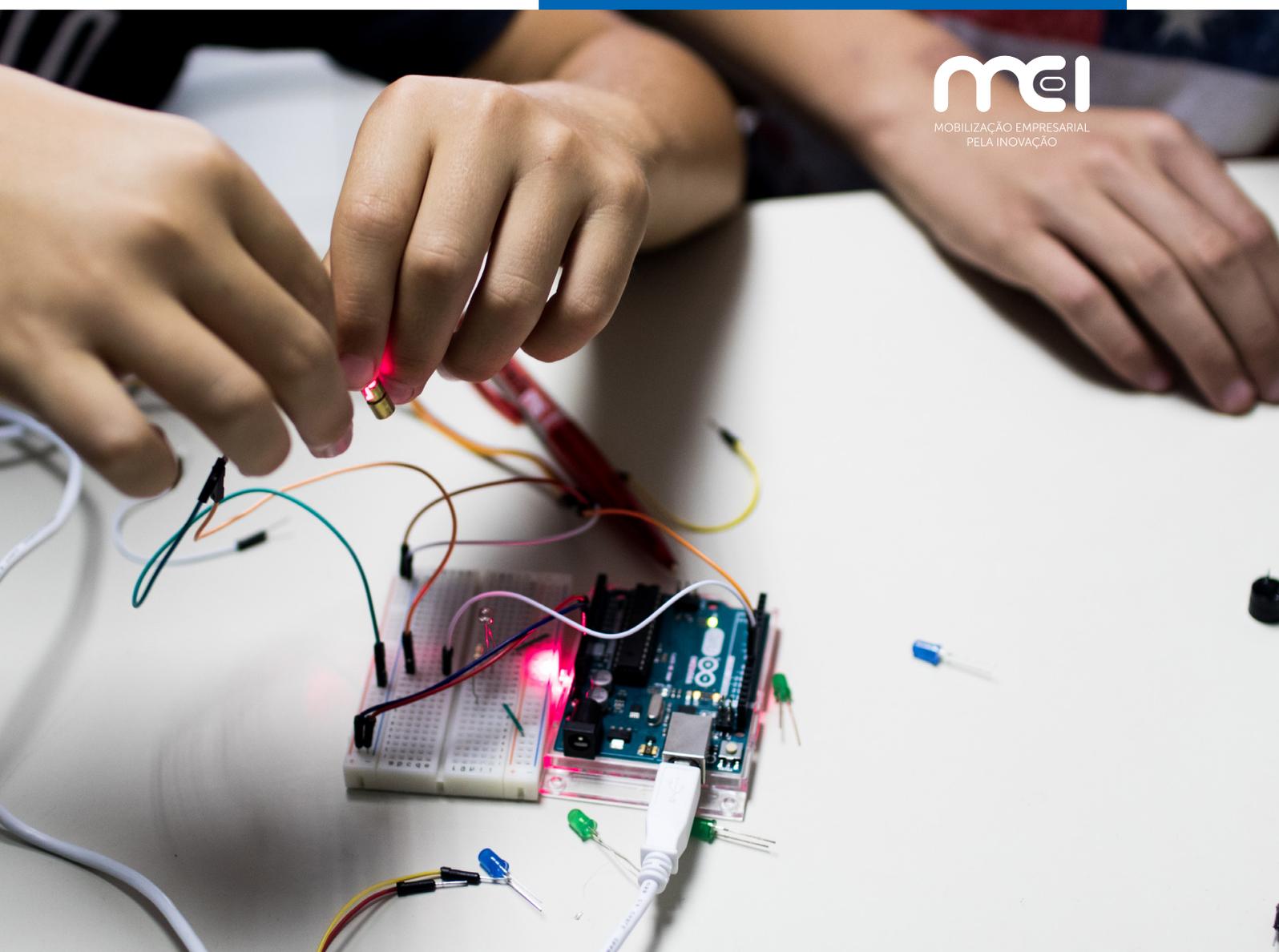


EDUCAÇÃO STEAM

INSUMOS PARA A
CONSTRUÇÃO DE UMA
AGENDA PARA O BRASIL

mei
MOBILIZAÇÃO EMPRESARIAL
PELA INOVAÇÃO



CNI

Confederação Nacional da Indústria
PELO FUTURO DA INDÚSTRIA

EDUCAÇÃO STEAM

INSUMOS PARA A
CONSTRUÇÃO DE UMA
AGENDA PARA O BRASIL

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI

Robson Braga de Andrade
Presidente

Gabinete da Presidência

Teodomiro Braga da Silva
Chefe do Gabinete – Diretor

Diretoria de Educação e Tecnologia – DIRET

Rafael Esmeraldo Lucchesi Ramacciotti
Diretor de Educação e Tecnologia

Diretoria de Inovação

Gianna Cardoso Sagazio
Diretora

Serviço Social da Indústria – SESI

Eduardo Eugenio Gouvêa Vieira
Presidente do Conselho Nacional

SESI – Departamento Nacional

Robson Braga de Andrade
Diretor

Rafael Esmeraldo Lucchesi Ramacciotti
Diretor-Superintendente

Paulo Mól Júnior

Diretor de Operações

Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – SENAI

Robson Braga de Andrade
Presidente do Conselho Nacional

SENAI – Departamento Nacional

Rafael Esmeraldo Lucchesi Ramacciotti
Diretor-Geral

Julio Sergio de Maya Pedrosa Moreira
Diretor-Adjunto

Gustavo Leal Sales Filho
Diretor de Operações

Instituto Euvaldo Lodi – IEL

Robson Braga de Andrade
Presidente do Conselho Superior

IEL – Núcleo Central

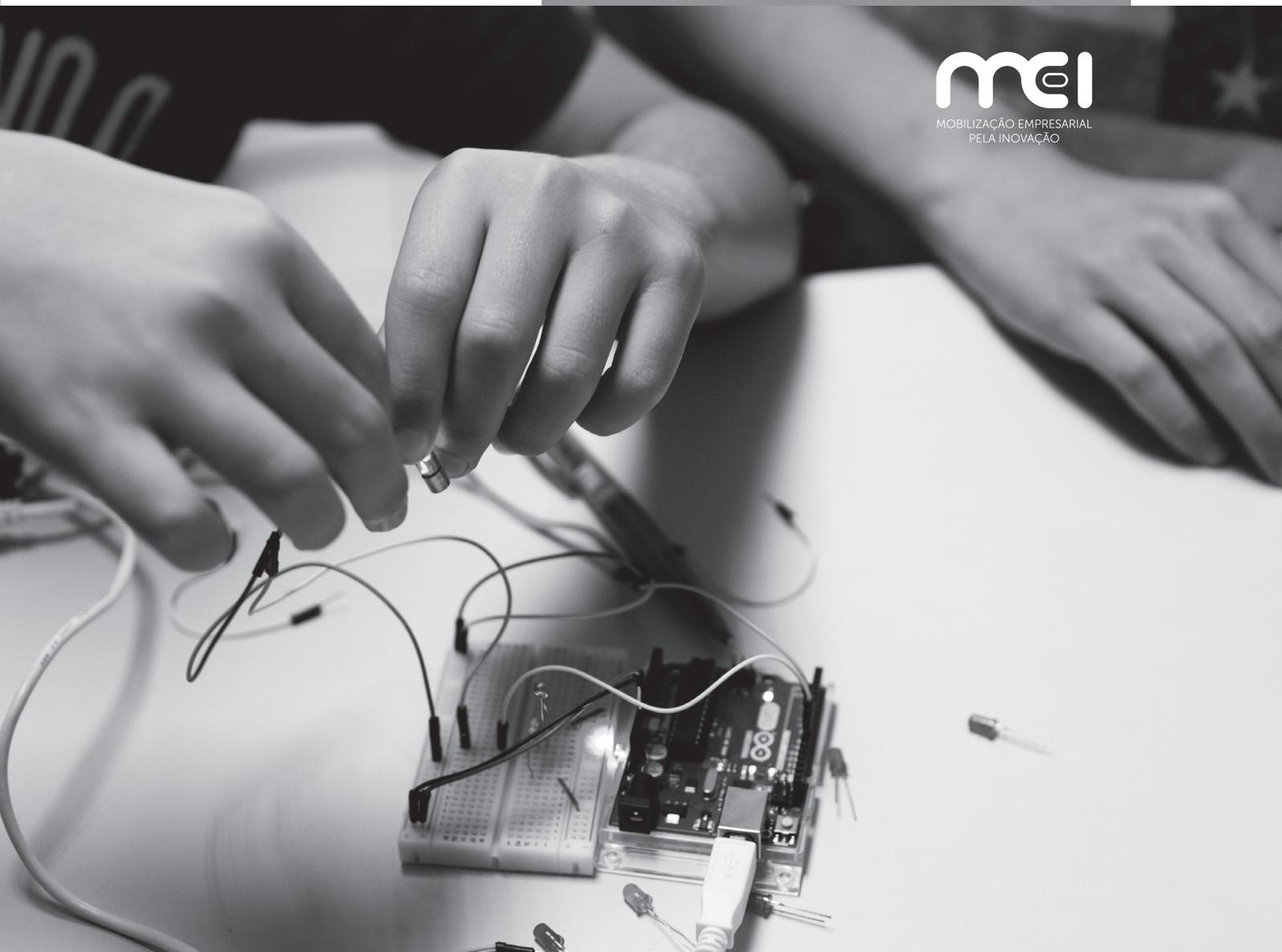
Paulo Afonso Ferreira
Diretor-Geral

Eduardo Vaz da Costa Junior
Superintendente

EDUCAÇÃO STEAM

INSUMOS PARA A
CONSTRUÇÃO DE UMA
AGENDA PARA O BRASIL

mei
MOBILIZAÇÃO EMPRESARIAL
PELA INOVAÇÃO



Brasília, 2021

CNI

Confederação Nacional da Indústria
PELO FUTURO DA INDÚSTRIA

© 2021. CNI – Confederação Nacional da Indústria
© 2021. SESI – Serviço Social da Indústria
© 2021. SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
© 2021. IEL – Instituto Euvaldo Lodi

Qualquer parte desta obra poderá ser reproduzida, desde que citada a fonte.

CNI
Diretoria de Inovação

FICHA CATALOGRÁFICA

E24

Educação STEAM: insumos para a construção de uma agenda para o Brasil /
Confederação Nacional da Indústria, Serviço Social da Indústria, Serviço Nacional
de Aprendizagem Industrial, Instituto Euvaldo Lodi. – Brasília : CNI, 2021.
75 p. – il.

1.Educação 2. STEAM 3. Ensino Médio 4. MEI. 5. Inovação. I. Título

CDU: 37

CNI
Confederação Nacional da Indústria
Sede
Setor Bancário Norte
Quadra 1 – Bloco C
Edifício Roberto Simonsen
70040-903 – Brasília – DF
Tel.: (61) 3317-9000
Fax: (61) 3317-9994
<http://www.portaldaindustria.com.br/cni/>

Serviço de Atendimento ao Cliente – SAC
Tels.: (61) 3317-9989/ 3317-9992
sac@cni.com.br

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Habilidades requeridas de estudantes no século XXI	16
Figura 2 – Sistema australiano de políticas STEM	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Principais elementos presentes em escolas alinhadas ao movimento STEM	27
Tabela 2 – Objetivos da Educação STEM nos Estados Unidos	35

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	9
1 INTRODUÇÃO	13
2 O MOVIMENTO STEAM	21
2.1 Ponto de partida do movimento.....	21
2.2 Disseminação do debate e caracterização do movimento	23
3 EXPERIÊNCIAS INTERNACIONAIS COM FOCO NA EDUCAÇÃO STEM OU STEAM	31
