

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/311565072>

# Inovação e Criatividade na Educação Básica: Dos conceitos ao ecossistema

Article · December 2016

DOI: 10.5753/rbie.2016.24.02.143

CITATIONS

0

READS

1,309

5 authors, including:



**David Cavallo**

Massachusetts Institute of Technology

22 PUBLICATIONS 502 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Helena Singer**

6 PUBLICATIONS 8 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Alex Sandro Gomes**

Federal University of Pernambuco

313 PUBLICATIONS 463 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Ig Ibert Bittencourt**

Universidade Federal de Alagoas

172 PUBLICATIONS 780 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



□ Sistemas Multiagentes y sus Aplicaciones a la Gestión de Objetos Digitales Educativos [View project](#)



PAT2Math [View project](#)



## Inovação e Criatividade na Educação Básica: Dos conceitos ao ecossistema

*Title: Innovation and Creativity on Basic Education: From concepts to the ecosystem*

**David Cavallo**

Universidade Federal do Sul da Bahia  
[david.cavallo@gmail.com](mailto:david.cavallo@gmail.com)

**Helena Senger**

Cidade Escola Aprendiz  
[hsinger67@gmail.com](mailto:hsinger67@gmail.com)

**Alex Sandro Gomes**

Universidade Federal de Pernambuco - UFPE  
[asg@cin.ufpe.br](mailto:asg@cin.ufpe.br)

**Ig Ibert Bittencourt**

Núcleo de Excelência em Tecnologias Sociais (NEES)  
Instituto de Computação – UFAL  
[ig.ibert@ic.ufal.br](mailto:ig.ibert@ic.ufal.br)

**Ismar Frango Silveira**

Universidade Presbiteriana Mackenzie - SP  
Universidade Cruzeiro do Sul - SP  
[ismar@mackenzie.edu](mailto:ismar@mackenzie.edu)

### Resumo

*A escola é a instituição do ideário educativo da sociedade e as mudanças no campo da educação, muitas delas estimuladas por recentes avanços no campo tecnológico, necessariamente passam por ela. Para aprender, o indivíduo precisa estar motivado, sensibilizado, interessado na informação que se lhe apresenta, e o modelo escolar não é voltado para motivar este interesse. Este problema fica mais acentuado ao se observar o currículo e as metodologias, que ao invés de estimularem a exploração da aprendizagem de forma inovadora e criativa, a tornam uma experiência meramente passiva. Desta forma, este artigo tem por objetivo i) introduzir os conceitos e metodologias para o estímulo às habilidades criativas na complexidade do ensino formal; ii) descrever diferentes manifestações de inovação e criatividade na educação básica nacional, por meio do uso de abordagens ativas com o apoio de tecnologias; iii) apresentar políticas públicas de estímulo à inovação e criatividade; e iv) propor um modelo ecossistêmico para habilitar, apoiar e promover atividades inovadoras e criativas por meio do adequado planejamento pedagógico que envolva a aplicação efetiva de recursos computacionais.*

**Palavras-Chave:** Inovação, Criatividade, Educação Básica, TIC e TICC, Ecossistema de Inovação e Criatividade.

### Abstract

*School is the institution of the educational ideals of society. Changes in the field of education, mainly stimulated by recent advances in the technological field, necessarily pass through it. To learn, individuals need to be motivated, aware, interested in the content, yet the school model is not geared to motivate such interest. This problem is more pronounced when observing the curriculum and methodologies that, instead of stimulating learning in more innovative and creative ways, make it a passive experience. Thus, this article aims to i) introduce concepts and methodologies to stimulate creative abilities in the complexities of formal education; ii) describe the different manifestations of innovation and creativity in national basic education through the use of active approaches supported by technologies; iii) introduce public policies to stimulate innovation and creativity; and iv) propose a model ecosystem to enable, support, and promote innovative and creative activities by means of a proper pedagogical planning which involves the effective application of computational resources.*

**Keywords:** Innovation, Creativity, Basic Education, ICT and ICCT, Ecosystems of Innovation and Creativity

## 1. Introdução

Alguns processos sociais que se acentuaram nas últimas décadas implicam na necessidade de mudanças significativas no campo da educação.

O primeiro destes processos é o desenvolvimento de novas tecnologias que facilitam o autoaprendizado, a formação de comunidades de aprendizagem e de redes e a produção de conhecimento em diversos suportes a custos muito baixos. As pessoas de todas as idades, inclusive as crianças, com acesso à Internet, têm hoje condições de realizar pesquisas sobre assuntos de seu interesse, discutir com outros mais velhos, mais jovens ou da mesma idade, pessoas que vivem próximas ou do outro lado do planeta. As pessoas também podem – e frequentemente o fazem – produzir artigos, revistas, sites, vídeos, fotografias, filmes, programas de rádio com bastante facilidade e atingir um público relativamente amplo. A forma do aluno passivo, sentado, durante horas por dia, em uma carteira, apenas ouvindo exposições, não dialoga com esta nova realidade do campo da comunicação.

A segunda transformação importante dos tempos atuais acontece no mundo do trabalho. Cada vez mais, as relações de trabalho são menos regulamentadas, as carreiras mais imprevisíveis e os caminhos profissionais se multiplicam. Por um lado, a expectativa de vida mais longa possibilita às pessoas o desenvolvimento de mais de uma carreira. Por outro lado, a dinâmica da economia tem reduzido o tempo que as pessoas permanecem nas mesmas organizações. Além disso, as fronteiras entre as áreas de atuação estão cada vez mais fluídas. Especialistas precisam também ter conhecimento de trabalho em equipe e estratégias de comunicação, engenharias se confundem com campos da administração, pesquisas científicas precisam dialogar cada vez mais com a ética, novos campos de atuação são criados conectando saberes e competências diversos. A estrutura curricular baseada em disciplinas não dialoga com esta nova configuração do mundo do trabalho.

Por fim, crescem também as exigências de atitudes éticas, mais prudentes e criativas em relação ao planeta. O risco da ausência de futuro se tornou realidade e, diante disso, as novas gerações precisarão criar soluções novas para problemas que ainda hoje parecem insolúveis. Torna-se necessário que estas pessoas, para além de memorizar conteúdos, aprendam a pesquisar, criar e valorizar novas atitudes e comportamentos.

Estes processos exigem uma transformação no atual modelo de educação que se centra basicamente na escola, instituição cuja forma se consolidou já há alguns séculos. A escola é o centro do processo educativo na nossa sociedade porque assim a compreendemos, tratando-se, muitas vezes, da única instituição referida quando se debate a

educação. Sendo, assim, a escola a instituição depositária do ideário educativo da sociedade, as mudanças no campo da educação devem necessariamente passar por ela. Os avanços da pesquisa no campo da cognição confirmam a já antiga hipótese de muitos educadores<sup>1</sup> segundo a qual, para aprender, o indivíduo precisa estar motivado, sensibilizado, interessado na informação que se lhe apresenta, e o modelo escolar não é voltado para motivar este interesse [43].

Este problema fica mais acentuado ao se observar o currículo e as metodologias, que ao invés de estimular a exploração da aprendizagem de forma inovadora e criativa, a transformam numa experiência meramente passiva dos estudantes. Por exemplo, numa abordagem ativa baseada em projetos, tanto os professores quanto os estudantes são atores ativos do processo. Desta forma, conhecimentos básicos se tornam necessários, porque tais princípios serão a base para o sucesso de determinado desafio. Com isso, este tipo de contexto proporciona que os estudantes concebam soluções inovadoras e criativas, mostrando-se assim mais efetivo para a aprendizagem.

É importante frisar que o uso de abordagens ativas para o estímulo à inovação e criatividade transcende a proposição teórica do conceito TIC, como Tecnologias da Informação e Comunicação. Por um lado, o termo TIC possui o foco no uso de tecnologias com o propósito de transmitir informação e comunicar. Por outro lado, no contexto escolar que se vislumbra neste artigo, a tecnologia é utilizada com o propósito de estimular o desenvolvimento de soluções inovadoras e criativas através da computação. Sendo assim, TIC deve ser visto como *Tecnologia da Inovação e Criatividade* ou *Tecnologias da Informação, Comunicação e Computação* (TICC).

Destaca-se ainda que inovação e criatividade não são um luxo extracurricular. Pelo contrário, é essencial para ambientes de aprendizagem, para facilitar o aprendizado mais contextualizado e significativo. São várias as definições de inovação [51, 52, 53, 56] e criatividade [35, 39, 55]. Neste artigo, entende-se por inovação educacional as intervenções que ocorrem em nível local, por iniciativa de estudantes, educadores, escolas ou comunidades, e que possibilitam a produção de novos significados, respostas e hipóteses em relação aos desafios do presente. Já a noção de criatividade pode ser definida como sendo o conjunto de habilidades cognitivas que são usadas para resolver problemas ou gerar soluções alternativas. Ou seja, são habilidades mentais que se desenvolve ao longo da vida. Ao longo deste artigo, são apresentadas diferentes manifestações da inovação e criatividade no contexto escolar.

<sup>1</sup> Educadores como, por exemplo, Leon Tolstói, John Dewey, Paulo Freire, entre muitos outros, de diversos países e épocas.

No entanto, a educação não se reduz à escola, o processo educativo não é sinônimo de escolarização. As pessoas aprendem e se desenvolvem ao longo da vida, com as outras pessoas com quem convivem, nos lugares que frequentam, nas organizações de que participam. Desta forma, há a necessidade de se observar e estimular a inovação e criatividade em todo o sistema educacional básico, envolvendo todos os atores do processo.

De fato, as manifestações da inovação e criatividade no Brasil transpassam diversas áreas de atuação. A reputação brasileira de inovação e criatividade possui mais destaque em áreas como o futebol e as alegorias do carnaval, presentes em todas as regiões do país. Por um lado, o Brasil se destaca pelos excelentes jogadores que exibem um futebol-arte, no qual a prerrogativa do sucesso de um jogo é a combinação entre a apresentação de um belo futebol com a vitória. Por outro lado, todo ano ideias são colaborativamente propostas, elaboradas e combinadas por milhares de pessoas para a geração de novas fantasias, músicas, costumes e danças. Na educação, não é diferente. Muitas são as experiências criativas, mas ao contrário do que acontece no futebol ou no carnaval, estas não são valorizadas.

