemplo de convergência tecnológica pode ser observado na construção das aplicações comerciais nanotecnológicas. A nanotecnologia trata da interação entre campos de conhecimento, diferentes tecnologias para a aplicação em produtos e processos. A base científica da nanotecnologia é a Nanociência, ciência que investiga e manipula a matéria na escala manométrica: um nanômetro (nm) equivale à bilionésima parte de 1 metro (m) (SCHULZ, 2009, p.31). Contudo, somente o conhecimento da escala e o entendimento que a matéria se comporta de maneira diferente na dimensão nanométrica¹ não são suficientes para fornecer soluções para uma determinada problemática. Para se convergir em pesquisa aplicada a nanotecnologia depende da interação com diferentes campos do conhecimento – principalmente, Biologia, Medicina, Química, Física, Engenharias e Ciências da Informação – e a mediação tecnológica principalmente com desenvolvimento de novos materiais e a utilização de equipamentos de alta precisão (PUC-RJ, 2011). Com a convergência para um determinado projeto, o resultado comercial da nanotecnologia tem sido a produção de medicamentos de alta precisão – *drugs delivery*, maximização do processo de miniaturização – chips, processadores, condutores, etc., diferenciação de produtos e função agregada – tintas com poder bactericida, materiais mais resistentes – nanotubos de carbono e centenas de outros produtos e processos que se utilizam da nanotecnologia para o uso comercial (ABDI, 2010).

Outros exemplos relacionados no discurso da convergência são a *Internet das coisas* e a *Indústria 4.0*. Vamos aos seus discursos sociais. Uma das principais feiras de tecnologia de fabricação acontece anualmente na Alemanha, a Feira Industrial de *Hannover* teve como tema em 2015 o modelo de Indústria 4.0. Tomada por alguns como a quarta revolução industrial, a Indústria 4.0 está estruturada em sistemas de produção que utilizam o que há de mais moderno em automação e sistemas inteligentes de comunicação. Tendo como noção principal a interligação de sistemas, a Indústria 4.0 caracteriza-se por uma fábrica inteligente de alta complexidade tecnológica em que as máquinas, os produtos, os insumos e clientes estão conectados pela comunicação de dados para monitoramento e tomada de decisão.

A indústria 4.0 é um projeto no âmbito da estratégia de alta tecnologia do governo alemão que promove a informatização da Manufatura. O objetivo é chegar à fábrica inteligente (*SmartManufacturing*) que se

¹ O tema pode ser consultado em Wakamatsu (2009).

caracteriza pela capacidade de adaptação, a eficiência dos recursos e ergonomia, bem como a integração de clientes e parceiros de negócios em processos de negócios e de valor. Sua base tecnológica é composta por sistemas físicos/cibernéticos e a Internet das Coisas. Especialistas acreditam que a Indústria 4.0 ou a quarta revolução industrial poderia ser realizada dentro de uma década (SANTOS, 2015).

Dentro das fábricas do futuro, tanto os produtos quanto as máquinas serão capazes de comunicar-se e monitorar-se. Eles descobrirão se existem falhas e, usando cálculos independentes, determinarão quando a manutenção é necessária. Estas mudanças tornarão a produção e a logística mais flexíveis, já que a informação não mais será processada por uma única unidade central (BOSCH GROUP, 2015, p.05).

O conceito de fábrica inteligente deriva da combinação de elementos como aumento do nível de automação, avanço da miniaturização e, principalmente, pelo chamado movimento da *Internet das Coisas*. Mediados pelo uso da internet, os objetos terão a capacidade de conectar-se e interagir com troca de dados utilizando o resultado da troca de forma inteligente. O processo de fabricação estará cada vez mais automatizado inclusive na alimentação dos insumos. Para o cotidiano, a informatização das coisas promete conectar máquinas e pessoas simultaneamente. Por exemplo, segundo esse conceito, ao entrar na cozinha você poderá acessar seu computador pessoal, indicar qual receita deseja fazer para o jantar, neste momento a geladeira se conecta ao computador e informa que falta algum ingrediente. Caso você tenha alguém fazendo compras no supermercado, uma mensagem SMS poderá ser enviada pela geladeira avisando da necessidade da compra do tal ingrediente faltante. Para uma das maiores líderes mundiais em Tecnologia da Informação, a norte-americana CISCO, a janela de oportunidade já foi aberta e, em 2020, teremos mais de 20 milhões de objetos conectados – inteligentemente – à internet (EVANS, 2011).