3.1 Estados Unidos	32
3.2 Austrália	38
3.3 Alemanha	41
3.4 América Latina	45
4 MOVIMENTO STEAM NO BRASIL	51
4.1 Experiências nacionais em STEAM.....	53
4.2 Necessidade de capacitação do professor	63
5 UMA JANELA DE OPORTUNIDADE PARA EXPANSÃO DA EDUCAÇÃO STEAM NO PAÍS	67
5.1 BNCC e Reforma do Ensino Médio.....	67
5.2 Considerações finais e recomendações.....	71

APRESENTAÇÃO

Uma economia é competitiva quando suas empresas são competitivas. Entre os diversos fatores determinantes para destaque nessa área, está a capacidade dos recursos humanos para a inovação – que, afinal, é feita por pessoas. Por esse motivo, a preocupação com a educação não pode se restringir à esfera governamental, devendo ser compartilhada também pelo setor privado.

Em diversos países, as empresas reconhecem a importância do elo entre economia e educação, assim como a relevância de sua participação ativa no debate sobre o tema. As companhias são agentes fundamentais, que pressionam por mudanças ao mesmo tempo em que se engajam em ações pela melhoria do ensino. Essa dupla função fica clara quando se investiga a expansão do movimento STEAM (acrônimo, em inglês, para Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática) no mundo.

A educação STEAM tem como um de seus principais objetivos preparar os estudantes para os desafios do século 21. A abordagem pressupõe um projeto educacional interdisciplinar, dinâmico, que valoriza experimentação, criatividade, autonomia, pensamento crítico e outras habilidades importantes, seja para o progresso de jovens e adultos nas carreiras científicas e tecnológicas, seja para o desenvolvimento individual. Em outras palavras, trata-se de melhorar o nível de formação das pessoas para o mundo do trabalho e para a vida em sociedade.

Internacionalmente, essa agenda tem evoluído de forma exitosa e consistente por meio de ações que integram governo, empresas e comunidade escolar como partes interessadas e responsáveis por alcançar resultados positivos na educação. Dada sua relevância, esse debate precisa conquistar mais adeptos também no Brasil. Embora o país tenha dado passos nesse sentido, é necessário avançar.

Pelo menos dois fatos contam a favor. De um lado, há o Novo Ensino Médio, que abriu as portas para novas abordagens, mesmo sem fazer referência direta ao STEAM. A regulamentação prevê, por exemplo, a aprendizagem baseada em projetos interdisciplinares e voltados à solução de problemas reais, assim como os itinerários formativos, que podem ser a ponte para o STEAM. De outro lado, estão as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação em Engenharia, em vigor desde 2019, que também trazem, em seu cerne, os princípios do movimento.

Esses novos marcos, especialmente o do Novo Ensino Médio, podem ser pontos de partida para construir ações estratégicas, de alto impacto para o país. Não é aceitável que se acumulem, ano após ano, resultados insatisfatórios em avaliações como o Programa Internacional de Avaliação de Alunos (Pisa). A baixa qualidade da educação é um entrave ao desenvolvimento econômico e social do Brasil. Essa difícil realidade precisa ser enfrentada, e o movimento STEAM traz contribuições importantes nessa direção.