Logo, ao invés de haver um problema de carência de criatividade no Brasil, o problema é sistêmico, ou melhor dizendo, *ecossistêmico*. A real necessidade nacional é na criação de um ecossistema que habilite, apoie e promova atividades inovadoras e criativas. Entretanto, para criar um ecossistema, torna-se necessário i) compartilhar o pensamento sobre aprendizagem e ii) promover os ambientes/contextos de aprendizagem mais efetivos em micro e macro níveis (da mesma forma que se faz em economia ou cultura).

É neste cenário que modelos ecológicos ajudam a repensar a educação. Espécies prosperam em sobreviver por causa de sua adaptabilidade aos ambientes. Isto é, ao invés de pensar nas qualidades de uma espécie em particular, precisa-se também pensar no ambiente em que a espécie pode prosperar. De fato, como isto se relaciona à aprendizagem, nota-se que mudanças no ambiente geram mudanças no aprendiz. Ambientes mais abertos, adaptáveis e solidários tipicamente levam a mais desenvolvimento e, em particular, ao maior desenvolvimento da criatividade por parte dos aprendizes.

Este artigo tem por objetivo i) introduzir os conceitos e metodologias para o estímulo às habilidades criativas na complexidade do ensino formal; ii) descrever diferentes manifestações de inovação e criatividade na educação básica nacional, através do uso de abordagens ativas; iii) apresentar políticas públicas de estímulo à inovação e criatividade; e iv) propor um modelo ecossistêmico para habilitar, apoiar e promover atividades inovadoras e criativas.

## 2. Desenvolvimento de habilidades inovadoras e criativas na educação formal

Quando uma noção é usada com muita frequência ela ganha novos significados, mas ao mesmo tempo pode perder o seu significado original. As noções de inovação e criatividade são dessas noções usadas o tempo todo para fazer referência ao ato sucedido de criar algo ou quando se há dificuldades para criar. É comum, nessas situações, dizer: ‘Estou sem criatividade’. Também é comum afirmar que um artista é inovador e tem muita criatividade. O que exatamente ele há que se associa à inovação e à criatividade?

A palavra inovação vem sendo cada vez mais utilizada e, em geral, carregada de sentido positivo, o que faz com que se torne um termo em disputa. No mundo da produção industrial, a inovação é comumente associada a *ferramentas, procedimentos e produtos*. A competição capitalista leva as empresas a uma corrida para a apresentação do produto mais inovador para o mercado, aquele que oferece novos recursos para demandas muitas vezes ainda nem existentes.

No campo social, a conceituação é bem diversa desta. Neste, inovação diz respeito a *conceito, processo, estrutura ou metodologia* que enfrenta os desafios do presente visando melhorias para os indivíduos e as coletividades. Aspecto fundamental da inovação social é ela ser construída por aqueles que dela vão se beneficiar, por meio de pesquisa e discussão e executada de forma estruturada e participativa [51].

No campo da cognição, inovação relaciona-se diretamente com criatividade: segundo [52], é a capacidade de a mente inferir significados inusitados a partir de informações aparentemente banais; produzir respostas divergentes e criativas; olhar a realidade convencional com uma ótica insólita; gerar, em suma, hipóteses, cenários e soluções diferentes de maneira quase casual, mesmo fora de uma lógica estruturada.

Sendo a educação um campo social voltado para o desenvolvimento dos indivíduos, pode-se sugerir que neste, inovações são as intervenções que ocorrem em nível local, por iniciativa de estudantes, educadores, escolas ou comunidades [53], e que possibilitam a produção de novos significados, respostas e hipóteses em relação aos desafios do presente.

Já a criatividade é uma noção ainda vaga na literatura, mesmo no campo das pesquisas científicas [39]. De uma forma geral, pode-se definir a criatividade como sendo o conjunto de habilidades cognitivas que são usadas para resolver problemas ou gerar soluções alternativas. Ou

seja, são habilidades mentais que se desenvolvem ao longo da vida. Esse desenvolvimento ocorre pelo exercício da prática do pensamento criativo [55, 25, 54, 57] e pela tomada de consciência dos fatores que liberam e bloqueiam a criatividade.

Parte-se de uma premissa básica: a de que a criatividade é uma habilidade que pode ser desenvolvida, um processo gerenciável que pode ser estimulado. [35] defende que a criatividade de todo indivíduo é uma função de três variáveis: conhecimento, habilidades de pensamento criativo e motivação. Ainda que apresente suas ideias no contexto corporativo, as mesmas encaixam-se e podem ser adequadas à realidade educacional. A Figura 1 resume as principais ideias da autora.

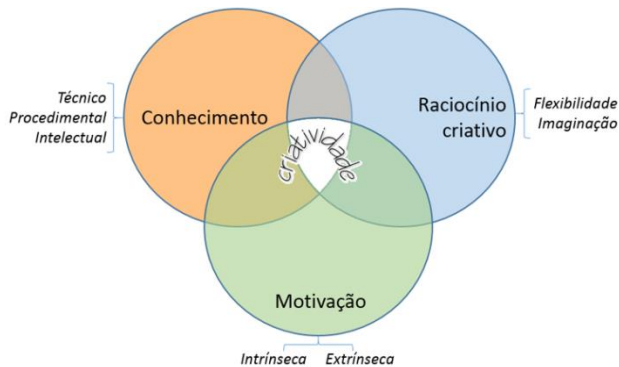


Figura 1. Elementos de criatividade, adaptado de [35]

A despeito do senso comum sobre essa noção, a criatividade ultrapassa o campo das atividades artísticas. É um tipo de raciocínio que pode ser útil para qualquer profissão e para as mais diversas atividades econômicas e sociais. Há uma famosa passagem da vida de Pablo Picasso, em um estágio avançado de sua carreira, na qual ele afirma ter atingido um estágio de seu processo criativo que se assemelharia ao de uma criança. Em outras palavras, ele parece ter experimentado uma liberdade de expressão tal que se assemelharia ao que vivera em sua infância. É dessa época o seu pensamento famoso: “Toda criança é um artista. O problema é o como manter-se artista depois de crescido”.

A fala acima denota uma percepção: a de que a criatividade ou a demonstração de impulsos criativos, parece desaparecer com o passar dos anos, à medida que as pessoas vão sendo expostas a processos formais de educação. [34] apresenta uma pesquisa de longitudinal com um grupo de 1.600 crianças nos EUA, aplicando-lhes testes de criatividade. Os testes aplicados são os que a NASA utiliza para seleção de engenheiros e cientistas inovadores. Esse mesmo grupo foi avaliado em testes de criatividade aos 5, 10 e 15 anos. Depois dessas avaliações, os pesquisadores aumentaram a amostra para 280.000 adultos (com mais de 25 anos) e realizaram os mesmos testes. Os resultados podem ser vistos na Figura 2, que mostra a

porcentagem de pessoas classificadas como “altamente criativas” nos testes. Infere-se facilmente, a partir desta figura, que um comportamento não-criativo acaba sendo aprendido ao longo da vida.

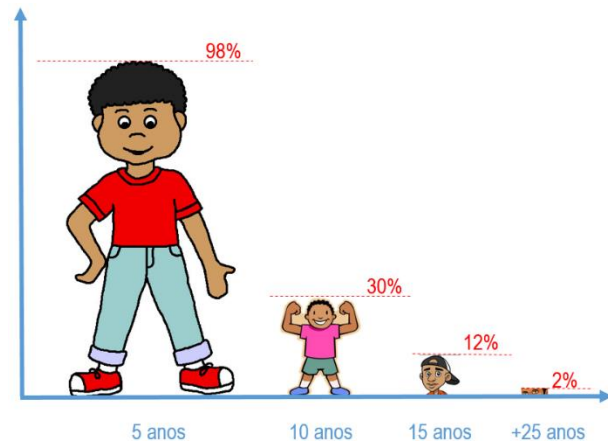


Figura 2. Declínio da criatividade, baseado em [34]

Mas, o que desestimularia habilidade tão importante? Um dos caminhos de resposta é fazer referência à História. Mas basta fazer referências às biografias de artistas plásticos ou músicos nos últimos dois ou três séculos. Com isso, percebe-se que a maioria delas(es) sofreu sem lograr de reconhecimento merecido em vida. Isto pode estar associado ao status social dos artistas nas sociedades ocidentais. No Brasil do século XIX e XX, o status social de um músico fora muito negativo e difícil de construir. Esta construção era muitas vezes ainda mais complexa para as mulheres.

Um outro motivo dessa baixa aceitação social das habilidades criativas foi a expansão da ciência e da tecnologia após a Revolução Industrial na virada do século XIX ao XX. O Maestro Júlio Medaglia faz uma reflexão muito interessante entre a evolução da tecnologia e a cultural neste período. Nos anos 20 do século XX as tecnologias pareciam já terem sido todas criadas, deixando para o campo das Artes as possibilidades de evolução do pensamento humano. Nos anos após do pós-guerra mundial, o quadro se inverteu. A Ciência e a tecnologia voltaram a se desenvolver enquanto a cultura começava um longo processo de estagnação. Ao longo de todo o século XX assistimos a reificação da Ciência a um patamar de elevado reconhecimento social [37].

Ao longo do século XX, esse raciocínio foi progressivamente sistematizado em métodos na área de Design [3]. Mais recentemente o seu método foi sistematizado e difundido por meio da expressão *Design Thinking* [2]. A Figura 3 apresenta um diagrama que representa os movimentos de difusão e convergência típicos deste tipo de raciocínio.



**Figura 3.** Representação esquemática do raciocínio de Design. Fonte: [goo.gl/ACIU2z](http://goo.gl/ACIU2z)

O *Método de Design* encontra-se em crescente reconhecimento, assim como ocorreu com o *Método Científico* ao longo dos últimos dez séculos. No entanto, ele ainda não goza do mesmo prestígio, nem do mesmo nível de entendimento e difusão que o *Método Científico* nas distintas esferas da sociedade, em particular junto às lideranças educacionais dos países.

Nos últimos dois séculos, os sistemas de ensino privilegiaram o desenvolvimento de habilidades cognitivas racionais e centradas em conhecimentos científicos, filosóficos e de resolução de problemas cuidando do aprendizado do raciocínio lógico, matemático e científico. A demarcação do tempo que é dedicado a cada uma das matérias nos currículos escolares é diretamente proporcional ao valor que os líderes e as sociedades atribuem aos mesmos. Em sociedades industrializadas, os currículos e as avaliações nacionais (SAEB, ENEM) e supra nacionais (OCDE, PISA) são majoritariamente centradas no domínio da Matemática, das Ciências e da Linguagem. O modo e os resultados da produção parecem ditar o perfil dos egressos dos sistemas educacionais. Mesmo neste interim, os alunos da educação básica brasileira possuem um histórico de baixo desempenho. No entanto, as metas de desempenho dos sistemas educacionais baseadas em habilidades curriculares e cognitivas não são mais suficientes para lidar com as demandas de formação dos cidadãos(ãos) para as próximas décadas.