A IoT (*Internet of Things*, Internet das coisas), algumas vezes referida como a Internet dos objetos, mudará tudo, inclusive nós mesmos. Isso pode parecer uma declaração arrojada, mas considere o impacto que a Internet já teve na educação, na comunicação, nos negócios, na ciência, no governo e na humanidade. Claramente, a Internet é uma das criações mais importantes e poderosas de toda a história humana. Agora, considere que a IoT representa a próxima evolução da Internet, dando um grande salto na capacidade de coletar, analisar e distribuir dados que nós podemos transformar em informações, conhecimento e, por fim, sabedoria. Nesse contexto, a IoT se torna bem importante (EVANS, 2011).

A partir desses exemplos de convergência tecnológica – sinergia entre campos científicos e tecnológicos visando a aplicabilidade, Indústria 4.0 e Internet das Coisas – entende-se que há uma tendência mundial de complexificação da matriz de ciência e tecnologia pela articulação interdisciplinar dos conhecimentos sobre o domínio cognitivo e técnico e as condições naturais e sociais. Em muitos casos, a convergência tecnológica tem resultado na criação de conhecimento, técnicas e tecnologias novas, que são apropriadas comercialmente enquanto como inovação tecnológica industrial. A inserção das inovações vindas desse modelo de produção do conhecimento e da pesquisa aplicada nos processos produtivos pode trazer algumas consequências tanto para a escolarização básica quanto para a educação profissional. Parte-se dessa

construção de discurso social, que coloca a inovação, como motor do desenvolvimento socioeconômico, para destacar alguns desafios relacionados ao contexto educacional brasileiro e à qualificação do trabalhador.

2. DESAFIOS DO PROCESSO DE CONVERGÊNCIA TECNOLÓGICA PARA A EDUCAÇÃO E O TRABALHO

É preciso educar para inovar e inovar para educar. O país está pronto para a agenda do século XXI, que exige foco e investimentos em inovação, sustentabilidade e interdisciplinaridade. Este trinômio só se tornará viável com o fortalecimento das conexões da Ciência com Educação e da Ciência com Tecnologia e Inovação (ANDRADE, 2010).

A intenção deste item não é relembrar todas as mazelas que permeiam nosso sistema educacional. Melhorar a qualidade do ensino ofertado para os diferentes níveis escolares, valorizar o profissional da educação e oferecer infraestrutura adequada são pontos pacíficos sobre as necessidades urgentes para a educação brasileira. Uma segunda questão conceitual diz respeito à noção de juventude: entende-se que se trata de um grupo não homogêneo e com características diferenciadas em relação ao seu papel social. Vivenciam diferentes tipos de desigualdades, discriminações, situações de fragilização social, pobreza, desamparo familiar, diferença geracional, distribuição de oportunidades, expectativas relacionadas aos papéis sociais, práticas de consumo, etc. (IPEA, 2009). Combinados esses termos para o restante da discussão, passamos a apontar alguns dados para problematizar a questão da convergência tecnológica e os desafios para educação e o trabalho.

A força de trabalho que alimentará a chamada Indústria 4.0 no Brasil, bem como aqueles que farão a engenharia e a gestão da Internet das Coisas, ainda estão frequentando ou frequentarão o sistema escolar. As instituições de educação profissional, em um futuro próximo, terão o desafio de qualificar trabalhadores sem saber hoje quais as ocupações e os perfis profissionais que as fábricas inteligentes irão demandar. Na Alemanha que, juntamente aos EUA, desponta na antecipação de tendências para formação nesse cenário de convergência e inovação, esse perfil vem sendo alinhado com empresas, universidades e governo. Naqueles países tem crescido a intensificação do ensino do grupo STEM (do inglês *science, technology, engineering, mathematics*) ou seu relacionado em alemão MINT (*naturwissenschaft, technik informatik, mathematik*), enquanto estratégia educacional para as sociedades que desejam se firmar como tecnologicamente avançadas. No Brasil, o desafio se torna ainda maior. Iremos enfrentar um novo conceito de organização fabril sem haver consolidado uma oferta de ensino público de qualidade, baixa aprendizagem no grupo STEM e que pouco desenvolve em nossos futuros trabalhadores capacidades mais complexas: diferentes formas de comunicação, domínio de diferentes linguagens e desenvolvimento do raciocínio lógico-formal (KUENZER, 2002). Vejamos alguns dados.

A taxa de conclusão do Ensino Fundamental entre jovens de 16 anos subiu de 63% em 2011 para 71,7% em 2013 (IBGE, 2013). Cerca de 50% dos jovens até 19 anos concluíram o Ensino Médio em 2013, tímido crescimento de 4% em relação a 2011 (IBGE, 2013). Do total de estudantes brasileiros, cerca de 6% cursam a educação

profissional concomitante ao Ensino Médio, média que chega a 50% nos países ditos desenvolvidos (MCKINSEY, 2012). A quantidade de jovens de 15 a 29 anos na condição de “nem-nem” – nem estudam nem trabalham – é de 1 em cada 5, cerca de 7 milhões de jovens brasileiros (IGBE, 2013). Esses dados estão refletidos nas metas do Plano Nacional de Educação 2011-2020, dentre elas: (meta 8) elevar a escolaridade média da população de 18 a 24 anos de modo a alcançar mínimo de 12 anos de estudo para as populações do campo, da região de menor escolaridade no país e dos 25% mais pobres, bem como igualar a escolaridade média entre negros e não negros, com vistas à redução da desigualdade educacional; (meta 10) oferecer, no mínimo, 25% das matrículas de educação de jovens e adultos na forma integrada à educação profissional nos anos finais do ensino fundamental e no ensino médio; (meta 11) duplicar as matrículas da educação profissional técnica de nível médio, assegurando a qualidade da oferta (BRASIL, 2014).