O presente estudo visa a estimular essas reflexões e apontar alguns caminhos possíveis. É fruto do trabalho realizado pela Mobilização Empresarial pela Inovação (MEI), coordenada pela Confederação Nacional da Indústria (CNI). Mais precisamente, a iniciativa é parte das ações do Grupo de Trabalho de Engenharia/STEAM da MEI, fórum que reúne empresas e universidades para discutir e propor ações com vistas ao avanço da formação de recursos humanos para a inovação no país.

Desejo a todos uma boa leitura.

Robson Braga de Andrade

Presidente da CNI



1 INTRODUÇÃO



A *Agenda 2030* das Nações Unidas estabelece 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS)¹ para o mundo. Os ODS cobrem desde a erradicação da pobreza até a igualdade de gênero e cidades mais inclusivas, seguras e sustentáveis. Têm em comum o fato de tratarem de questões complexas, cujas respostas dependem do conhecimento oriundo de diferentes áreas, bem como da união de competências e habilidades de profissionais variados, desde engenheiros, físicos, biólogos, matemáticos, até geógrafos, economistas, cientistas sociais, designers e muitos outros. Ao sintetizar os maiores objetivos do desenvolvimento numa única agenda global, expressam o entendimento de que as soluções para os desafios da humanidade são construídas colaborativamente, por equipes multidisciplinares.

A pandemia de COVID-19 colocou em evidência esse princípio contido na *Agenda 2030*. Em regime de urgência, países precisaram mobilizar verdadeiras forças-tarefa para produzir testes, materiais de proteção, insumos e equipamentos médicos para a população em escala e com rapidez, para mitigar os efeitos da pandemia e salvar vidas, e, ao mesmo tempo, desenvolver, em ritmo acelerado, uma vacina capaz de devolver a normalidade à vida cotidiana, no mais curto espaço de tempo possível. Para isso, foi essencial reunir profissionais de diferentes áreas para trabalharem de forma cooperativa e interdisciplinar, em regime internacional de colaboração sem precedentes.

O contexto da pandemia reforçou também a importância do investimento em ciência, tecnologia e inovação (CT&I) para o desenvolvimento de alternativas que respondam a desafios globais. Deixou claro ainda que sistemas avançados de

¹ Informações disponíveis em: <https://brasil.un.org/>. Acesso em 28/09/2020.

CT&I se baseiam em sistemas educacionais robustos, provedores do principal insumo da economia e sociedade contemporânea: capital humano. Demonstrou, por fim, que sem uma integração entre campos científicos, bem como entre setores da sociedade, especialmente a academia e o setor empresarial, seria inviável responder com rapidez às múltiplas demandas trazidas pelo novo coronavírus.

Por reconhecer a necessidade de se pensar na educação como um dos eixos da competitividade, a Mobilização Empresarial pela Inovação (MEI), movimento coordenado pela Confederação Nacional da Indústria (CNI), trabalha em favor de uma agenda efetiva sobre formação de recursos humanos como parte de sua missão. Fruto disso, criou o Grupo de Trabalho de Engenharia/STEAM (da sigla em inglês para ciência, tecnologia, engenharia artes e matemática), integrado por representantes do setor produtivo, da academia e do governo, para debater e apresentar propostas de melhoria da qualidade da educação como vetor de produtividade, inovação e bem-estar social, apoiando também a implementação dessas ações em conjunto com a sociedade.

Partindo dessa visão, o Grupo contribuiu para a revisão das Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) do Curso de Graduação em Engenharia, homologadas em 2019, e, desde então, apoia a implantação do novo regulamento pelas instituições de ensino superior.

Tendo em vista que os avanços na agenda educacional advêm, em larga medida, da melhoria da qualidade da Educação Básica, coloca-se também a necessidade de se discutir os desafios e oportunidades para que sejam superadas as fragilidades nesse campo. Visto sob essa perspectiva, os resultados obtidos no Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa), da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), deixam claro a importância de atuar com urgência nos primeiros ciclos de aprendizagem, como condição para o Brasil diminuir as taxas de evasão escolar, aumentar o contingente de concluintes no ensino superior e produzir uma agenda robusta de competitividade, produtividade e inovação no Brasil.

O Pisa avalia o desempenho de alunos de 15 anos, em 79 países e territórios participantes, em Leitura, Matemática e Ciências. É uma referência internacional de qualidade da Educação Básica. Segundo o último levantamento, de 2018, o Brasil aparece entre os 20 piores do mundo nas três áreas avaliadas, com Uruguai, Chile e México, por exemplo, apresentando resultados melhores do que o país em todas elas². Trechos do relatório sobre o Brasil mostram o tamanho dos desafios adiante:

2 OECD – ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. Programme for International Student Assessment (Pisa). 2018. Disponível em: <http://www.oecd.org/pisa/publications/pisa-2018-results.htm>. Acesso em: 28 set. 2020.

- Estudantes brasileiros apresentaram desempenho inferior à média da OCDE em Leitura, Matemática e Ciências. Apenas 2% dos alunos tiveram resultados nos percentis superiores de proficiência (nível 5 e 6) em pelo menos uma das áreas, contra uma média de 16% na OCDE, enquanto 43% dos estudantes do país estiveram abaixo do nível mínimo de proficiência (nível 2) em pelo menos uma delas, comparado a uma média de 13% para a OCDE;
- Embora a nota média do conjunto dos estudantes brasileiros tenha melhorado entre 2003 e 2018, a maior parte dos ganhos ocorreu nos primeiros ciclos de aplicação da prova. Após 2009, tanto em Matemática quanto em Ciências e Leitura houve pouca alteração no desempenho médio dos alunos. Com isso, em 2018, 68% dos estudantes, com 15 anos de idade, mostravam-se sem o nível básico de matemática, número que chega a 55% em Ciências e 50% em Leitura;
- Entre os alunos de melhor desempenho em Matemática e Ciências do país, um de cada três meninos espera seguir carreiras em Engenharia ou Ciências até completar 30 anos, enquanto apenas uma de cada cinco meninas no mesmo grupo tem igual expectativa. Esse dado revela o quanto é decisivo no Brasil o componente de gênero para escolha de carreiras científicas, mesmo entre as alunas de melhor desempenho.

O diagnóstico é, portanto, alarmante, visto que a precariedade do quadro educacional afeta negativamente o bem-estar das pessoas e o desempenho econômico do país. Pesquisas comparando resultados de alunos de diversos países em avaliações de qualidade da educação com variáveis de crescimento econômico têm comprovado ligação consistente entre elas. Estimativas com base em modelos matemáticos sofisticados indicam que para cada acréscimo de 100 pontos no escore educacional dos alunos em testes internacionais de qualidade, corresponde um avanço médio de 2 pontos percentuais na taxa de crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) per capita do país. Tal impacto mostra-se ainda maior em países em desenvolvimento, em que chega a alcançar 2,8 pontos percentuais³. Logo, nações como o Brasil, com crescimento econômico estagnado, poderiam melhorar seu desempenho a partir de estratégias de promoção da qualidade da educação.