Considerando que o pensamento criativo está muito associado a práticas culturais, distante das fileiras tecnológicas, pode-se imaginar que esse teria sido o motivo pelo qual as atividades que promovem o desenvolvimento da criatividade ocuparem pouco espaço nos currículos da Educação Básica.

Supondo que se resolvesse o problema desse desempenho hoje, estaria apenas atendendo a uma demanda de formação que era válida até os anos 80, início da Era Digital nas sociedades. A partir desse momento, dá-se início a uma nova forma de economia baseada no conhecimento e na criatividade e a emergência de formação de novas habilidades e competências.

Como consequência da Era da Informação, surgem as economias criativas. As aplicações de tecnologias digitais para promover bens de consumo e entretenimento de massa como cinema e jogos possibilitam novos modelos de negócios e formas de produção. Sua produção exige mais habilidades que os engenheiros estavam acostumados a mobilizar.

O desafio para os sistemas de ensino agora é não apenas formar bons operários para todos os setores, mas pessoas capazes de criar novos setores. Diversas correntes do Design ganham visibilidade e são incorporadas em currículos de formação de engenheiros ao redor do mundo. Por exemplo, na Universidade de Stanford, o Professor Steve Blank propõe um processo engenhoso de concepção de produtos ou processo criativo de concepção centrado no cliente para seus estudantes de Engenharia. Os 'Quatro passos para Epifania' são técnicas por meio das quais criam-se produtos que atendem às necessidades dos usuários [1]. A pergunta que fica para os educadores da Educação Básica é:

*O que pode ser feito para que a capacidade criativa das crianças seja desenvolvida ao longo dos anos escolares?*

A palestra seminal do Sir Ken Robinson, no Ted Talk de 2006, esclareceu 'Como as escolas destroem a criatividade das crianças' por meio da estrutura dos currículos [41]. A Escola, com sua estrutura física e gestão acurada do tempo, torna o ambiente adequado ao aprendizado de competências cognitivas e linguísticas, mas parece não se constituir como espaço adequado ao desenvolvimento da criatividade.

Educar pessoas para atuarem de forma criativa e contemporânea exige proporcionar cenários de aprendizagem que contribuam para desenvolver igualmente habilidades racionais e criativas [7]. Uma primeira resposta está associada à capacidade de contemplar a natureza. Considerando que as intervenções criativas são voltadas a transformar a relação com o outro e provocar mudanças em quem as recebe, para criar, é necessário ter uma aguda habilidade para perceber o que está ao seu redor, sem se deixar influenciar ao ponto de impedir a concepção. A observação ativa da natureza é fundamental para todas as profissões.

E qual é o papel das tecnologias diante dessa necessidade de mediar uma formação criativa na Educação Básica? As tecnologias da informação são artefatos essenciais quando assumem dos atores funções de comunicação nas relações interpessoais que são estabelecidas entre professores e alunos para oferecer acompanhamento adequados. Para a formação de habilidades criativas, as tecnologias são meios que permitem a expressão de forma ampla. Deve-se estar sensível à adoção de ferramentas adequadas ao desenvolvimento desse tipo de raciocínio. Seu uso

precisa promover, de forma extensiva, atividades que estimulem o desenvolvimento da criatividade.

Sempre que se pensa a Educação sob a ótica do desenvolvimento de habilidades, percebe-se o papel fundamental dos bons professores [5]. É fundamental que eles desenvolvam competências para criar situações de aprendizagem que promovam a criatividade em seus alunos.

No último relatório sobre o futuro dos empregos, emitidos no Fórum Mundial de Davos, as competências criativas aparecem no topo da lista das dez mais importantes para o mundo pós-moderno, o que vem sendo chamada de *Quarta Revolução Industrial*, em sequência à Revolução da Informação (WORLD ECONOMIC FORUM, 2016.).

Muito mudou nas formas de educar desde o final do século XIX. Até este momento, a transmissão de costumes e práticas de um ofício ocorria por meio de uma cultura vivencial e prática. Quando alguém deseja se tornar ‘mestre’ em algum ofício, ele procurava um reconhecido artesão e prestava-se para realizar tarefas com o intuito de aprender [38]. Com o passar do tempo, a aprendizagem ocorria em meio a um processo social e de trabalho no qual as responsabilidades eram distribuídas entre as pessoas que ensinavam e as quem aprendiam. Ao longo do tempo, a distribuição de funções e responsabilidades ia se acomodando às novas configurações de habilidades desenvolvidas. Ao final, aqueles que chegavam como aprendizes podiam se tornar mestres no ofício que desejavam aprender.

Com a formalização dos sistemas de ensino, a situação de aprendizagem deixa de ser complicada e torna-se complexa. Isso porque a quantidade de variáveis que incidem no processo de formação aumenta consideravelmente: a quantidade de formandos, seus perfis individuais, os critérios exógenos à relação mestre e formandos, as formas de avaliação externas. A complexidade ocorre por que na prática docente não incidem apenas circunstâncias locais e imediatas, mas diversas outras dimensões que não estão presentes na sala, mas que afetam a forma como o professor atua [6]. Entre esses fatores estão: todas as regulamentações do setor de educação e em todas as esferas de governança, o conjunto de crenças do professor, os recursos que são disponibilizados, os currículos, as metas e as avaliações externas. Essa complexidade é atestada de forma indireta em estudos na área de economia. Em um estudo recente sobre o impacto da informatização ou robotização das profissões, autores chegam a conclusão de que é quase impossível substituir um professor por uma máquina [36]

Toda evolução das sociedades e a demanda por soluções complexas e criativas aumentam a necessidade por professoras(es) excelentes e comprometidos com a educação de seus alunos [42]. Os educadores são convidados

a estabelecer laços pessoais com seus alunos para que possam construir habilidades criativas que nossas sociedades necessitam para continuar melhorando no futuro.

Neste sentido, a próxima seção deste artigo discutirá estratégias e possibilidades de promoção da criatividade em ambientes formais de Educação, por meio da utilização das TICs.

### 3 Educação básica com TICs: Tecnologias da Inovação e Criatividade

A criatividade não é um luxo extracurricular. Pelo contrário, é essencial para ambientes de aprendizagem não só para seu próprio bem, mas também para facilitar o aprendizado mais conectado e mais pragmático dos temas subjacentes. Conforme apresentada na Figura 1, [35] defende que a criatividade de todo indivíduo envolve conhecimento, habilidades de pensamento criativo e motivação. Isto posto, os próximos itens discutem possíveis estratégias de desenvolvimento de criatividade no contexto educacional.

#### 3.1 Criatividade no ambiente educacional

[30] já observava, há mais de 30 anos, como escolas nos Estados Unidos diferem, de acordo com a classe social, em suas abordagens para desenvolver criatividade, pensamento crítico e resolução de problemas. O incentivo ou desencorajamento do livre pensar, a definição de quem estabelece as regras e como elas são aplicadas, além de outros elementos essenciais da cultura de aprendizagem nas escolas também diferem. De acordo com a obra citada, a criatividade é altamente incentivada nas escolas com crianças de classe alta, enquanto a obediência a ordens e disciplinas impostas é mais acentuada para as crianças de classes econômicas mais baixas. De fato, percebe-se que explorações criativas foram incentivadas em escolas de classe alta e ativamente desencorajadas naqueles de classe baixa.

Em um estudo<sup>2</sup> para informar o desenvolvimento de novos cursos interdisciplinares, com base em projeto no pensamento computacional para a Universidade Federal do Sul da Bahia (UFSB), observou-se que, quando se introduzem conceitos de Matemática, Ciências e Computação ao longo da formação escolar, isto se dá quase exclusivamente de maneira abstrata, descontextualizada, não-social, e padronizada. Pior ainda, como o exemplo acima e outros ilustram, a tendência é a de simplesmente transmitir informações sobre as ideias e assuntos.

<sup>2</sup> Tal estudo encontra-se em desenvolvimento sob a coordenação do Prof. Dr. David Cavallo, entretanto a pesquisa ainda não foi publicada até a aprovação e publicação deste artigo.

No contexto da UFSB, foram criadas novas disciplinas de computação e matemática que focam o desenvolvimento do pensamento computacional e matemático no contexto da resolução de problemas, na elaboração de projetos, ou para expressar ideias relacionadas a arte, ecologia, saúde pública, equidade social e outras áreas de importância pessoal e local. Ao invés de tentar ensinar os conceitos fundamentais de maneira abstrata em primeiro lugar, colocou-se o foco principal nos projetos dos alunos. Uma vez que os conceitos fundamentais têm aplicação geral, eles aparecerão nos projetos dos estudantes, uma vez que a proposta dos projetos tenha profundidade suficiente. Com os alunos participando de críticas de design, eles se beneficiam da variação dos projetos e de abordagens.

Além de permitirem que os alunos acompanhem as disciplinas de acordo com seu próprio ritmo, esses cursos também permitem percursos de aprendizagem individualizados: os alunos escolhem os seus próprios projetos e são eles que definem quando obter ajuda suplementar de suas fontes preferidas e em seus horários prediletos. Se os alunos preferirem obter material de estudo a partir da web, eles são livres para fazê-lo. Se eles preferirem pedir ajuda ao professor ou outros alunos, eles também são livres para agir desta forma. Assim, cria-se um ambiente criativo, não só na especificação, concepção e construção de seus projetos: o ambiente também é livre para a criatividade do aluno em aprender como realizar seus projetos. Eles têm autonomia e, portanto, estão livres para aprender a aprender.

Nos exemplos acima, bem como em outros, testemunhou-se como ambientes de aprendizagem criativos baseados em projetos, focados em projetos de interesse e relevância, permitem que estudantes não apenas mostrem sua criatividade, mas também facilitam uma aprendizagem mais profunda, construída de forma mais holística.

Não é novidade afirmar que as abordagens mais tradicionais para a escola não são apenas ineficazes, mas também fundamentalmente não contribuem para o empoderamento dos alunos. Por abordagens tradicionais, quer-se referir a contextos onde os professores dão aula para alunos passivos, onde materiais massivos e padronizados são apresentados aos alunos, independentemente de estarem ou não interessados ou engajados, onde o foco é unicamente transmissão de informação.