Além de universalizar a escola e garantir metas de escolaridade, a qualidade da educação refletida no nível do aprendizado é outro desafio para a educação brasileira. Um exemplo de medida da eficiência do aprendizado, ainda que possa ser questionado pelo método e contextualização, é o resultado alcançado pelo Brasil na avaliação internacional *Programme for International Student Assessment (PISA)* - Programa Internacional de Avaliação de Estudantes. Com periodicidade de 3 anos o objetivo do PISA é avaliar de forma comparada os níveis de aprendizagem de estudantes na faixa etária dos 15 anos. Os últimos dados brasileiros (PISA, 2009; 2012) apontaram que o nível de aprendizado dos alunos brasileiros avaliados na área das ciências é de nível básico. Isso quer dizer que nossos alunos se apropriaram de conhecimentos científicos para explicar cientificamente contextos familiares ou conclusões simples. Na escala de (1) a (6), em que (1) corresponde ao nível mais simples e o (6) o nível mais complexo, os alunos brasileiros se situam no nível 2: são capazes de refletir de forma direta e de fazer interpretações literais de resultados de pesquisas científicas ou de soluções de problemáticas tecnológicas (PISA, 2009; PISA, 2013). São futuros estudantes do Ensino Médio que acessam essa modalidade de ensino com um nível de aprendizagem baixo e com baixa capacidade desenvolvida no âmbito científico.

Esses jovens chegam ao mercado de trabalho e enfrentam o descrédito do empregador com as competências profissionais desenvolvidas no sistema de ensino. Mundialmente os empregadores apontam que os jovens não possuem as competências necessárias para ocupar os empregos disponíveis, reflexo tanto da qualidade do ensino ofertado quanto da falta de interlocução entre empresas e instituições de ensino para alinhamento da construção de competências (MCKINSEY, 2012). Da parte dos jovens, muitos não conseguem inserir-se em cursos profissionalizantes por conta dos custos para estudar, da falta de valorização do profissional com nível técnico, da necessidade de entrar precocemente no mercado de trabalho e pela falta de empregos na área em que se formaram (MCKINSEY, 2012). No Brasil a quantidade de jovens desempregados chega a 60% do total de desempregados, segundo dados do IPEA (2009). Ainda que pelo motivo econômico, a necessidade de melhorar a capacidade da força de trabalho seja também solicitada pelos empregadores:

Qualificação da mão de obra é extremamente importante para o setor empresarial, para os trabalhadores e para a economia como um todo. Pela parte econômica, trabalhadores mais qualificados tendem a ter maior produtividade, contribuindo mais para o crescimento do país. Da parte dos trabalhadores, maior qualificação implica maior

remuneração e aumento do bem-estar. E da parte empresarial, mão de obra qualificada significa maior eficiência produtiva, menores custos e maior competitividade. Não obstante ao reconhecimento de sua importância, existe hoje no país carência de mão de obra na quantidade e qualidade requerida pelo setor empresarial, gerando impactos negativos sobre a competitividade industrial (FIRJAN, 2014).

Para o jovem, a situação social de baixa escolaridade e qualidade do ensino ofertado, a possibilidade de não se inserir no mercado de trabalho em empregos com capacidade de oferecer uma condição econômica decente, reforça o papel da escola como espaço fundamental para adquirir e construir conhecimento e desenvolver-se enquanto ser humano integral. A condição de emprego para estes jovens passa pela falta de empregos disponíveis e demanda por melhores níveis de qualificação dos trabalhadores, que impactam diretamente na quantidade de jovens desempregados em todo o mundo. A OIT estima que atualmente existam 75 milhões de jovens desempregados em todo o mundo, sem incluir aqueles que atuam em subempregos, podendo chegar aos 85 milhões até 2020 (MCKINSEY, 2012).