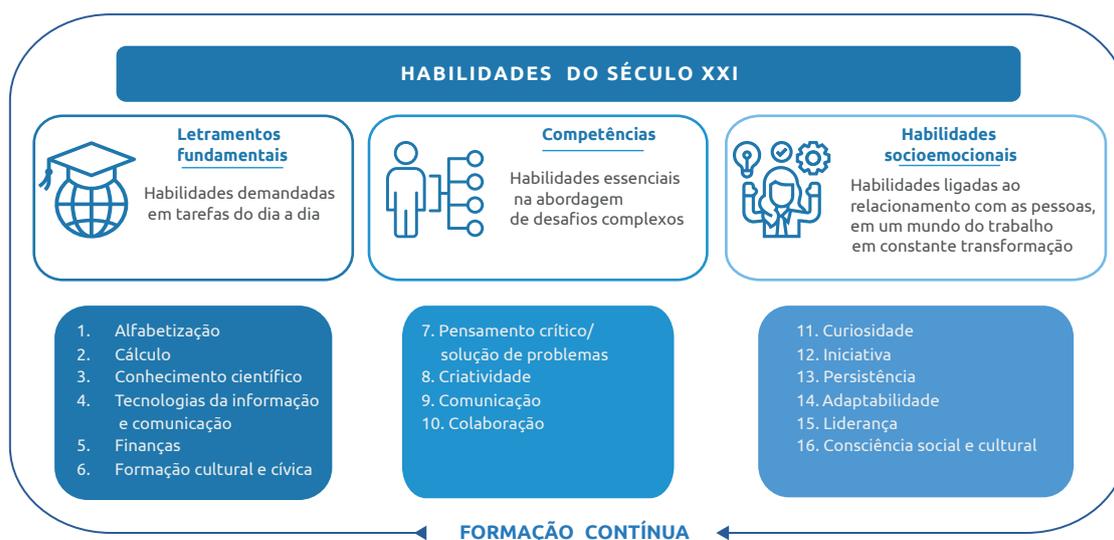
Atento à essa relação, o Fórum Econômico Mundial tem destacado a necessidade de promover a educação de qualidade em todos os níveis, do básico ao superior, como parte integrante de sua agenda para a indústria. O documento *New Vision for Education: Fostering Social and Emotional Learning through Technology*⁴ apresenta 16 habilidades-chave para

3 HANUSHEK, Eric A.; WOESSMANN, Ludger. Do better schools lead to more growth? cognitive skills, economic outcomes and causation. In: *Journal of Economic Growth*, v. 17, p. 267-321, 2012. Disponível em: [http://hanushek.stanford.edu/sites/default/files/publications/Hanushek%2BWoessmann%202012%20JEconGrowth%2017\(4\).pdf](http://hanushek.stanford.edu/sites/default/files/publications/Hanushek%2BWoessmann%202012%20JEconGrowth%2017(4).pdf). Acesso em: 28 set. 2020.

4 WORLD ECONOMIC FORUM. *New vision for education: fostering social and emotional learning through technology*, 2016. Disponível em: http://www3.weforum.org/docs/WEF_New_Vision_for_Education.pdf. Acesso em: 28 set. 2020.

um processo de aprendizado contínuo, vital aos profissionais e às economias no século XXI. Basicamente, preconiza a formação composta de três conjuntos de habilidades: “letramentos fundamentais”, “competências” e “qualidades de caráter”, resumidas na figura a seguir.

FIGURA 1 – Habilidades requeridas de estudantes no século XXI



Fonte: WORLD ECONOMIC FORUM. *New vision for education: fostering social and emotional learning through technology*, 2016. Disponível em: http://www3.weforum.org/docs/WEF_New_Vision_for_Education.pdf. Acesso em: 28 set. 2020. p. 4. (Tradução livre).

O modelo aponta para uma educação contextualizada e integrada entre áreas do saber, com promoção da interdisciplinaridade, do trabalho em grupo, da reflexão crítica e da capacidade de mudança e adaptação a novos conhecimentos, modos de produção e culturas, nos quais conteúdos específicos se tornam obsoletos rapidamente.

Em larga medida, essa percepção é reforçada em *Future of Jobs Report*⁵, também do Fórum Econômico Mundial, segundo o qual 65% das crianças que entraram na escola em 2018 atuariam, quando adultos, em empregos hoje inexistentes. Logo, cabe aos segmentos de educação incorporar o perfil e tendências de oportunidades futuras de estudo e trabalho para responder aos cenários que se desenham.

Um dos caminhos para alinhar a formação dos estudantes a essas tendências tem sido adotado em diversos países desde 2000, por meio de um movimento STEM, representando as primeiras letras em inglês de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática, que posteriormente passou a integrar também as Artes, levando ao termo STEAM⁶.

5 WORLD ECONOMIC FORUM. Chapter 1: the future of jobs and skills. In: **Future of Jobs**. 2018. Disponível em: <https://reports.weforum.org/future-of-jobs-2016/chapter-1-the-future-of-jobs-and-skills/>. Acesso em: 01 maio 2021.

6 John Maeda, ex-presidente da Rhode Island School of Design, foi um dos grandes defensores do conceito STEAM.

O movimento, diferenciado em cada país, propõe maior integração do mundo da escola com o do trabalho como chave para qualidade na educação, bem como para a reversão do crescente desinteresse dos jovens pela escola a partir do Ensino Médio, em especial, pelas áreas de Ciências e a Matemática. O conteúdo pedagógico que informa o movimento em cada país muda de acordo com o contexto dos desafios políticos, econômicos e sociais colocados como alvo das políticas, em cada um deles, bem como em função de especificidades dos sistemas educacionais nacionais. Entretanto, os resultados dos esforços dos países em STEAM são sempre medidos em termos da evolução do desempenho de seus alunos em avaliações internacionais de qualidade, concebidas para apoiar gestores públicos na calibragem de suas políticas educacionais ao longo do tempo.

O acrônimo usado para promover a reflexão, a mobilização e a adoção de ações efetivas e articuladas de diferentes setores sociais em torno de reformas educacionais resulta, na maior parte das vezes, de demanda direta da indústria, daí a importância desse debate no âmbito da MEI-CNI. Na maioria dos países, a priorização do STEAM no sistema educacional, a partir de pressão da indústria, reflete o amadurecimento do setor produtivo sobre a importância estratégica da educação como pilar da economia do futuro, cada vez mais dependente de recursos humanos.

Como será explorado no decorrer do texto, entre as principais mudanças propostas pelo STEAM estão o foco no trabalho interdisciplinar e o uso de problemas concretos como ferramenta de transformação do ensino-aprendizagem, capaz de reorganizar a educação desde a gestão até a relação entre alunos e professores, entre disciplinas e também entre atores sociais como a comunidade, universidade, governo e empresas. O suporte ao movimento STEAM está associado, portanto, à necessidade urgente da economia global de integrar diferentes áreas do conhecimento para lidar com questões complexas da realidade, sejam elas de natureza social ou econômica. Além disso, nota-se a preocupação em engajar os diversos atores no movimento, como responsáveis pela agenda de educação.

Esse debate é nascente no Brasil. Observam-se iniciativas em curso, mas ainda sem a mesma abrangência e capacidade estruturante de produzir impacto no desenvolvimento nacional. O país encontra-se, todavia, diante de uma grande oportunidade de alcançar efeitos sistêmicos significativos, em tempo relativamente curto, devido à possibilidade de introdução da agenda STEAM no bojo do processo de efetivação das inovações trazidas pela Base Nacional Curricular Comum (BNCC) e pela Reforma do Ensino Médio. Os itinerários formativos do Ensino Médio, em particular em construção nos estados, podem ser uma porta de entrada para a disseminação dessa abordagem educacional.