A aprendizagem ativa [33], que estimula alunos a fazerem e refletirem sobre o que se fazem é amplamente reconhecido como um caminho mais adequado para a aprendizagem. Esse conjunto de estratégias demonstra-se também mais adequado para ativar e desenvolver a criatividade, quando se postula a importância crítica de ambientes criativos para uma aprendizagem eficaz.

### 3.2 Implantação de Metodologias, Conteúdos

## e Redes sociais para facilitar a Criatividade e Aprendizagem

A maioria dos pesquisadores concorda com a crescente importância da criatividade na educação. Referências para o desenvolvimento de habilidades do século 21 incluem tipicamente criatividade, inovação, pensamento crítico, resolução de problemas, colaboração, comunicação e aprender a aprender como as habilidades primárias [31]. É claro que abordagens mais abertas e profundas, baseadas em projetos, facilitam a desenvolver essas habilidades, ao contrário de ambientes de aprendizagem mais passivos que baseiam-se unicamente na transmissão de informação.

De fato, a tentativa de estimular a criatividade e inovação no ensino básico ajuda a focar os objetivos da educação sob uma visão mais holística do desenvolvimento da criança. A educação não deve ser limitada ao acúmulo de informações verificada por meio de testes cronometrados, padronizado, mas sim o desenvolvimento integral de todas as capacidades da criança.

Enquanto metodologias baseadas em ambientes de aprendizagem preocupam-se muito mais em discutir *como* aplicar tais ambientes, perguntas importantes são deixadas muitas vezes de lado, como *o que* estará presente nesses ambientes – ou seja, discussões sobre o conteúdo em si, bem como os aspectos sociais, ou seja, *com quem* aprender nesses ambientes.

Metodologias que promovem uma aprendizagem ativa e engajada pelos alunos apresentam-se como claramente melhores, não só para a aprendizagem dos conteúdos curriculares, mas também para desenvolver hábitos próprios de mentes que conduzem à aprendizagem.

Determinados conteúdos podem ser difíceis de aprender por serem abstratos ou complexos. Este tipo de material não é facilmente abordado com metodologias ativas sem desnaturar e ressignificar o conteúdo. Isto é especialmente verdade em matemática e é uma das lições centrais das objeções de matemáticos nas "guerras de matemática" descritas por [32]. Certas ideias centrais da física são contraintuitivas porque são contrárias à experiência vivida pelos estudantes, que convivem com o atrito, a atmosfera, a gravidade, e assim por diante. Assim, essas áreas abstratas ou contraintuitivas mantiveram-se mais resistentes à aprendizagem baseada em metodologias ativas.

O currículo padronizado foi desenvolvido quando a tecnologia era limitada a giz, quadro-negro, papel e lápis. O tipo de matemática que era possível de se introduzir aos alunos era limitada pelas ferramentas disponíveis. Mesmo que educadores desde Dewey, Montessori, Freinet, Freire, e outros tenham defendido abordagens ativas baseadas em projetos que envolvessem temas de seus



próprios interesses, ainda é logisticamente inviável aplicar tais abordagens para todas as crianças em todas as escolas. Há que se remover o viés tecnológico-histórico no ordenamento curricular. É necessário repensar que ideias são verdadeiramente fundamentais. São necessários diferentes conteúdos, mais eficazes para os alunos.

Muitas vezes, os professores tentam melhorar a metodologia utilizando um mesmo material antigo. Muitas vezes, tenta-se melhorar o acesso apenas em termos de acesso à informação e não no sentido de se ter pessoas com experiência em projetos de interesse para determinado aluno em particular. Ou as metodologias empregadas são obsoletas e passivas, ou, sem o conhecimento dos domínios para aprendizagem, a capacidade dos professores para ajudar os alunos é limitada. Um ambiente holístico que ofereça as melhores metodologias de aprendizagem que cubram ideias poderosas no conteúdo crítico facilitados por especialistas experientes e engajados pode oferecer esperanças para desenvolver a criatividade, inovação e aprendizagem em geral para todos os alunos, e não apenas para os privilegiados<sup>3</sup>. Desta maneira, tem-se que todo o ecossistema da educação deve ser melhorado.

## 4 Manifestações da inovação e criatividade

As manifestações da inovação e criatividade no Brasil transpassam diversas áreas de atuação. De fato, o Brasil possui não somente compositores e músicos incríveis, como tem inventado novos estilos musicais ao longo das gerações. A reputação brasileira de inovação e criatividade possui mais destaque em áreas como o futebol e as alegorias do carnaval, presentes em todas as regiões do país. Por um lado, o Brasil se destaca pelos excelentes jogadores que exibem um futebol-arte, onde a prerrogativa do sucesso de um jogo é a combinação entre a apresentação de um belo futebol com a vitória. Por outro lado, todo ano ideias são colaborativamente propostas, elaboradas e combinadas por milhares de pessoas para a geração de novas fantasias, músicas, costumes e danças.

É importante frisar que inovação e criatividade no Brasil não estão limitadas a apenas algumas áreas, mas se manifestam em áreas como teatro, televisão, dança, arquitetura, engenharia e até no uso poético da língua portuguesa no cotidiano das pessoas. De fato, apesar de alguns usos pejorativos do termo *jeitinho brasileiro*, a concepção por trás deste termo é a capacidade que o povo brasileiro tem de encontrar soluções, independente do tamanho do problema, e em muitas situações com recursos limitados e inadequados.

<sup>3</sup> Para mais detalhes, vide Seção 6, sobre o ecossistema para inovação e criatividade

Finalmente, com diferentes formas de inovação e criatividade expressadas pelo povo brasileiro, pode-se perguntar:

*Por que há preocupação e dúvida sobre inovação e criatividade na educação básica?*

As subseções que seguem descrevem projetos que tiveram manifestações de inovação e criatividade em escolas.

### 4.1 Aprendendo Física Elementar

Os conceitos de mecânica e dinâmica em física elementar fazem parte do currículo de toda escola e o conhecimento nesta área é fundamental, uma vez que se pode observar este conhecimento no dia a dia. Entretanto, tanto no currículo desta área quanto de outras como matemática, biologia e química, ao invés da exploração da aprendizagem de forma inovadora e criativa, este processo é transformado numa experiência meramente passiva dos estudantes. Estudantes são tipicamente *receptores de informação sobre um fenômeno* ao invés de estarem *ativamente engajados na exploração de um fenômeno* em busca de formas que o represente e o modele.

No modelo passivo, são definidos blocos de conteúdos que precisam ser passados aos estudantes. Observe, por exemplo, uma lição de física disponível em [12]. Nesta aula é apresentada uma estrutura para este conteúdo, onde são apresentados os objetivos, estratégias e atividades. Uma das primeiras coisas a se observar é como toda instrução tem o objetivo de gerar uma ação no professor que torna o estudante passivo, conforme apresentado na Figura 4.

Como se pode observar, a lição passa informação sobre o fenômeno ao invés de proporcionar a exploração ativa e criativa dos estudantes. Ou seja, os estudantes recebem a informação sobre o conceito e as equações são apresentadas de forma descontextualizadas.

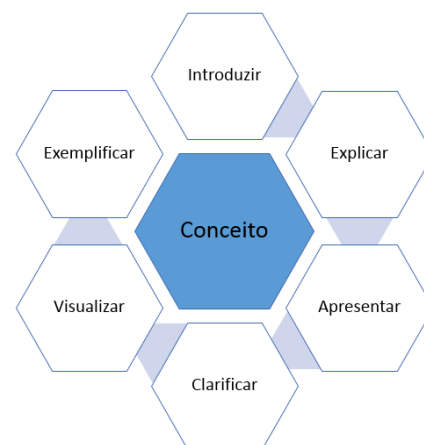


Figura 4. Modelo de instrução que deixa o estudante passivo.

Contrastando com a abordagem apresentada acima, foi elaborado um projeto (no curso de materiais computacionais) usando uma abordagem exploratória, onde estudantes foram desafiados a responder à seguinte pergunta:

*Como construir um veículo que pode subir uma rampa o mais íngreme possível?*

Com esta pergunta, os estudantes eram os responsáveis por conceber e criar suas próprias soluções. Em nenhum momento foi dito, mostrado, explicado ou quebrado o problema em passos para os estudantes. Entretanto, eles foram questionados para que antes de iniciarem, fossem geradas hipóteses e teorias próprias sobre o melhor funcionamento do protótipo de veículo. Com isso, de forma ativa, colaborativa e iterativa (vide Figura 5), os estudantes definem o arcabouço conceitual, projetam e constroem o artefato (neste caso, o veículo), testam, observam, refletem e discutem o fenômeno. Com isso, são propostas novas melhorias e reinicia o ciclo até que os mesmos considerem adequado.



**Figura 5.** Modelo de instrução que deixa o estudante ativo.

Como apresentado na Figura 5, os estudantes são os ativos e não exclusivamente os professores. Desta forma, os conhecimentos básicos de mecânica se tornam necessários, por que estes princípios serão a base para o sucesso do desafio. Com isso, este tipo de contexto de aprendizagem proporciona que os estudantes sejam mais ativos e criativos, bem como é uma prova de uma abordagem de aprendizagem mais efetiva. Como consequência, soluções inovadoras e criativas são concebidas, como apresentada na Figura 6.



**Figura 6.** Exemplo de artefato gerado por um grupo de estudantes [13].

É importante frisar que foram apresentados os conceitos essenciais e as bases para a representação matemática do fenômeno. Entretanto, não foram introduzidas as ideias que levaram a estes projetos, nem a matemática e a computação de forma descontextualizada na esperança de que algum dia os estudantes pudessem aplicar tais conceitos no futuro; uma abordagem que Paulo Freire cunhou como *Educação Bancária* [14]. Ao invés disso, de forma orgânica, os conceitos foram introduzidos de forma contextualizada no projeto e pensamento dos estudantes para que seus objetivos fossem alcançados.

Para melhor exemplificar, em certo dia, um dos estudantes questionou o professor o que constituía um projeto sucedido. O professor respondeu que o projeto seria sucedido se eles construíssem um veículo que as rodas da frente alcançassem o topo da rampa. Com isso, de forma extremamente criativa e inovadora, o estudante projetou e construiu *algo* que subia uma rampa com inclinação de 110 graus, conforme apresentado na Figura 7. O mais incrível desta história é que o projeto foi desenvolvido numa prisão para menores de idade, e o estudante que projetou este veículo, na época com 14 anos de idade, não sabia nem ler nem escrever quando o projeto foi iniciado e não tinha tido sucesso na escola. Ou seja, através de uma proposta mais democrática e exploratória, o estudante pode explorar sua criatividade e demonstrar sua



incrível inteligência.