Além de uma escola que estimule o desenvolvimento de capacidades e a aquisição de conhecimento que permita ao jovem uma inserção autônoma nos diversos campos da vida social, no mercado de trabalho e o exercício da cidadania, a atividade da docência enfrenta o desafio de trabalhar com uma geração que traz em seu *habitus* a incorporação das tecnologias digitais. De modo geral esse jovem é o que experimenta

(...) mais intensamente as novas maneiras de estar no mundo, vivenciando as novas conexões entre tempo e espaço e a disseminação das novas tecnologias de informação e comunicação. Os múltiplos usos do telefone celular, a socialização na cultura digital, enfim, o acesso – ainda que desigual e diferenciado – à internet fazem parte desta inédita experiência geracional. É também esta a geração juvenil que vive de maneira mais generalizada os medos advindos dos riscos ambientais que ameaçam a humanidade. Assim como é a presente geração juvenil que experimenta na pele as consequências das rápidas e incessantes mudanças tecnológicas que transformam o mundo do trabalho, que provocam novos fluxos migratórios e que impõem novas e criativas estratégias de inserção social e produtiva (IPEA, 2009, p.17).

A naturalidade com que o mundo digital se coloca no cotidiano desses jovens traz a característica de serem indivíduos nativos da era digital. Em termos de aprendizagem há consenso que cresce a desconexão entre a forma como são ministrados os conteúdos e organizadas as dinâmicas em sala e as diferenças de aprendizagem dos jovens nativos digitais (JUKES, 2008). Os nativos digitais são diferentes, em termos cognitivos, dos educadores: o avanço da neurociência e psicologia indica que as crianças e jovens raciocinam de maneira diferente dos seus educadores. A experimentação é parte da forma como aprendem. A lógica da tentativa-erro direciona o modo como interagem com o conhecimento: eles não têm medo de errar e aprendem mais rápido desta maneira (JUKES, 2008). São jovens capazes de fazer múltiplas tarefas concomitantemente. Ouvir música, escrever ao teclado, estar com a televisão ligada e teclar usando computadores ou celulares, trazem a habilidade e a intimidade de realizar várias atividades ao mesmo tempo com uma dimensão espacial ampliada. Vivenciando os acontecimentos mundiais em tempo real e se conectando com uma

diversidade de pessoas, essa geração aceita mais tranquilamente a diversidade e desenvolveu uma visão sistêmica da realidade (BORGES, 2012, p. 72).

A formação dos nossos docentes contrasta com a forma como esses jovens retêm o conhecimento. Segundo Jukes (2008) os *nativos digitais* preferem receber as informações de forma rápida, a partir de fontes diversas da mesma maneira que preferem realizar múltiplas tarefas a partir de diferentes estímulos. Muitas vezes os profissionais de educação não atentam para esta característica e optam por trabalhar concentrado em uma atividade singular. Antes da utilização do texto, os nativos digitais preferem as imagens, os sons e os vídeos para acessar as informações, um estilo de aprendizagem que contrasta com o modo como a maior parte dos educadores foi formada, instrumentalizada pelo texto. Esses jovens preferem uma lógica multidirecional na forma como se relacionam com o conhecimento. Embora importante na criação de um raciocínio próprio, levando a resultados interessantes, os nativos digitais sentem dificuldades em compreender temas em profundidade partindo de uma sequência linear e lógica.

A lógica do *just in time* é preferida pelos nativos digitais enquanto os educadores preferem ensinar pelo modo *just in case*. Um exemplo clássico de *just-in-time* acontece quando um nativo digital compra ou recebe um novo jogo ou dispositivo digital. Ao comprar um jogo, certamente ele não irá ler o manual. Começam a jogar e explorar a interface do jogo e, assim que compreendem seu funcionamento, saem pesquisando em blogs, grupos de usuários e fóruns para descobrir o que mais eles podem fazer ou como solucionar problemas. Esses alunos preferem aprender o que é relevante, imediatamente útil e divertido. Eles querem que sua aprendizagem seja relevante e imediatamente útil. Eles querem saber quais as possibilidades e conexões, e não há motivo para o acesso ao conhecimento não ser divertido.

Claramente uma mudança de postura frente ao processo de ensino-aprendizagem se torna importante para se tornar significativa para estes jovens. Não se trata de esvaziar os conteúdos escolares para tornar a escola um clube, mas, sim, buscar estratégias para que a vida escolar tenha realmente elementos para o desenvolvimento multilateral de todos os alunos. A necessidade de repensar o modelo escolar parte da constatação de que o mundo não é mais o mesmo das gerações anteriores. Consolidam-se formas diferenciadas de se relacionar com o conhecimento e com os outros, tanto pelas novas formas de comunicação quanto pela constituição de novas relações sociais. Convivem ainda nas instituições de ensino alunos com o perfil de nativo de digital e alunos mais maduros, considerados imigrantes digitais. Seja na modalidade do Ensino de Jovens e Adultos (EJA), ou ainda, frequentando cursos técnicos, tecnológicos e de aperfeiçoamento profissional, esses adultos demandam uma organização de ensino que traga elementos para que possam se inserir com qualidade no mercado de trabalho. Esses alunos muitas vezes já atuam profissionalmente e estão em busca de melhor formação integral, incluindo conhecimentos técnicos e gerais. No entanto, não se apropriaram da linguagem digital e da demanda do mercado por pensamento complexo baseado em explicações científicas.