A multiplicidade e representatividade dos atores mergulhados na efetivação dos novos marcos regulatórios criam campo fértil ao fortalecimento da educação contextualizada e voltada à solução dos problemas da sociedade, sendo o STEAM uma das abordagens disponíveis para transformar a cultura pedagógica tradicional com o apoio do setor produtivo.

Assim, considerando a urgência do tema e o contexto favorável, **este documento visa a subsidiar a reflexão, o debate e a articulação no Brasil em torno da priorização da formação STEAM na agenda educacional, aproveitando o marco da implantação da BNCC e da Reforma do Ensino Médio e, particularmente, o desenho dos novos itinerários formativos. Espera-se ainda estimular a colaboração e ação conjunta e efetiva dos atores públicos e privados responsáveis por esse processo que traz possibilidades de ganhos para toda a sociedade.**

O texto está estruturado em seis seções, além desta introdução. A segunda, trata de definições e conceitos de STEAM, recuperando brevemente a história do movimento. A terceira apresenta referências de políticas em países pioneiros nesse debate, seguidos de estudo de caso na América Latina. A quarta traça o contexto brasileiro, chamando a atenção para experiências em curso no Brasil e o imprescindível trabalho junto aos docentes. A quinta e última seção é dedicada a uma proposta de agenda de STEAM, a partir da oportunidade da efetivação da BNCC e da Reforma, no Ensino Médio, prioridade dos sistemas estaduais de educação em 2021.



2 O MOVIMENTO STEAM



2.1 PONTO DE PARTIDA DO MOVIMENTO

A história do movimento começou antes do acrônimo que uniu iniciativas e preocupações diversas com relação à formação em Ciências e Matemática. A semente do debate existia nos Estados Unidos (EUA) desde os anos 80, puxado, de um lado, pelas universidades de ponta de Engenharia, e, de outro, por reivindicações do setor produtivo com relação à qualidade da educação dos alunos recém-formados.

As universidades responsáveis pelo segundo ciclo de formação especializada, após o Bacharelado nos *Colleges*, em carreiras como Engenharia, sentiam dificuldade em atrair jovens. Muitos ingressantes abandonavam os cursos devido a lacunas na formação básica. Outros grupos populacionais numerosos no país, como mulheres, latinos, negros, indígenas e outras minorias sequer consideravam carreiras na área, deixando de fora um grande contingente de potenciais talentos.

Em função disso, o setor produtivo não conseguia recrutar profissionais com perfil mais diversificado, enquanto professores universitários em instituições como a Universidade de Berkeley, na Califórnia, pesquisavam o assunto desde a década de 1960 e buscavam as causas e soluções para o problema, tendo iniciado, ainda em 1970, o embrião de iniciativas de equidade em STEM (acrônimo em inglês para Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática) nos EUA.

Existia também preocupação com relação ao número de Engenheiros formados no país, abaixo de padrões observados em outras economias desenvolvidas, como as da Ásia, por exemplo, contra as quais os EUA precisavam se manter competitivos.

Na década de 80, vieram os primeiros financiamentos ao tema no governo Ronald Reagan, resultando em iniciativas localizadas em resposta às inquietações iniciais da indústria e de universidade de referência.

O “*Center for Occupational Research and Development*” (CORD)⁷, por exemplo, criado por engenheiros no Texas e uma das instituições mais antigas nesse tema nos EUA, começou a trabalhar nessa época no nível do Ensino Médio e dos *Colleges*. Tentavam promover uma educação mais contextualizada, motivadora e interessante para os alunos, com a finalidade de atraí-los para carreiras nas áreas científicas e tecnológicas, buscando ainda tornar mais claras as demandas da indústria em termos de formação de recursos humanos.

Nos anos 90, a CORD realizou muitas mesas de trabalho e discussão, com financiamento do Congresso norte-americano executado pelos estados por meio de editais de projeto. As mesas reuniam indústria, gestores educacionais, sindicatos de trabalhadores, professores e governos locais para fazerem um diagnóstico de base sobre a formação de pessoal. A partir desse retrato inicial sobre os problemas e as prioridades, repensavam currículos, metodologias de ensino e possibilidades de parceria entre atores públicos e privados, buscando alinhar padrões acadêmicos e de empregabilidade com o perfil dos egressos do sistema⁸.

Na outra ponta, pensando em ampliar oportunidades para negros, mulheres, latinos e outras minorias no desenvolvimento de seu pleno potencial em Ciências e Matemática, formaram-se parcerias público-privadas, lideradas e ancoradas nas universidades, com apoio financeiro de empresas e do governo federal, sobretudo em pesquisas. Passaram a identificar mecanismos de apoio ausentes no sistema educacional e necessários ao sucesso desses grupos em carreiras científicas, a longo prazo.

Foi o início de organizações da sociedade civil como a “*Mathematics, Engineering, Science Achievement*” (MESA), hoje estruturada em rede, em 11 estados norte-americanos, com resultados expressivos de inclusão de negros, mulheres, latinos e outras minorias em carreiras em STEM. Em décadas de trabalho, semearam redes de atores e movimentos de base, construindo um leque de estratégias e de suporte ao desenvolvimento de talentos em STEM desde o Ensino Infantil até a conclusão do Ensino Superior⁹.

7 Maiores informações sobre a CORD disponíveis em: <https://cord.org/>

8 Com base em entrevista realizada com o especialista da CORD, Augustin Navarra, em 17/08/2020.

9 Mais informações sobre a experiência são apresentadas na seção 3.

Avanços científicos, como o anúncio do primeiro mapeamento do genoma humano, na metade da década de 90, deram ainda maior visibilidade na mídia para a importância estratégica de STEM para o futuro do país e da humanidade. Foi um ingrediente importante para fortalecer o debate e estabelecer as bases do movimento STEM nos Estados Unidos e, a partir dele, no mundo.

2.2 DISSEMINAÇÃO DO DEBATE E CARACTERIZAÇÃO DO MOVIMENTO

Foi a partir dos resultados da primeira rodada de avaliação do “Programa Internacional de Avaliação de Aluno” (Pisa), da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), que o acrônimo ganhou efetivamente mais força. O exame representou um divisor de águas nas políticas educacionais¹⁰, trazendo evidências do descolamento entre a educação ofertada e as demandas de uma economia baseada em tecnologia, bem como de uma sociedade sustentável do ponto de vista social e ambiental.

Ao avaliar as habilidades de adolescentes de 15 anos de mais de 70 países para usarem conhecimentos em leitura, matemática e ciências, por meio de respostas a questões da vida real apresentadas na prova, foi possível uma comparação internacional de desempenho inédita até então. A principal mudança da prova, elaborada colaborativamente por especialistas, pesquisadores, educadores e estatísticos de vários países, foi mudar a régua da qualidade na avaliação das políticas educacionais, antes medida em anos de escolaridade média da população por falta de melhor indicador. Quanto mais tempo a população frequentava a escola, mais o país recebia índices positivos, sem se conseguir verificar o efetivo aprendizado dos alunos. Questões de equidade na oferta também ficavam de fora.

Muitos países desenvolvidos, cujos anos de escolaridade média da população são altos há décadas devido ao acesso universal à Educação Básica, entre eles os Estados Unidos, foram sacudidos pelos resultados e passaram pelo chamado “*Pisa shock*”. Sobreveio uma sensação generalizada de crise sistêmica e econômica iminente em função da baixa qualidade da educação, mobilizando o Estado a promover reformas na área.