Figura 7. Exemplo de artefato gerado por um grupo de estudantes [13].

## 4.2 A Cidade que a gente quer

Com o apoio do município de São Paulo e a Fundação Bradesco, o projeto *A Cidade que a gente quer* foi desenvolvido [15]. O projeto foi executado em mais de 20 estados, bem como em mais de 100 escolas em São Paulo. Neste projeto, os estudantes deveriam pensar sobre as suas comunidades, refletindo sobre o que eles gostavam, o que eles não gostavam e o que eles sonhavam. Para tal, a criatividade era o primeiro elemento a ser explorado em suas reflexões.

Com isso, os estudantes conceberam e projetaram modelos computacionais funcionais que expressassem suas ideias. Nestas atividades, a influência de Paulo Frei-

re foi evidente, pois os estudantes puderam interagir com a comunidade e desenvolver uma consciência crítica [14]. Além disso, através de uma perspectiva construcionista de aprendizagem [16], os estudantes criaram um ambiente de aprendizagem holístico através do projeto e construção de artefatos significativos.

Pelo fato do projeto ser integrado, eles tiveram que pensar e aprender sobre conceitos fundamentais da matemática, ciências, artes e humanidades para que o projeto fosse feito como esperado. O ponto chave é que os conceitos de matemática e ciências que esperavam ser aprendidos pelos estudantes eram fundamentais para a compreensão do mundo e para desenvolver habilidades de pensar de forma profunda e criativa na resolução de problemas difíceis. Esperava-se ainda desenvolver a habilidade de pensamento matemático e científico.

Neste contexto, os aprendizes construíram suas ideias com o objetivo de fazer algo funcional. Desta forma, o correto funcionamento era validado pela realidade, colegas e por especialistas. Com isso, os princípios científicos e matemáticos ganhavam significado e importância, pois os artefatos precisavam funcionar. Adicionado a isto, o processo de construir um artefato computacional complexo proporcionava um pensamento profundo e um exercício intelectual rigoroso.

Através do projeto *A Cidade que a gente quer*, muitos estudantes conceberam e desenvolveram ideias que foram incrivelmente criativas e pragmáticas. Por exemplo, em um dos projetos, os estudantes começaram a investigar o uso da água em suas escolas. De forma criativa, eles projetaram uma bitola que media o fluxo de água que passava nas tubulações e, desta forma, estimar a quantidade de água que estava sendo usada para cada função (e.g. limpeza, alimentação) na escola.

Este projeto levou a diversas descobertas interessantes. Por exemplo, a bitola foi projetada de forma rotacional com o objetivo de variar a velocidade e o fluxo de água; a piscina da escola que consumia a maior parte da água, com significância estatística; os estudantes investigaram como purificar a água e determinar se era possível fazer uma piscicultura com a água descartada.

Outros projetos produziram resultados notáveis, inovadores e criativos, como: i) um sistema funcional de purificação de água (vide Figura 8); ii) um robô (chamado “robô da cidadania”) que, quando perguntado sobre problemas da comunidade, respondia com as melhores ideias que foram democraticamente selecionadas pelos estudantes da escola (vide Figura 9); iii) um quebra-molas que gerava energia elétrica para os postes (vide Figura 10); iv) um veículo autônomo que coletava e organizava o lixo para ser reciclado (vide Figura 11); v) um documentário e telenovela feito por meninas de 7 a 8 anos que expressavam as dificuldades que elas enfrentavam ao irem ao banheiro das escolas públicas; e diversos outros.



Figura 8. Sistema funcional de purificação de água



Figura 11. Veículo coletor de lixo.



Figura 9. Robô da Cidadania



Figura 10. Quebra-molas que gerava energia elétrica para postes.

### 4.3 Ônibus Inteligente

Um projeto em particular destacou a conexão entre criatividade e aprendizagem, mesmo quando tinham que aprender algum muito particular de matemática. Um grupo de jovens observaram que o maior problema enfrentado por São Paulo era a violência.

Quando os estudantes foram questionados sobre como resolver o problema da violência, os mesmos responderam de forma surpreendentemente criativa: eles disseram que transporte contribuía muito com o aumento da violência. Os estudantes chegaram a esta conclusão por que, dado que viviam na periferia de São Paulo, observavam que os pais pegavam vários ônibus quentes, lotados e em más condições (e levavam de 2 a 3 horas por dia) para irem e virem do trabalho. Com isso, os pais, após trabalharem em período integral, chegavam em casa cansados e irritados. Logo, os adolescentes acreditaram que estas condições levavam à violência.

Desta forma, a ideia dos jovens para diminuir a violência foi através da criação de um ônibus inteligente. Ou seja, quando as pessoas chegassem no ponto de ônibus, elas deveriam informar o destino, permitindo assim que houvesse uma otimização de rota, melhoria da satisfação dos passageiros, redução de poluição e economia de combustível vide Figura 12). É importante frisar que o projeto foi proposto anos antes do uso massivo dos telefones celulares (o que nenhum dos estudantes possuía na época) e do taxi compartilhado, tornando a proposta ainda mais criativa e inovadora.

O ônibus inteligente deveria ter ar-condicionado e música para fazer a rota mais divertida. Em discussões, os estudantes que além do problema da poluição presente em São Paulo, havia também a extrema pobreza e o intenso barulho. Com isso, eles propuseram um ônibus que poderia ser carregado pelo barulho capturado pelo próprio ônibus. Ao serem questionados como fazer isto, eles responderam que como estavam trabalhando com enge-

nheiros e cientistas do MIT e USP, que esperavam que os



mesmos soubessem resolver o problema.

**Figura 12.** Protótipo de ônibus inteligente

Os estudantes decidiram também que parte da inteligência do ônibus estaria em informar aos potenciais passageiros se o ônibus estaria cheio ao passar e, com isso, não pararia no ponto de ônibus. Ao serem questionados como o ônibus saberia que já estava cheio, os mesmos propuseram o uso de um teclado que estava numa pilha de sucata (observe novamente a Figura 12 e perceba o teclado). Ao usar o teclado, onde cada tecla representava um assento do ônibus, à medida que todas as teclas estivessem sendo pressionadas (funcionando como sensores), eles saberiam tanto se um assento foi preenchido quanto qual assento exatamente foi preenchido.

Como observado acima, fica evidente que os estudantes puderam perceber o valor da ideia no contexto do projeto deles. De fato, a abordagem de aprendizagem baseada em projetos através de geração de temas, como o *Cidade que a gente quer*, utilizou conceitos de materiais computacionais flexíveis, possibilitando um número infinito de possibilidade de soluções para problemas do dia a dia. Com isso, a criatividade dos estudantes permite que eles imaginem e projetem uma grande variedade de projetos para criar artefatos computacionais que resolvem

problemas reais e alcançam os seus sonhos.

No caso do ônibus inteligente, os estudantes usaram computação para desenvolver o projeto de forma sofisticada e criativa. Eles desenvolveram e demonstraram suas habilidades intelectuais e criativas, quando, em muitos casos, não é possível em ambientes mais restritivos e menos abertos. Os estudantes foram capazes de trabalhar de forma livre e colaborativa, possuindo tempo para conceberem e desenvolverem suas ideias de forma profunda e não trivial.

Talvez mais importante ainda foi que, através da criação de um contexto de aprendizagem com liberdade para os estudantes pensarem, sonharem, imaginarem, conceberem, discutirem e colaborarem, a postura dos mesmos mudou. Estudantes que eram problemáticos e desmotivados com a escola, através dos projetos, passaram a terem melhor desempenho acadêmico e uma mudança de comportamento.

#### 4.4 Criatividade Inclusiva

Seymour Papert demonstrou o valor da aplicação da robótica na aprendizagem desde o começo dos seus trabalhos com informática na educação [25]. In 1984, o grupo de pesquisa de Papert iniciou usando robôs Lego em uma escola pública em Boston, alcançando resultados incríveis [16].

No projeto *Headlight*, na Escola Henningan, um grupo de garotas estrangeiras inicialmente resistiram em usar a robótica. Após algumas discussões, elas decidiram criar uma estória com a robótica para o Natal. A estória se passava numa casa mágica e estava cheia de sensores e motores que elas mesmo programaram [26]. Quanto mais aspectos mecânicos estivessem presentes na robótica, menos interessava a elas. À medida que havia a inserção da robótica nas estórias contadas, a programação e as construções mecânicas começavam a fazer sentido para elas e então começavam a usar.

Tipicamente, introdução à robótica e à engenharia é muito orientada ao gênero masculino (*viés de gênero*). Por exemplo, o primeiro projeto apresentado neste artigo representa bem este estilo, apesar dos excelentes resultados alcançados. Normalmente, os estudantes são orientados a criarem robôs que possam competir, brigar, correr, escalar, entre outros. Com isso, esta limitação tende a desencorajar as pessoas, em particular garotas, de estarem abertas a trabalharem com os recursos e assim obter os benefícios de tais atividades de aprendizagem. Entretanto, como as ideias poderosas possuem propósito geral, parte-se do princípio que aplicações e projetos podem também ser gerais.

De fato, há um viés em como as disciplinas de ciências, computação, engenharias e matemática são introduzidas, tornando isto um problema. Ao se introduzir estas

disciplinas, tipicamente os conceitos são apresentados de forma abstrata, competitiva, dissociada e com atividades sem interatividade. Como consequência, devido a este *viés de introdução*, muitos não se interessam pelo tema. É importante frisar que o problema não são os temas nem as competências e habilidades dos estudantes. O valor da computação, matemática, engenharia e ciências reside em sua generalidade. Assim, não há necessidade de colocar um viés ou insularidade em como se introduz estas áreas.

Ao se deixar os projetos abertos às escolhas dos estudantes, pode-se observar que muitas das escolhas não estão relacionadas a lutas, esportes, corridas ou dispositivos de competição. Ao invés disso, estão relacionados a dispositivos mais interativos e sociais, como um robô de estimação ou um robô parceiro de dança. Sem dúvida, fazer um dispositivo interativo que possa servir de animal de estimação ou parceiro de dança é bastante complexo. De fato, é mais complicado construir um robô que possa dançar com outra pessoa do que um robô que possa lutar sumô com outro robô. Ou seja, ampliar as áreas de aplicação das ideias para acomodar interesses não enfraquece as ideias a serem aprendidas, mas o contrário.

No projeto apresentado na Figura 13, os estudantes queriam projetar e construir um robô para dançar com eles. O robô poderia ter qualquer forma que o grupo desejasse. Com isso, eles compuseram músicas, animações, colocaram sensores no ambiente e no corpo deles e ensaiaram coreografias para expressar o que eles queriam. À medida que eles dançavam, tudo no ambiente mudava de acordo com as regras que os próprios estudantes programaram.