Em suma, nosso sistema de ensino carece de um *upgrade* na qualidade da educação ofertada, ao mesmo tempo em que necessitamos aumentar os anos dedicados à vida escolar como forma de incrementar as capacidades dos alunos. Na dimensão da aprendizagem, as discussões sobre novas metodologias em função do perfil do jovem contemporâneo e o impacto que as tecnologias de informação trouxeram para a forma como nos relacionamos com o conhecimento e também uma mudança em como os

profissionais de educação mediam o conhecimento para que a educação seja significativa. A educação profissional, além de preparar para as profissões hoje demandadas, ainda deverá se tornar apta a fornecer trabalhadores qualificados para profissões que serão diferentes das competências hoje requeridas. O uso intensivo de softwares e sistemas simultâneos de comunicação torna o trabalho cada vez mais mediado por novas tecnologias e demandará o desenvolvimento da competência digital. Hoje nossos jovens possuem a competência digital mais relacionada ao lazer e às atividades do cotidiano. No contexto da internet das coisas e da fábrica inteligente, essa capacidade digital será demandada na forma de competência digital para atuar em uma organização do trabalho, na qual funções de coordenação, controle e apoio estarão coordenadas pela integração entre máquinas virtuais e reais (Industrie 4.0 Working Group, 2013).

Ter as pessoas certas no lugar certo é fundamental para alavancar ganho tecnológico, e para a realização dos objetivos de manufatura inteligente. Isso levou a muita discussão sobre a escassez de trabalhadores qualificados na força de trabalho, muitas vezes referido como o "déficit de competências". De acordo com o Departamento de Educação dos Estados Unidos, "60% dos novos empregos que vão surgir no século 21 exigirão habilidades possuídas por apenas 20% da força de trabalho atual". Dessa forma, além de desenvolver novas tecnologias, também será necessário esclarecer onde as pessoas vão estar situadas dentro do processo de produção no futuro, e como a interação entre pessoas e máquinas ocorrerá (SANTOS, 2015).

Não bastará construir um software para determinada finalidade, será preciso inteligência humana para relacionar as necessidades com as possibilidades de convergência tecnológica. O trabalho, ainda que dependa do corpo físico para ser realizado, cada vez mais se caracteriza pelo uso da inteligência, do saber e da capacidade de colocar o conhecimento disponível em forma aplicável. A dinâmica social é a da produção do conhecimento em que se

Cunham-se, então, as expressões “economia do conhecimento” e “sociedade do conhecimento”, para caracterizar uma dinâmica fortemente apoiada nas atividades intensivas em conhecimento, a qual é, simultaneamente, econômica, política e social. É econômica em razão da geração de riqueza com produtos de alta tecnologia (60% do comércio internacional é dominado por produtos de média e de alta tecnologia, conforme informa De Negri (2005); é social porque esses produtos interferem na vida social – crianças usam jogos em computadores, há votação eletrônica, a Internet deve incorporar telefone e transmissões de TV e de rádio, etc.; e é política porque os governos, de todos os principais países do mundo, e daqueles aspirantes a tal posto, desenvolvem instrumentos de apoio ao desenvolvimento da ciência, da tecnologia e da inovação pelas empresas (SALERNO e KUBOTA, 2008)

Profissões relacionadas ao grupo STEM, como robótica, engenharias específicas, mecatrônica e especialistas em fabricação estarão na dianteira de uma plataforma de produção de convergência entre TIC, automação e softwares especializados. Como já apontado em estudo sobre as competências necessárias para trabalhar com

nanotecnologia (LAURETH, 2014), os profissionais da convergência tecnológica são demandados em uma competência específica: a competência corporativa. Caracterizada pela capacidade de transpor o modelo de inovação feito na academia para uma inovação industrial. A demonstração dessa competência na fábrica inteligente se dá na transformação dos conhecimentos específicos de um campo científico ou tecnológico em aplicação em um determinado tipo de negócio. No caso da nanotecnologia foi identificado que as empresas de diferentes setores industriais buscam profissionais na academia – principalmente físicos, químicos e engenheiros – para aplicar os conhecimentos da nanociência em seus produtos e/ou processos. Esses profissionais funcionam como pontes entre o conhecimento disponível da manipulação da matéria e as possibilidades de aplicação (LAURETH, 2014). No caso da indústria 4.0 e da utilização da internet das coisas os profissionais serão demandados em sua qualificação profissional estrita, mas com a necessidade do conhecimento do negócio para que as aplicações sejam efetivamente inteligentes.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS PARA UM DEBATE INICIAL