A partir de então, países como Estados Unidos, Alemanha, Reino Unido e Austrália, entre outros, estabeleceram prioridades de investimento e colocaram muitos recursos em iniciativas de reforma do ensino com foco exclusivo em Ciências e Matemática, batizando o movimento global pelo acrônimo STEM.

10 VOLANTE, Louis. *The PISA effect on global educational governance*. New York: Routledge, 2017.

A partir de 2010, entretanto, o movimento incorporou a letra A, representando as Artes e as Humanidades, num reconhecimento da importância dessas áreas para formação de cidadãos críticos¹¹. Passou a pensar numa perspectiva STEAM, devido ao amadurecimento de aspectos pedagógicos da proposta, feitos a partir da análise dos resultados dos estudantes em avaliações internacionais de qualidade, depois de uma abordagem em sala de aula inicialmente focada exclusivamente nas disciplinas de Ciências da Natureza, Engenharia e Matemática.

Assim, o presente estudo defende a adoção do conceito STEAM no Brasil por entendê-lo como mais representativo de uma perspectiva interdisciplinar, que alia conhecimentos científicos (no campo da física, química, biologia, engenharia e matemática) àqueles ligados à estética, às humanidades, ao design, à criatividade, ao pensamento crítico e sistêmico, à linguagem (comunicação), todos eles indispensáveis ao método científico de investigação e ao enfrentamento dos desafios atuais e futuros da sociedade.

Como visão geral, adota-se a definição extraída do projeto EuroSTEAM da União Europeia¹², que se baseia em uma *"abordagem integrada entre as disciplinas de Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes, Matemática, Humanidades e consciência ambiental, tendo a interação entre as disciplinas como ponto central"*.

Trata-se de projeto iniciado em 2018, bastante atualizado com relação ao conceito do movimento. A iniciativa engloba o Reino Unido, a Bélgica, Itália, Espanha e Portugal, com o objetivo de melhorar o desempenho dos alunos desses países em Leitura, Matemática e Ciências, considerado fraco para os padrões da OCDE. É interessante notar que tal meta pode parecer restritiva quando se pensa no pano de fundo mais amplo do movimento voltado à preparação de trabalhadores e cidadãos do século XXI. Entretanto, os resultados de avaliações como o Pisa, cada vez mais baseadas em competências e habilidades para a vida, são ferramenta disponível aos países para acompanharem a efetividade de suas políticas em STEAM, tornando comum a adoção desse tipo de resultado como meta e indicador de projetos e programas em STEAM pelo mundo.

O projeto da União Europeia realizou ampla pesquisa e revisão de literatura, buscando relações entre as várias abordagens e entendimentos sobre o STEAM até chegar à definição defendida anteriormente. Resgata-se abaixo parte da discussão com o objetivo de esclarecer o significado de incorporar Artes e Humanidades ao acrônimo:

11 CALIL, Beatriz M.; PUGLIESE, Gustavo. **STEM ou STEAM**: Para que serve o ensino de arte?. 27 maio 2019. Disponível em: <https://porvir.org/stem-ou-steam-para-que-serve-o-ensino-de-arte/>. Acesso em 01 set. 2020.

12 HAESEN, Stefan; VAN DE PUT, Erwin. **STEAM Education in Europe**: a comparative analysis report. set. 2018. p. 11. Disponível em: http://www.eurosteamproject.eu/res/Comparative_analysis_report_vlatest.pdf. Acesso em 24 ago. 2020.

STEAM é apresentado quase exclusivamente na forma de problemas para os alunos. A disciplina é centrada no problema, o que significa que o conteúdo do assunto e as atitudes são aprendidos por meio da solução de problemas do mundo real. Isso já inclui uma escolha radical em termos pedagógicos... STEAM é considerado um excelente veículo para introduzir as habilidades do século 21 na educação. Porque o trabalho de arte é mais sobre questionar e compreender conceitos do que encontrar respostas para um determinado problema, é essencialmente baseado em investigação e, como tal, é análogo aos princípios do pensamento crítico.^{13 14}

A definição, portanto, chama a atenção para a importância, do ponto de vista pedagógico, da incorporação das Artes e das Humanidades, visto que uma atitude reflexiva e questionadora embasa o método científico de investigação condutor do processo de resolução de problemas concretos, dentro e fora da sala de aula, cerne da educação STEAM. Em outras palavras, a exclusão das Humanidades pode impedir o alcance efetivo dos resultados almejados pelas reformas educacionais. Essa incorporação reflete também resultados de pesquisa e experiências concretas de interdisciplinaridade na escola. Por fim, explicita o papel cada vez mais destacado da sustentabilidade nas decisões econômicas, políticas, sociais e individuais, que precisam fazer parte de uma educação baseada na solução de problemas, haja vista que as questões mais urgentes da atualidade têm relação com o tema.

As reflexões e debates que levaram à inclusão do “A” no acrônimo também revelam outra peculiaridade da agenda STEAM, importante de perceber e destacar. É o fato de se tratar de uma reforma educacional orientada a resultados de proficiência dos alunos, demandados pela sociedade em geral e em particular pela indústria, como parte de um esforço amplo de promoção de inovação, produtividade e competitividade.

Entretanto, esse norte de natureza política não carrega em si conteúdo educacional/pedagógico fechado ou definido sobre como atingir esses resultados. Ao contrário, chega à Educação como provocação do mundo exterior, que convoca educadores e escola a encontrarem, em seus contextos próprios, a partir de experiências, conhecimentos e práticas pedagógicas diversas, o caminho capaz de efetivamente promover a formação esperada dos alunos, tendo como ponto de partida referências amplas, descritas a seguir. Esse aspecto da agenda determina tanto sua heterogeneidade como movimento, quanto debates diversos com resultados variados na esfera pedagógica.

13 No original: “STEAM is presented almost exclusively in the form of problems to the learners. The discipline is problem-centered which means that subject-matter content and attitudes are learned through the solution of real-world problems. This already includes a radical choice in pedagogy... STEAM is considered to be an excellent vehicle to introduce the 21st century skills in education. Because art work is more about questioning and understanding concepts than finding answers to a given problem, it is in essence inquiry-based and as such is analogous with principles of critical thinking.”

14 HAESEN, Stefan; VAN DE PUT, Erwin. **STEAM Education in Europe: a comparative analysis report**. set. 2018. p. 11. Disponível em: http://www.eurosteamproject.eu/res/Comparative_analysis_report_vlatest.pdf. Acesso em 24 ago. 2020.

Assim, o próximo passo é compreender os princípios comuns do que seja STEAM, como norte amplo para a formação dos estudantes pelos sistemas educacionais, tendo em vista o contexto econômico, social e cultural específico de cada país e localidade. Tomando como referência a sistematização de Gustavo Pugliese¹⁵, podemos considerar que o STEM ou STEAM possui em seu DNA características vinculadas a três elementos pedagógicos principais – metodologia de ensino-aprendizagem, currículo e visão sobre o papel da escola na sociedade – os quais podem ser aplicados também. Assim, temos:

- **Aprendizagem baseada em projetos** ou desafios (modelo “*hands on*”), conectada a futuras escolhas profissionais;
- **Currículo organizado por competências e com integração (interdisciplinaridade) entre as áreas de conhecimento** (o que é muito diferente do uso superficial de uma disciplina como ilustrativa de conteúdo tratado em outra, por iniciativa individual de um ou outro professor);
- **Modelo educacional contemporâneo**, no sentido de se voltar às demandas futuras, trazendo para sala de aula tecnologias, engenharia e design com o objetivo de atender requisitos por conhecimentos e habilidades considerados cruciais para o século XXI.