Figura 13. Ambiente programável que mudava de acordo com a dança

## 5 Política Pública para inovação e criatividade

O reconhecimento da necessidade de criação de novas estratégias, metodologias e estruturas já consta da legislação brasileira: a Lei de Diretrizes e Bases para a Educação (LDB) de 1996 é bastante flexível e abre várias possibilidades para formas novas de organização da vida escolar. As Diretrizes Curriculares Nacionais preconizam que o percurso formativo de cada estudante deve ser aberto e contextualizado. O Plano Nacional da Educação propõe práticas pedagógicas inovadoras sempre que trata da qualidade da educação.

Apesar dessas novas possibilidades criadas pela legislação e da reconhecida insatisfação de professores, estudantes e pais, o modelo permanece, incorporando eventualmente modificações parciais. Além da resistência a mudanças, previsível em uma instituição tão consolidada como a escola, o conservadorismo predomina também pelo desconhecimento de alternativos. Mesmo o uso rudimentar de elementos tecnológicos, como os tradicionais laboratórios de informática, ainda causa desconforto em parcela considerável do corpo docente. Por não se pensar, do ponto de vista metodológico, qual o "locus" adequado para a tecnologia, o fazer docente muitas vezes opta por ignorar o vasto leque de possibilidades proporcionado por ferramentas muitas vezes disponíveis pelos próprios alunos haja vista a forte resistência aos dispositivos móveis, cuja simples presença em sala de aula é tomada como uma ameaça, antes mesmo de ser considerada em toda sua potencialidade.

As organizações não escolares que atuam com a infância e a adolescência, por vezes, têm tido mais espaço para a inovação, adotando princípios organizacionais que estimulam a autonomia, flexibilidade, participação, integração com a comunidade e o uso inteligente das novas tecnologias. No entanto, por serem identificadas como instituições de assistência social ou de lazer, não como instituições educativas, têm pouca influência sobre as redes de ensino, as escolas e a formulação de políticas públicas na área.

Mas há exceções importantes, com intervenções inovadoras que ocorrem em nível local, por iniciativa de escolas, comunidades ou outras organizações educativas. Estas inovações, se confluírem com políticas de governo, podem produzir a efetiva mudança necessária no campo da educação.

Foi com este diagnóstico que o Ministério da Educação decidiu, em 2015, criar a Iniciativa pela Inovação e Criatividade na Educação Básica. O objetivo maior desta Iniciativa é conhecer estas experiências inovadoras e criativas e, com base nelas, criar referências para as políticas de currículo, avaliação e gestão das redes públicas

de ensino no país. Ou seja, inovando também no modo de construir a política, esta Iniciativa parte da experiência concreta para construir os parâmetros e orientações para o país.

A Iniciativa teve início com a Portaria<sup>4</sup> assinada pelo então ministro Renato Janine Ribeiro, que instituiu o Grupo de Trabalho Nacional responsável por sua orientação e acompanhamento. Este GT, formado por representantes de diferentes setores do MEC e lideranças da educação das diversas regiões do país, formulou os parâmetros de criatividade e inovação para o Ministério da Educação e coordenou a formação de oito Grupos de Trabalho Regionais<sup>5</sup>, com a missão de criar agendas de debate e mobilizar as organizações educativas em torno da pauta da inovação. Os parâmetros criados pelo Grupo de Trabalho Nacional de inovação e criatividade abrangem todas as dimensões das organizações educativas:

- A. Gestão marcada pela *corresponsabilização* no desenvolvimento do projeto político-pedagógico. Desta forma, a estruturação do trabalho da equipe, da organização do espaço, do tempo e do percurso do estudante se faz com base em um sentido compartilhado de educação, que orienta a cultura institucional e os processos de aprendizagem e de tomada de decisão, garantindo-se que os critérios de natureza pedagógica sejam sempre preponderantes.
- B. Currículo voltado para: i) *Desenvolvimento integral*: Foco na formação integral, reconhecendo a multidimensionalidade da experiência humana - afetiva, ética, social, cultural e intelectual; ii) *Produção de conhecimento e cultura*: Estratégias voltadas para tornar a instituição educativa espaço de produção de conhecimento e cultura, a partir das identidades do território, conectando os interesses dos estudantes, os saberes comunitários e os conhecimentos acadêmicos e, com base nesta conexão, transformando o contexto socioambiental; e iii) *Sustentabilidade* (social, econômica, ecológica, cultural): Integração de práticas que promovam uma nova forma de relação do ser humano com o contexto planetário;
- C. Ambiente que favorece novas práticas educativas possibilitando: i) a intenção de educação humanizada, potencializadora da criatividade e a convivência enriquecedora das diferenças; e ii) estratégias que fomentam a aprendizagem, com estímulo ao diálogo entre os diversos segmentos da comunidade, a mediação de conflitos por pa-

res, o bem-estar de todos, a valorização da diversidade e das diferenças e a promoção da equidade;

- D. Metodologias orientadas para o protagonismo do estudante, garantindo-se: i) estratégias pedagógicas que reconhecem os estudantes como participantes ativos em redes sociais e comunitárias, onde interagem, colaboram, debatem e produzem novos conhecimentos. Estas estratégias potencializam o uso que os estudantes fazem dos diversos recursos e tecnologias, inclusive as digitais, para ampliar suas interações e exercer sua autonomia; ii) estratégias pedagógicas que reconhecem os estudantes em suas singularidades e garantem que todos possam aprender, de acordo com seus ritmos, interesses e estilos (*personalização*); e iii) *projetos* de interesse dos estudantes que contribuam para a sua formação profissional e que impactem a comunidade.
- E. *Conexões intersetoriais e em rede*, envolvendo a comunidade, para a garantia dos direitos fundamentais dos estudantes, reconhecendo-se que o direito à educação é indissociável dos demais.

Com base nestes critérios, os oito Grupos Regionais se reuniram e debateram as referências regionais para cada um deles. Na sequência, o Ministério da Educação lançou uma Chamada Pública com objetivo de conhecer a extensão, a distribuição geográfica e o perfil da inovação e da criatividade na educação brasileira. Os critérios da Chamada basearam-se nas cinco dimensões descritas acima.

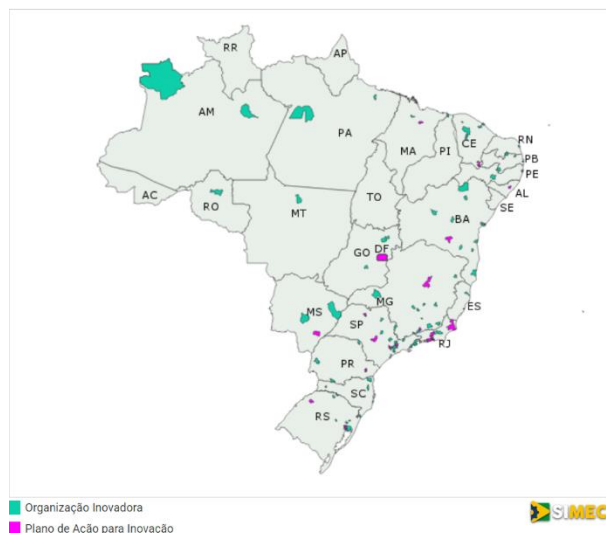
A Chamada foi aberta não só às escolas públicas e privadas do país, mas também às organizações de diversas naturezas que atuam na educação de crianças, adolescentes e jovens. Permaneceu aberta pelo período de dois meses dentro do sítio criado para divulgação e organização da iniciativa ([criatividade.mec.gov.br](http://criatividade.mec.gov.br)). Neste período, 3876 pessoas se cadastraram no site e 683 organizações se inscreveram na Chamada.

A comissão avaliadora foi constituída por membros dos grupos de trabalho regionais, de modo a se garantir o olhar local para a inovação, evitando-se padrões únicos. Como resultado, foram reconhecidas 178 instituições, entre escolas e organizações não governamentais. Destas, 136 são instituições já com experiência na prática da inovação e 42 apresentaram planos de ação consistentes no caminho da inovação e criatividade.

As organizações selecionadas traçam o perfil da inovação na educação do país. Elas estão presentes nas cinco regiões brasileiras e sua distribuição é coerente com a da população: mais da metade (50,8%) estão na Região Sudeste, seguida da Região Nordeste (21,9%), Sul (13,7%), Centro-Oeste (8,7%) e Norte (7,6%).

<sup>4</sup> Portaria no. 751 de 21 de julho de 2015.

<sup>5</sup> Criados pelas Portarias 001 a 008 publicadas no Boletim Interno do MEC em 13 de agosto de 2015.



**Figura 14.** Distribuição das organizações selecionadas pelo Brasil – fonte: [http://simec.mec.gov.br/educriativa/mapa\\_questionario.php](http://simec.mec.gov.br/educriativa/mapa_questionario.php)

Possivelmente em decorrência do fato de a divulgação ter sido feita prioritariamente pelos meios de comunicação do MEC, a maioria dos inscritos foram escolas, tendência que se repetiu entre as reconhecidas como inovadoras (74,3%). Do total das organizações inovadoras, 52,8% são públicas e 47,2% são particulares.

A inovação atinge todos os níveis de ensino da educação básica: 83 instituições desenvolvem propostas com crianças da educação infantil, 132 trabalham com alunos do ensino fundamental, 73 estão voltadas aos adolescentes do ensino médio e 40 atuam na educação de jovens e adultos. Ressalte-se que, no ensino médio, há inovação tanto na modalidade regular quanto no ensino técnico.

Os territórios urbanos e rurais mostraram-se propícios à inovação, havendo organizações que criam cotidianamente novos caminhos para garantir a qualidade da educação nos centros e nas periferias das cidades, entre as comunidades agrícolas e nos territórios indígenas.

Estas organizações não obedecem a um modelo pedagógico homogêneo, apresentam diferentes formas de organização do tempo, da gestão, do espaço e do currículo. Em muitas delas a gestão é realizada de forma democrática, com as decisões e regras sendo elaboradas em conjunto com os estudantes, funcionários, familiares e professores. Diversas destas organizações mapeadas utilizam diferentes ferramentas para promover uma educação ambientalmente responsável.