Crises de acumulação levam a soluções de reestruturação. Estaria a indústria antecipando uma tendência de crise e promovendo, antes mesmo que ela aconteça, uma reestruturação produtiva? Possivelmente sim. Segundo Harvey (2011) são seis os fatores que podem interromper o fluxo de capital: (i) capital inicial em forma de dinheiro insuficiente, (ii) escassez de oferta de trabalho ou dificuldades políticas com esta; (iii) meios de produção inadequados, incluindo os chamados “limites naturais”; (iv) tecnologias e formas organizacionais inadequadas; (v) resistências ou ineficiências no processo de trabalho; e (vi) falta de demanda fundamentada em dinheiro para pagar no mercado. “Um bloqueio em qualquer um desses pontos interrompe a continuidade do fluxo do capital e, se prolongado, acaba produzindo uma crise de desvalorização” (HARVEY, 2011, p. 46-47). Ao longo da história do capitalismo estratégias vêm sendo adotadas para superar ou diminuir os impactos que cada obstáculo pode trazer ao processo de circulação. Inovar tem sido uma dessas estratégias. A inovação faz parte do movimento geral de reinvestimento na produção para manutenção dos lucros e competitividade (HARVEY, 2011). Trata-se antes tudo de uma estratégia de sobrevivência comercial.

No Brasil, neste cenário de competitividade, encontra-se na condição periférica em dupla perspectiva: por um lado, marcado historicamente pelos modelos de produção de bens primários e, posteriormente, de industrialização via substituição de importações que caracterizam uma subordinação externa ao capital internacional e baixa demanda por inovação; por outro lado, um condicionante interno vindo da produção que se caracteriza pela maximização do lucro pela produção de mercadorias por trabalhadores precariamente remunerados (DAGNINO, 2010). A baixa demanda do empresariado brasileiro por inovação e, portanto, pouco dependente da introdução de novos conhecimentos na produção para extração de lucro, é característica da relação entre inovação tecnológica industrial e as políticas de ciência e tecnologia. Neste sentido, seria ingenuidade acreditar que o incentivo das políticas de ciência e tecnologia, bem como a política industrial recente, de aumento da competitividade industrial brasileira via inovação terá aderência instantânea pelo empresariado brasileiro. Mas, um discurso se consolida também pela repetição.

Entoar o *mantra do inovar* como solução de nossas mazelas sociais não garante que o lucro advindo da competitividade seja revertido em aumento do valor real dos

salários, aumento dos investimentos em educação, infraestrutura e outros serviços sociais que poderiam melhorar a qualidade de vida de mais brasileiros. Uma mudança significativa que transforme o Brasil em produtor de tecnológicas e não somente consumidor e montador de serviços multinacionais, depende de um projeto de longo prazo tanto de desenvolvimento industrial que passa inclusive pela mudança na mentalidade da própria indústria, quanto no projeto educacional do país. É preciso modernizar a plataforma tecnológica produtiva da mesma maneira que é preciso valorizar e investir na qualificação dos trabalhadores de todos os níveis de escolaridade. Investir e valorizar as pessoas são parte de um pacto social que precisa ser construído.

Do mesmo modo, inovar somente pelo lucro não é garantia de desenvolvimento social. Isso não quer dizer que a escola básica e a profissional devam preparar seus alunos balizados pelo mínimo. A melhoria da qualidade do ensino passa também pela democratização do conhecimento e da criação de condições para que todos possam ter acesso a qualquer tipo de ocupação no mercado de trabalho. Essa melhoria só virá do comprometimento via projeto político e pacto social sobre qual sociedade queremos deixar para nossos descendentes. As instituições de ensino também precisam pensar na sua modernização, oferecendo diferentes modalidades educacionais, estímulos para continuidade dos estudos e desenvolvimento de habilidades que permitam aos egressos se inserirem no mercado de trabalho. Já, os nativos digitais, pela forma naturalizada com que interagem com as tecnologias e a dinamicidade com que se dedicam a várias tarefas concomitantemente, demandam da escola uma nova prática de ensino-aprendizagem, refletindo diretamente na prática pedagógica desenvolvida em sala de aula (BORGES, 2012, p. 72). O desafio não é só modernizar a base tecnológica da indústria de transformação e impulsionar a qualificação de nível técnico e superior, mas entender que a educação é a base de todo esse processo. Adensar nossa capacidade de entendimento das ciências e o desenvolvimento de capacidades cognitivas complexas são elementos fundamentais para a inovação. E para que aconteça na direção do desenvolvimento social para todos, não basta pensamento lógico-formal, é preciso desenvolver também responsabilidade com o social.