Estudo qualitativo em escolas norte-americanas traz insumos que dão mais clareza sobre possibilidades de traduzir o STEM em práticas educacionais¹⁶. A partir de pesquisa junto a 20 escolas inclusivas de Ensino Médio nos Estados Unidos, foram identificados componentes críticos e traços comuns entre elas, chegando a oito elementos-chave de identidade STEM das escolas. Embora alguns dos componentes tenham sido encontrados em apenas alguns modelos, acabaram incluídos entre os oito principais pelo fato de serem considerados essenciais onde se fizeram presentes, como pilares da identidade desse movimento educacional. O conjunto de fatores é reproduzido na tabela a seguir. O arcabouço pode ser útil para embasar futuros estudos e sugerir alvos a serem perseguidos pelas escolas, inclusive aquelas mais aderentes ao STEAM, fornecendo uma base comum para colaboração e o diálogo entre gestores e profissionais de educação interessados no tema¹⁷.

15 PUGLIESE, Gustavo. STEM EDUCATION: um panorama e sua relação com a educação brasileira. **Currículo sem Fronteiras**, v. 20, n. 1, p. 209-232, jan./abr. 2020. Disponível em: www.curriculosemfronteiras.org/vol20iss1articles/pugliese.pdf. Acesso em 24 ago. 2020.

16 LAFORCE, Melanie *et al.* The eight essential elements of inclusive STEM high schools. **International Journal of STEM Education**, v. 3, n. 21, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0054-z>. Acesso em 24 ago. 2020.

17 Todas as escolas participantes do estudo são consideradas inclusivas, por terem a questão da equidade como uma das preocupações do projeto pedagógico em STEAM.

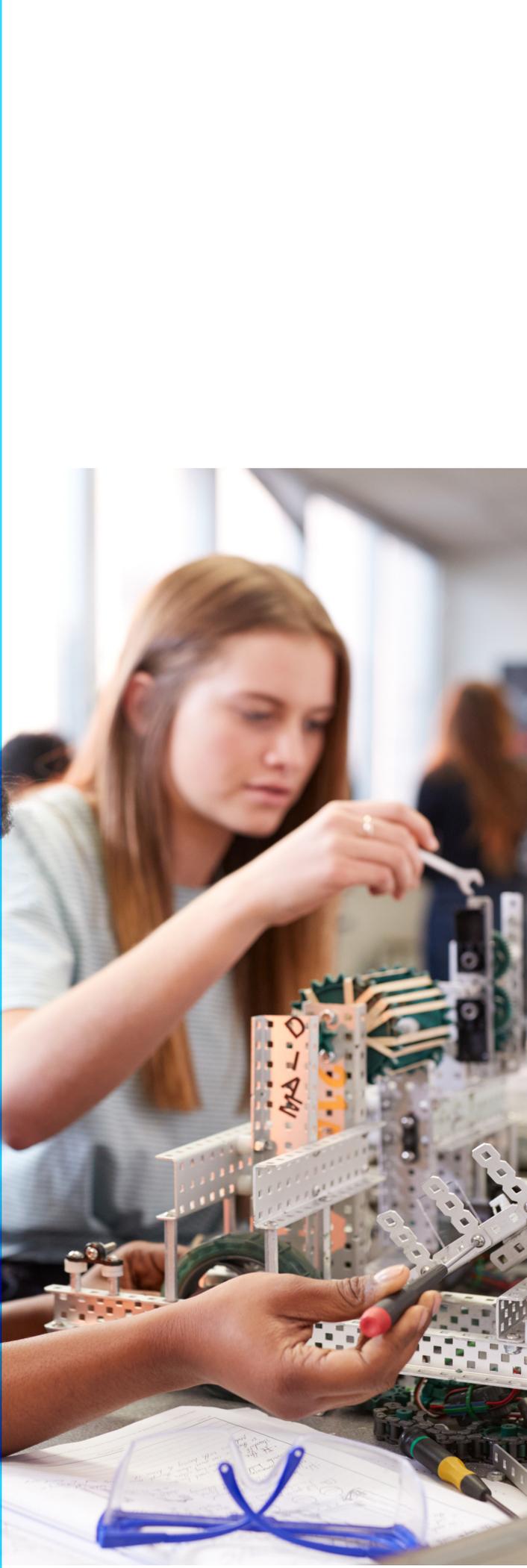
TABELA 1 – Principais elementos presentes em escolas alinhadas ao movimento STEM

Elemento	Características
Aprendizagem baseada em problemas (PBL, na sigla em inglês)	Alunos resolvam problemas para atingir objetivos de aprendizagem. Podem ser projetos mais extensos ou desenvolvidos em uma única aula. Algumas atividades ou projetos são problemas fabricados, enquanto outros são trazidos do mundo real e induzem o estudante a fazer conexões interdisciplinares, abrangendo ainda o suporte de parceiros externos à escola na instrução dos alunos e na facilitação por parte dos professores para o engajamento dos estudantes em questões do mundo real.
Personalização do aprendizado	Ideia de aprendizado adequado às características individuais, habilidades e interesses de cada aluno. Elementos associados a esse componente são a diferenciação da instrução dos alunos com base em suas necessidades, a autonomia e até mesmo horários flexíveis.
Aprendizado rigoroso	Diz respeito à instrução focada em processos e conteúdos desafiadores e de alta demanda cognitiva para os alunos. Exemplos de componentes nesta área incluem a facilitação por parte dos professores para que os alunos se engajem em assuntos do mundo real, além de participarem de trabalho de alto nível de exigência cognitiva.
Carreira, tecnologias e habilidades para a vida	Abarca instrução e experiências de aprendizagem voltadas a proficiências que os estudantes usarão em suas carreiras futuras, nos próximos níveis de ensino ou ao longo da vida. Esses componentes podem estar focados no desenvolvimento de conhecimentos e habilidades necessários a profissionais em carreiras STEM e/ou incluir habilidades úteis em qualquer local de trabalho futuro, tais como comunicação e gestão do próprio tempo. Estão incluídos aqui o uso de recursos diversos pelos estudantes, participação dos alunos em atividades de planejamento ou orientação de carreira, bem como estágios e mentorias externas, e iniciativas lideradas por alunos como demonstração da incorporação de objetivos de aprendizagem.
Pertencimento à comunidade escolar	Diz respeito à cultura escolar e ao apoio às necessidades emocionais dos alunos. Muitas escolas descrevem sua própria cultura como parte essencial do sucesso dos estudantes. Alguns tratam esse ambiente escolar como familiar, outros exaltam o seu profissionalismo.
Comunidade externa	Representa o esforço da escola e seu compromisso em estabelecer e manter relações com os membros e instituições comunitárias ao redor. Em alguns casos, a escola pode ter uma orientação acentuada para devolver algo à comunidade, em retorno ao suporte à educação. Em outros, pode se concentrar em ter presença na comunidade externa na forma de feiras, olimpíadas do conhecimento e outros projetos semelhantes, destacando o compartilhamento de suas melhores práticas com outras escolas como chave para o próprio sucesso. Componentes nessa linha incluem: presença da escola na comunidade ao redor, professores atuando como multiplicadores de boas práticas fora da escola e participação dos alunos no aprendizado de serviços comunitários e de outra natureza.
Fundamentos do trabalho em equipe	Está centrado nas atividades intencionais previstas no modelo da escola para permitir aos professores adotarem comportamentos alinhados aos componentes descritos anteriormente. Seriam as fundações do modelo, segundo os entrevistados, que viabilizam todo o resto. Inclui a colaboração entre as pessoas da equipe, suporte da escola ao crescimento e desenvolvimento das lideranças, participação de professores e funcionários nas decisões escolares e tempo regular dedicado ao planejamento em conjunto.
Fatores externos	Alguns contextos e condições foram identificados também como chave para o sucesso. Em geral, são fatores externos que podem contribuir ou inibir a implementação do projeto pedagógico. Podem ser relacionados à natureza da organização ou mesmo um clima político na comunidade. A participação familiar foi apontada por algumas escolas como fundamental. Outros falam de atitudes-chave da parte dos professores, tais como o reconhecimento de que todos os alunos podem aprender. Tanto o envolvimento da família quanto a atitude dos professores, embora não sejam tecnicamente parte do modelo das escolas STEAM, possuem grande impacto na sua efetivação. Nessa categoria encontram-se ainda uma atitude flexível e aberta por parte dos professores para a mudança, bem como a percepção da escola como sendo ligada à comunidade em seu entorno.