Outras formas de aprendizado foram também destacadas pela iniciativa. Algumas das escolas reconhecidas no mapeamento realizado pelo MEC não trabalham com aulas, utilizam outras metodologias, buscam oferecer aos seus estudantes a possibilidade de aprender a teoria vinculada à prática, através da investigação científica de fato, permitindo aos estudantes que reflitam com base na

experiência. Estas escolas já romperam com a estrutura rígida de divisão do conhecimento por disciplinas, buscando formas mais integradoras de trabalhar-lo. Em algumas escolas os estudantes trabalham por projetos ligados aos seus interesses e aprendem como aquilo que escolhem estudar está conectado aos conteúdos das mais diversas áreas do conhecimento.

Muitas das organizações educativas mapeadas trabalham com ferramentas de avaliação que não se restringem a provas e notas, pois compreendem que memorizar e reproduzir conteúdos, que hoje são facilmente acessíveis, é pouco eficiente do ponto de vista da aprendizagem. A autoavaliação aparece como uma ferramenta bastante valorizada, que supera a competição e o individualismo, por uma perspectiva que favorece o autoconhecimento e a cooperação. A cultura popular, a arte, as atividades corporais, a filosofia, inclusive aspectos ligados à espiritualidade, assim como o tempo livre para o brincar, também são valorizados pela maior parte das organizações.

Esta diversidade de experiências possibilita ao Ministério da Educação e demais agentes da gestão pública consolidarem referências para as políticas públicas de currículo, avaliação e gestão, que levem em consideração a rica diversidade cultural do país e as experiências de educadores, estudantes e comunidades, valorizando a inovação e criatividade

## 6 Ecossistema para Inovação e Criatividade

Como descrito na seção anterior, o MEC organizou um estudo nacional na educação básica e reconheceu 178 organizações como inovadoras e criativas em suas práticas. Isto demonstra que não há uma carência de inovação e criatividade na educação básica brasileira. Ou seja, da mesma forma que inovação e criatividade estão presentes em todas as regiões do Brasil, o mesmo pode ser dito sobre as escolas e demais organizações educativas criativas. Além disso, pode-se afirmar com segurança que há muitas outras organizações, professores, escolas e comunidades que estão atuando de forma criativa e inovadora, porém sem serem amplamente conhecidas.

Logo, ao invés de haver um problema de carência de criatividade no Brasil, o problema é sistêmico, ou melhor dizendo, *ecossistêmico*. O conceito de ecossistema é usado neste artigo como sendo uma comunidade de organismos definidos e a rede de interações entre estes organismos e o ambiente [44]. [45] descrevem como reformas escolares se normalizam rapidamente devido a pressões sistêmicas. Já [46] descreve isto como um sistema de reação imune para repelir entidades externas. Ainda em [46], pode-se observar uma analogia bastante útil como forma de i) analisar a necessidade de desenvolver um



ambiente adequado e ii) cultivar interações entre entidades de uma maneira que novas atividades possam criar raízes. Logo, a visão apresentada neste artigo é que a falta de uma abordagem ecossistêmica leva a uma eventual dissipação do potencial de novas atividades, pois o ambiente não é apropriado para as novas *espécies* e outros *organismos educacionais* não promovem a implantação, o crescimento e a disseminação de novas ideias de forma adequada.

Destaca-se ainda que o ecossistema educacional existente limita a concepção e o uso de tecnologias computacionais da informação e comunicação. A proposta de TIC como Tecnologias da Inovação e Criatividade possui dificuldade em se fixar em um ambiente que prioriza a transmissão de informação ao invés de construções expressivas e criativas. Cabe ressaltar que estas limitações não são filosóficas, conforme muitas filosofias educacionais apóiam aprendizagem ativa [47, 48, 49, 50]. Entretanto, estas limitações são identificadas na estrutura das escolas e salas de aula, no desenvolvimento do professor e do currículo, nos testes e em outros elementos que o ecossistema educacional restringe ao invés de fomentar atividades criativas.

Logo, a computação apóia o fomento à inovação e à criatividade em sua essência, pois se expande através das seguintes dimensões: i) Domínio: expande o escopo do fenômeno capaz de ser ativamente e criativamente investigado; ii) Pessoal: expande os tipos e estilos de expressões sem perder os elementos de uma linguagem formal (i.e. não somente textos escritos sobre algo, mas também construção de modelos funcionais, em uma variedade de estilos e com uma variedade de ferramentas e linguagens); iii) Dinâmica: expande representações formais para fenômenos mais dinâmicos, fluidos e interconectados, facilitando assim a expressão criativa de áreas consideradas de difícil compreensão.

Desta forma, a real necessidade nacional é na criação de um ecossistema que habilite, apoie e promova atividades inovadoras e criativas. Entretanto, para criar um ecossistema, torna-se necessário i) compartilhar o pensamento sobre aprendizagem e ii) promover os ambientes/contextos de aprendizagem mais efetivos em *micro* e *macro* níveis (da mesma forma que se faz em economia ou cultura [27, 28]).

Por um lado, a *aprendizagem em micro nível* está relacionada a uma criança em particular, uma sala de aula em particular, ou seja, a pequenas unidades de aprendizagem. Considera-se que aprendizagem não é simplesmente dizer ao aprendiz qual informação se quer que ele assimile e, com isso, assumir que o estudante aprendeu de forma efetiva. Portanto, aprendizagem é um processo mais ativo, construtivo e interativo.

Por outro lado, a *aprendizagem em macro nível* é frequentemente compreendida como simplesmente dizer ao sistema o que fazer e esperar que seus agentes assimilem as ideias e ajam de forma efetiva. Claramente, isto não é

uma verdade. Apesar de repetidas falhas em alcançar o resultado esperado, na maioria das vezes, as reformas educacionais tentam informar ao sistema o que fazer e como fazer.

Assim, pequenos grupos em grandes sistemas escrevem documentos informando o que deveria ser feito. Isto significa que os autores do documento entenderam a realidade das escolas ou que as escolas irão implementar exatamente o que eles esperam e da forma que eles esperam?

Para garantir a abrangência da proposta, a ideia mais prevalente é gerar um piloto e tentar replicá-lo com escala. Novamente, já se tem testemunhado que quase sempre os pilotos falham ao serem replicados em escala. A razão disto é que pilotos e replicações funcionam para sistemas pequenos e fechados. Entretanto, no contexto de aprendizagem, onde cada lugar e cada ator são diferentes, replicação simples falha, pois não consegue se adaptar ao novo contexto.

Assim, com o objetivo de estimular inovação e criatividade na educação básica, precisa-se focar na construção e desenvolvimento de um ecossistema que habilite, apoie e promova as ideias poderosas e efetivas. Com isso, elementos essenciais para este ecossistema incluem:

- **Financiamento contínuo**, sendo a semente que habilitará a inovação e criatividade de forma sustentável e incremental (ao longo do tempo);
- **Mecanismos** de fomento a ambientes favoráveis a novas ideias, promovendo interação, troca e engajamento com o tempo necessário para a aprendizagem coletiva;
- **Aprendizagem transversal**, através do esforço criativo de pessoas fora do modelo tradicional da escola (e.g. habilidade para trabalhar com artistas, designers, matemáticos, cientistas, desenvolvedores de software, entre outros). Assim, estudantes e professores terão acesso a uma expertise real, evitando assim a monocultura;
- **Tempo, continuidade e sustentabilidade**, criando assim uma cultura de crescimento, onde projetos terão o tempo suficiente para ações não triviais, com continuidade e sustentabilidade. Desta forma, os projetos irão durar o tempo necessário para criar suas próprias raízes;
- **Profundidade**, permitindo que novas ideias e práticas criem raízes, assim a experiência é não trivial e possível de ser proliferada.
- **Suporte tecnológico diagonal**, que inclua sistemas computacionais de suporte ao ecossistema e que sejam suficientemente flexíveis de modo a suportar iniciativas inovadoras e criativas no contexto escolar.

Por fim, frisa-se que os limites de uso não são computacionais, mas sim sistêmicos e culturais. Quando todos os elementos do ecossistema educacional forem endere-

çados, então pode-se haver um uso mais criativo da computação para promover aprendizagem.

## 7 Considerações Finais

Este artigo apresentou desde os conceitos até o modelo ecossistêmico para habilitar, apoiar e promover atividades inovadoras e criativas. De fato, quanto mais pessoas reconhecerem o valor da inovação e criatividade no mundo moderno e o papel da educação para nutri-las, o Brasil se tornará uma grande liderança mundial.

Como descrito ao longo do artigo, a inovação e a criatividade estão enraizadas na cultura brasileira e isto, inegavelmente, se manifesta no contexto educacional. Quando a computação e a conectividade estão disponíveis em larga escala, os estudantes brasileiros se apropriam dos recursos e, como consequência, criam soluções inovadoras e aprendem, de forma engajada e motivadora, os conceitos da matemática, ciências, engenharia e computação. É importante destacar que a relação harmoniosa entre tecnologia, inovação e criatividade não se dá, exclusivamente, pela aplicação de novas metodologias com professores motivados, mas sim na compreensão que a inovação e criatividade irão emergir através de um ecossistema que leve em consideração i) o financiamento contínuo, ii) mecanismos de promoção da interação para a aprendizagem coletiva, iii) aprendizagem transversal, iv) cultura de crescimento respeitando tempo, continuidade e sustentabilidade, v) profundidade e vi) suporte tecnológico diagonal.

Desta forma, o problema da inovação e criatividade na educação brasileira é ecossistêmico. A perspectiva do ecossistema supera tendência constante no campo da educação de, ao se atribuir a qualidade de inovadora a uma proposta, buscar-se imediatamente formas de replicá-la, disseminando-se a percepção equivocada de que seja possível transformar inovações em modelos a serem copiados. Conforme apresentada na seção 4, este problema não está nos estudantes, professores e demais agentes, mas sim em como os gestores da educação nacional podem habilitar, apoiar e promover atividades inovadoras e criativas de forma sustentável e contínua. As questões que precisam ser respondidas são as relacionadas a como ter inovação e criatividade na educação básica, mas sim:

1. Como eliminar as forças que inibem as manifestações de inovação e criatividade prevalentes na sociedade brasileira e tornar essas manifestações uma potência nas escolas brasileiras?
2. Como criar um ecossistema e mecanismos que nutram a criatividade de forma a se espalhar por todo o sistema educacional?

Caso o Brasil decida ser criativo na concepção e implementação do sistema educacional e desenvolva este ecossistema que nutra a criatividade de forma a se espalhar por todo o país, então o Brasil poderá ser uma liderança mundial na invenção de um sistema educacional de alta-qualidade e democrático. Pode-se afirmar que o Brasil, como poucos países no mundo, possui os talentos, recursos e histórico necessários para construir este sistema educacional criativo e inovador para as gerações futuras.