Em relação à produção científica e tecnológica, não há muita novidade no seu uso para um determinado interesse, seja ele econômico ou social. A produção científica não é e nunca foi neutra. Os mais diversos interesses coletivos e individuais influenciam nos direcionamentos e resultados de pesquisas e “descobertas” científicas. No movimento da convergência tecnológica não temos um cenário diferente, contudo, a discussão não deve se voltar somente para a forma como esse conhecimento é produzido, mas como ele pode impactar em nossas vidas. No caso da educação e do trabalho, as transformações em curso aprofundam nossas dificuldades de ofertar uma aprendizagem significativa e possibilitar para que nossos estudantes ingressem no mercado de trabalho em condições de seguir carreiras profissionais de qualquer complexidade. As ocupações mais complexas e, portanto, melhor remuneradas, comumente são ocupadas por pessoas que tiveram oportunidade de frequentar instituições de ensino com maior qualidade. Mesmo os que avançam nos estudos se deparam com o atraso na atualização dos currículos no que tange às novidades/inovações científicas e tecnológicas. A inserção no mercado de trabalho é necessária para a manutenção tanto da vida individual quanto da sociedade, no entanto, o ensino preocupado com o desenvolvimento integral deve desenvolver práticas que permitam ao aluno construir uma capacidade cognitiva complexa. Essa capacidade diz respeito à mobilização de diferentes tipos de

conhecimentos e habilidades para enfrentar as situações que os jovens vivem no cotidiano – relações sociais e de trabalho.

As políticas de incentivo a inovação estão sendo bem mais agressivas em relação à mudança do nosso perfil tecnológico do que a agenda positiva para a melhoria da educação. O uso da ciência e tecnológica por um viés pragmático de motor para o aumento da complexidade do parque industrial abre uma porta perigosa de produção desses conhecimentos pelo viés mercadológico. Entendendo o papel que o conhecimento desempenha em nossa sociedade e que a posse dele também é elemento de diferenciação e poder, coloca a necessidade de aprofundamento da qualidade ofertada e da complexificação da educação profissional. Ainda que ocupações mais repetitivas e de baixo valor salarial mantenham-se no mercado, não impedem que nossa exigência em relação ao conhecimento disponível seja igualmente baixa. Dar condições para que os alunos saiam do ensino médio com capacidade de desenvolver qualquer tipo de atividade profissional é certamente uma maneira de empurrar a qualidade dos postos de trabalho disponíveis.

Alguns chegarão a esta altura da discussão e pensarão que somente parte da força de trabalho seja demanda em qualificações de alta complexidade e certamente estão certos. Mas os convido a pensar por que temos que nos contentar com uma educação que precariamente nos oportuniza a capacidade de usar toda a extensão do domínio cognitivo – conhecer, compreender, aplicar, analisar, dar respostas, fazer sínteses e avaliar? A importância adquirida da produção de conhecimento na nossa organização social é inegável numa sociedade fundada no conhecimento (CASTELLS, 1999). Se reconhecermos também que a matriz de ciência e tecnologia, que explica e produz o mundo em que vivemos, está mais complexa, os movimentos de informatização e virtualização são incontestáveis e se há mais conhecimento disponível que em qualquer outro momento da história humana, não há motivos para que o conhecimento de seja acessado de forma precarizada. O mundo se tornou mais complexo e convergente e a educação precisa criar condições para que os alunos tenham capacidades de viver de maneira autônoma e crítica em todas as esferas, principalmente no trabalho. Nosso papel, enquanto defensores da educação de qualidade, é consolidar um discurso social que demonstre sua importância para uma sociedade mais justa e socialmente sustentável.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Jailson. Conectando Ciência, Tecnologia e Educação. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 21, n. 9, 1593, 2010.

BAINBRIDGE, W. S.; ROCO, M. Progressive Convergence. In: BAINBRIDGE W.; ROCO, M. (Eds.) **Managing nano-bio-info-cogno innovations. Converging Technologies in Society**. Dordrecht: Springer, 2006. Disponível em: <http://www.wtec.org/ConvergingTechnologies/3/NBIC3_report.pdf> Acesso em: 24 julho de 2015.

BIANCHETTI, Lucídio; JANTSCH, Ari Paulo. Interdisciplinaridade: para além da filosofia do sujeito. In: BIANCHETTI, Lucídio; JANTSCH, Ari Paulo (Orgs). **Interdisciplinaridade: para além da filosofia do sujeito**. 9. ed. Petrópolis: Vozes, 2011. p. 19-33.

BRASIL, 2011. **Plano Brasil Maior: Inovar para competir. Competir para crescer.** Brasília: MDIC, 2011.

BRASIL. **Plano Nacional de Educação 2011-2020.** Brasília: Ministério da Educação, 2014.

BOSCH GROUP. **Indústria do futuro,** 2015. Disponível em: <http://www.boschrexroth.com.br/country_units/south_america/brasil/pt/downloads/Industria_4.0_rex.pdf>

CAVALHEIRO, Esper. A nova convergência da ciência e da tecnologia. **Novos estudos**, n. 78, 2007.