## Agradecimentos

Esta pesquisa foi apoiada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

## Referências

- [1] BLANK, Steve. The four steps to the epiphany. K&S Ranch, 2013.
- [2] BROWN, Tim. Change by Design: How Design Thinking Creates New Alternatives for Business and Society. Collins Business, 2009.
- [3] CRESWELL, John W. Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches. Sage publications, 2013.
- [4] DE ALENCAR, Eunice ML Soriano. Criatividade no Contexto Educacional: Três Décadas de Pesquisa. 2007. <Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-37722007000500008&script=sci\\_abstract&lng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-37722007000500008&script=sci_abstract&lng=en)>
- [5] DE CÁSSIA NAKANO, Tatiana. Investigando a criatividade junto a professores: pesquisas brasileiras. Revista Semestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional (ABRAPEE)\* Volume, v. 13, n. 1, p. 45-53, 2009. <Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pee/v13n1/v13n1a06.pdf>>
- [6] Gomes, A. S. et al.. Cultura digital na escola: habilidades, experiências e novas práticas. Recife: Pipa Comunicação, 2015. 191p. (Série professor criativo, I).
- [7] GOMES, Alex Sandro; SILVA, Paulo André da. Design de Cenários de Aprendizagem. Recife: Pipa Comunicações, 2016. 190 p. (Série professor criativo, III).
- [8] LAVE, Jean; WENGER, Etienne. Situated learning: Legitimate peripheral participation. Cambridge university press, 1991.
- [9] MORAIS, Carla; PAIVA, João. Perspectives and contemporary reflections on the triangle education-technology-society and its influence on science teaching. Educação e Pesquisa, v. 40, n. 4, p. 953-964, 2014. [Link: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1517-97022014000400006&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1517-97022014000400006&script=sci_arttext)]
- [10] PAYNE, Stephen J. Users' mental models: the very ideas. HCI models, theories, and frameworks: Toward a multidisciplinary science, p. 135-156, 2003.



- [11] World Economic Forum, 2016. The Future of Jobs: Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution, <Acessado em: 23 de janeiro de 2016>, <Disponível em: <http://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs>>.
- [12] Universo On-line (2016). Acessado em 31 de Março de 2016, Disponível em <http://educacao.uol.com.br/planos-de-aula/medio/fisica-entenda-a-forca-de-atrito.htm>
- [13] Cavallo, D., Papert, S., & Stager, G., "Climbing towards Understanding: lessons from an experimental learning environment for adjudicated youth," in ICLS '04 Proceedings of the 6th international conference on Learning sciences Pages 113 - 120
- [14] FREIRE, Paulo. *Pedagogia do Oprimido*. 11. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987. 273 pg. ISBN: 978-85-7753-164-6.
- [15] David Cavallo, Blikstein, P., Sipitakiat, A., Basu, A., Camargo, A., de Deus Lopes, R. & Cavallo, A., "The City That We Want: generative themes, constructionist technologies and school/social change," *Advanced Learning Technologies, 2004. Proceedings. IEEE International Conference on*, vol., no., pp.1034,1038, 30 Aug.-1 Sept. 2004
- [16] Seymour Papert and Harel, I., "Situating Constructionism," in *Constructionism*, Ablex Publishing Corporation, 1991
- [17] Paulo Blikstein & D. Cavallo, "Technology as a Trojan Horse in School Environments: The Emergence of the Learning Atmosphere (II). In *Proceedings of the Interactive Computer Aided Learning International Workshop*, Carinthia Technology Institute, Villach, Austria, 2002
- [18] D. Cavallo, "Emergent Design and Learning Environments: Building on Indigenous Knowledge," *IBM SYSTEMS JOURNAL*, VOL 39, NOS 3&4, 2000
- [19] Robert J. Sampson, S. Raudenbush, & F. Earls, "Neighborhoods and Violent Crime: A Multilevel Study of Collective Efficacy," in *Science, New Series*, Vol. 277, No. 5328, Aug. 15, 1997, pp. 918-924
- [20] Donald Schon, "The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action," Basic Books, 1984
- [21] Davis Baird. *Thing Knowledge: A Philosophy of Scientific Instruments*. Berkeley: University of California Press, 2004. Project MUSE. Web. 26 Feb. 2016. <<https://muse.jhu.edu/>>
- [22] Evan Fuller, J. Rabin, & G. Harel, "Intellectual Need and Problem-Free Activity in the Mathematics Classroom". Technical Report. University of California. p. 44.
- [23] Jean Lave and Etienne Wenger (1991) *Situated Learning. Legitimate peripheral participation*, Cambridge: University of Cambridge Press
- [24] Terezinha Nunes, Carraher, D. & Schliemann, A., "Mathematics in the Streets and in Schools," in *BRITISH JOURNAL OF DEVELOPMENTAL PSYCHOLOGY* 3(1):21-29 · FEBRUARY 1985
- [25] Seymour Papert, "Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas," Basic Books, New York, NY, 1980
- [26] Sherry Turkle and S. Papert, "Epistemological Pluralism and the Revaluation of the Concrete," in *Journal of Mathematical Behavior*, Vol. 11, No.1, in March, 1992, pp. 3-33
- [27] Seymour Papert, Gulbankian Foundation, Lisboa
- [28] David Cavallo, "Models of Growth - Towards Fundamental Change in Learning Environments," in *BT Technology Journal*, October 2004, Volume 22, Issue 4, pp 96-112
- [29] Pasi Sahlberg, "Education policies for raising student learning: the Finnish approach," in *Journal of Education Policy*, Vol. 22, No. 2, March 2007, pp. 147-171
- [30] Jean Anyon, "Social Class and the Hidden Curriculum of Work," in *Journal of Education*, vol. 162, Number 1, Winter, 1980
- [31] Partnership for 21st Century Skills (2008) *21st Century Skills, Education & Competitiveness: A Resource and Policy Guide* [http://www.p21.org/storage/documents/21st\\_century\\_skills\\_education\\_and\\_competitiveness\\_guide.pdf](http://www.p21.org/storage/documents/21st_century_skills_education_and_competitiveness_guide.pdf)
- [32] Alan Schoenfeld, "Math Wars," in *Educational Policy*, February, 2002
- [33] Prince, M. (2004) *Does Active Learning Work? A Review of the Research*. (2004) In: *Journal of Engineering Education*. In: *Journal of Engineering Education*, v.93, 3, p. 223-231
- [34] George Land and Beth Jarman (1998) *Breaking Point and Beyond: Mastering the Future Today*. San Francisco: Leadership 2000 Inc, 261 p.
- [35] Amabile, T. M. (1998) *How to Kill Creativity*. *Harvard Business Review* 76, no. 5 (September-October 1998): 76-87.
- [36] FREY, Carl Benedikt; OSBORNE, Michael A. *The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation*. Retrieved September, v. 7, p. 2013.
- [37] MORAIS, Carla; PAIVA, João. *Perspectives and contemporary reflections on the triangle education-technology-society and its influence on science teaching*. *Educação e Pesquisa*, v. 40, n. 4, p. 953-964, 2014.
- [38] Lave, Jean; Wenger, Etienne (1991). *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*. Cambridge: Cambridge University Press. ISBN 0-521-42374-0.; first published in 1990 as Institute for Research on Learning report 90-0013.
- [39] RUNCO, Mark A.; JAEGER, Garrett J. *The standard definition of creativity*. *Creativity Research Journal*, v. 24, n. 1, p. 92-96, 2012.
- [40] Lave, Jean; Wenger, Etienne (1991). *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*. Cambridge: Cambridge University Press. ISBN 0-521-42374-0.; first published in 1990 as Institute for Research on Learning report 90-0013
- [41] Robinson, Ken. *Como as escolas destroem a criatividade das crianças*. Ted Talk. Feb. 2006.
- [42] MORIN, Edgar. *Os setes saberes necessários à educação do futuro*. Cortez Editora, 2014.
- [43] Gardner, Howard. *Estruturas da Mente: A Teoria das Inteligências Múltiplas*, Porto Alegre: Artes Médicas, 1994 [Versão original: *Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences*, 1983].
- [44] Odum, Eugene P (1971). *Fundamentals of Ecology* (third ed.). New York: Saunders.

- [45] Tyack, David B. and Larry Cuban (1995). "Tinkering Towards Utopia: A Century of Public School Reform," Harvard University Press, Cambridge, MA, USA
- [46] Papert, Seymour, (1997) "Why School Reform is Impossible," The Journal of the Learning Sciences, 6(4), pp. 417-427.
- [47] Dewey, John, "The School and Society," 1900, University of Chicago Press, Chicago, IL, USA
- [48] Dewey, John, "The Child and the Curriculum," 1902, University of Chicago Press, Chicago, IL, USA
- [49] Freinet, Célestin and John Sivell, "Education Through Work: A Model for Child-Centered Learning (Mellen Studies in Education, V. 19), Aug 1993.
- [50] Montessori, Maria, (1979), "The Absorbent Mind," The Theosophical Publishing House
- [51] R. BARTHOLO & C. CIPOLLA (org.). *Inovação social e sustentabilidade: desenvolvimento local, empreendedorismo e design. Cadernos dos Grupos de Altos Estudos*, v. 5. Rio de Janeiro: Programa de Engenharia da Produção da Coppe/UFRJ, p. 199
- [52] M. MALDONATO, & S. DELL'ORCO, 2010. "Criatividade, pesquisa e inovação: o caminho surpreendente da descoberta". B. Téc. Senac: a R. Educ. Prof., Rio de Janeiro, v. 36, n.1, jan/abr, p. 6
- [53] L. CÁRDENAS; A. RODRIGUEZ CÉSPEDES; R. M. TORRES (2000). *El maestro, protagonista del cambio educativo*. (Bogotá: Convenio Andrés Bello; Magisterio Nacional)
- [54] Wing, Jeanette M. (2006). "Computational thinking". Communications of the ACM. 49 (3): 33. doi:10.1145/1118178.1118215.
- [55] Robinson, Ken. *Creative Schools: The Glassroots Revolution That's Transforming Education*. Viking Penguin. 292p. 2015.
- [56] Wagner, Tony. *Creating Innovators: The Making of Young People Who Will Change the World*. Scribner. 288p. 2012.
- [57] GOMES, A. S.; Raabe, André ; I. BITTENCOURT, IG; PONTUAL, T.. *Educação criativa: multiplicando experiências para a aprendizagem*. 1. ed. Pernambuco: Pipa Comunicações, 2016. v. 4. 472p .