CASTELLS, Manuel. **A Sociedade em Rede.** v. I. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

CGEE - Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Convergência tecnológica.** Brasília: CGEE, 2008.

DAGNINO, Renato. A relação universidade-empresa no Brasil: e o “argumento da hélice tripla”. **Revista Brasileira de Inovação**, v.2, n.2, jul./dez., 2003.

DAGNINO, Renato. Por que os “nossos” empresários não inovam? In: DAGNINO, Renato (Org.). **Estudos sociais da ciência e tecnologia e política de ciência e tecnologia: abordagens alternativas para uma nova América Latina.** Campina Grande: EDUEPB, 2010.

EVANS, Dave. **A Internet das Coisas.** Como a próxima evolução da Internet está mudando tudo. CISCO, 2011.

ETGES, Noberto J. Ciência, interdisciplinaridade e educação. **Interdisciplinaridade: para além da filosofia do sujeito.** 9. ed. Petrópolis: Vozes, 2011. pp. 51-84.

FIRJAN. **Desafios Brasil 2015-2020 a visão empresarial.** Rio de Janeiro: FIRJAN, 2014.

GIBBONS, Michel *et al.* **The new production of knowledge: Dynamics of science and research in contemporary societies.** London: Sage, 1994.

GIBBONS, M.; LIMOGES, C.; NOWOTNY, H.; SCHWARTZMAN, S.; SCOTT, P. ; TROW, M. **The New Production of Knowledge: Dynamics of Science and Research. Contemporary Societies.** Sage Publications. 1994.

HARVEY, David. **O enigma do capital.** São Paulo: Boitempo, 2011.

IPEA. **Juventude e políticas sociais no Brasil.** Organizadores: Jorge Abrahão de Castro, Luseni Maria C. de Aquino, Carla Coelho de Andrade. – Brasília: Ipea, 2009.

IBGE. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio (PNAD).** Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

JUKES, Ian. **Understanding Digital Kids (DKs).** Teaching & Learning in the New Digital Landscape. The InfoSavvy Group, 2008. (BORGES, 2012: p. 72

KUENZER, Acácia. Conhecimento e competências no trabalho e na escola. **Boletim Técnico do Senac**. Rio de Janeiro, v. 28, n.2, pp. 2-11, maio/ago. 2002.

KUENZER, Acácia; MORAES, Maria Célia. Temas e tramas na pós-graduação em educação. **Educação e Sociedade**, v. 26, n.93, set./dez. 2005.

LAURETH, Waleska C. **Que competências são necessárias para trabalhar em nanotecnologia?** A demanda das empresas e a oferta educacional em uma área tecnológica emergente. Tese (Doutorado em Educação). Curitiba: UFPR, 2014.

MCTI - Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação: 2012 – 2015**. Balanço das Atividades Estruturantes. Brasília, 2012.

NATIONAL SCIENCE FOUNDATION (NSF). Site institucional. 2011. Disponível em: <<http://www.nsf.gov>> Acesso em: 13 dez. 2012.

PUC-RJ. **Engenharia em Nanotecnologia**: Mandala da Nanotecnologia. 2011. Disponível em: <http://nanotech.ica.ele.puc-rio.br/nano_introducao.asp>. Acesso em: 10 jan. 2011. (ABDI, 2010)

SALERNO, Mario Sergio; KUBOTA, Luis Claudio. Estado e Inovação. In: DE NEGRI, João Alberto; KUBOTA, Luis Claudio (Editores). **Políticas de Incentivo à Inovação Tecnológica**. Brasília: IPEA, 2008. Disponível em <http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/capitulo01_27.pdf>

SANTOS, Paulo Roberto dos. Tecnologia Você está preparado para viver a revolução da indústria 4.0? **Computerworld**, 2015. Disponível em: <<http://computerworld.com.br/tecnologia/2015/03/25/voce-esta-preparado-para-viver-a-revolucao-da-industria-4-0>> Acesso em: 20 de julho de 2015.

SCHULZ, Peter. **A encruzilhada da nanotecnologia**. Rio de Janeiro: Vieira&Lent, 2009.

MCKINSEY. **Educação para o trabalho**: Desenhando um sistema que funcione. USA, 2012.

WAKAMATSU, Mitzi H. **Análise interdisciplinar das oportunidades e riscos associados às Nanociências e às Nanotecnologias**. Santo André: Universidade Federal do ABC, 2009.

WIENROTH, Matthias; RODRIGUES, Eugénia. **Knowing New Biotechnologies: Social Aspects of Technological Convergence (Genetics and Society)** Hardcover – March 10, 2015.

Recebido em julho de 2014.

Aprovado em outubro de 2014.