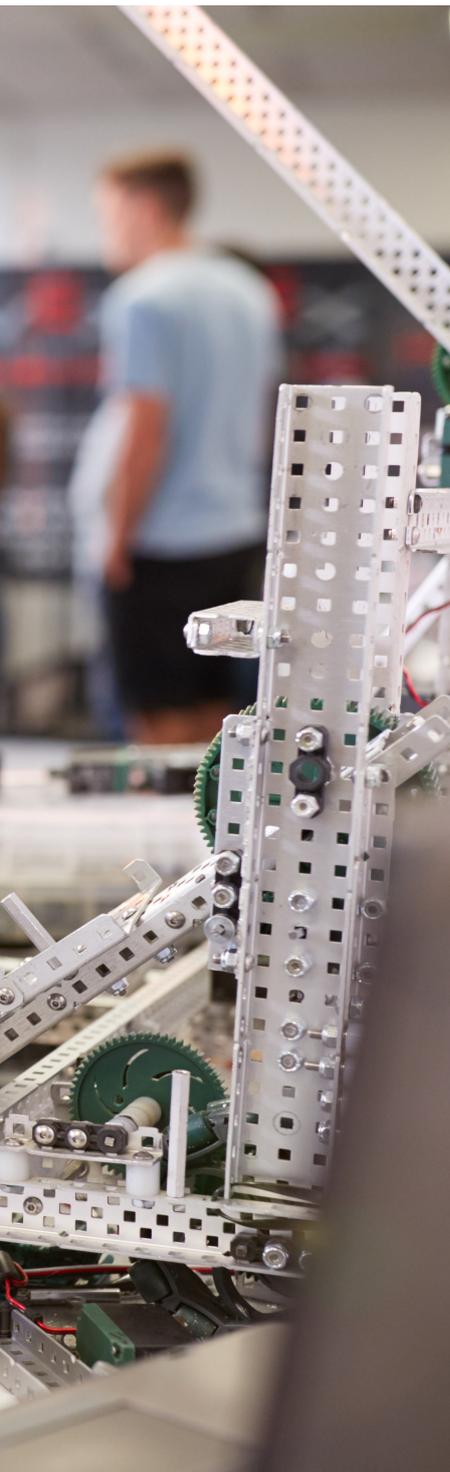
Fonte: Baseado em LAFORCE, Melanie *et al.* The eight essential elements of inclusive STEM high schools. *International Journal of STEM Education*, v. 3, n. 21, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0054-z>. Acesso em 24 ago. 2020.

Extrai-se dessa discussão que uma abordagem ampla de educação STEAM implica em considerar estratégias pedagógicas que combinem teoria e prática e promovam um trabalho e um olhar interdisciplinar das equipes, em especial dos professores. Mas inclui também como pilar a interação da escola com o meio externo, a partir da presença da escola na comunidade, assim como de agentes externos, como empresas e universidades, nos processos educacionais. A necessidade de suporte permanente a gestores e professores na condução das mudanças também aparece claramente.

As próximas seções abordam iniciativas de promoção dessa abordagem educacional. Nos casos de países onde a agenda nasceu como STEM, e por razões políticas, históricas ou pedagógicas próprias, permanece sem a incorporação do A, será mantida a referência original. Nas demais situações, ao se tratar de forma ampla do modelo educacional e nas propostas para o Brasil, conforme defendido anteriormente, será adotado o acrônimo STEAM.



3 EXPERIÊNCIAS INTERNACIONAIS COM FOCO NA EDUCAÇÃO STEM OU STEAM



As narrativas utilizadas para iniciar o movimento STEAM variam de acordo com o contexto político e cultural no qual o debate se insere na agenda nacional. Existem, entretanto, alguns desafios comuns observados que levam à decisão: escassez de talentos em áreas científicas e de engenharia, ameaça de perda de competitividade internacional e busca por manutenção da liderança em áreas portadoras de futuro (tais como nanotecnologia, biotecnologia, energia e tecnologias de informação e comunicação)¹⁸, entre outras. Ademais, nota-se em quase todos os países desenvolvidos forte protagonismo e pressão da indústria para introdução de reformas educacionais em favor da abordagem STEAM.

Os objetivos distintos de políticas e iniciativas de cada país refletem-se em prioridades diferenciadas de investimento estatal. Parte das nações se concentra em melhorar o desempenho dos alunos e outra em promover maior engajamento e interesse dos jovens em geral pelas Ciências e a Matemática. Também há experiências que visam à maior inclusão, fortalecendo o STEAM como ferramenta para correção de desigualdades de gênero e raça, entre outras. Neste caso, o alvo das políticas são minorias e públicos menos privilegiados e têm como objetivo aumentar o sucesso desses grupos em carreiras científicas e tecnológicas.

O diagnóstico apresentado ao Congresso norte-americano pelo presidente Barack Obama no lançamento do primeiro *"Federal Science, Technology, Engineering, and Mathematics*

18 BLACKLEY, Susan; HOWELL, Jennifer. A STEM narrative: 15 years in the Making. *Australian Journal of Teacher Education*, v. 40, n. 7, 2015. Disponível em: <https://ro.ecu.edu.au/ajte/vol40/iss7/8/>. Acesso em 25 ago. 2020.

(STEM) Education 5-Year Strategic Plan”, em 2013, exemplifica a diferença entre os contextos de base para a agenda nos EUA e na China. Ao comparar a formação em STEM nos dois países o documento mostra que apenas 19% dos diplomas de graduação em nível de bacharelado dos EUA, na época, eram em áreas STEM, contra um percentual acima de 50% na China. Além disso, somente um em cada cinco egressos do Ensino Médio nos Estados Unidos, com desempenho no percentil superior em Matemática nas avaliações internacionais, escolhia carreira em STEM.

Assim, os Estados Unidos adotaram um modelo de investimento com programas e iniciativas voltados a diversas prioridades diferentes, desde produzir e suportar uma elite de escolas e alunos de grande proficiência, até ações de promoção da equidade, do engajamento e para despertar o interesse dos jovens em STEM.

A Austrália, por sua vez, tem concentrado a atenção nos primeiros anos da escola, devido à percepção de que é nessa faixa etária que se perde grande parte dos potenciais talentos por falta de exposição e incentivos adequados. Desse ponto de vista, o processo australiano mostra-se consistente com o histórico dos países analisados, que começaram investindo mais na saída da Educação Básica, em articulação com o Ensino Superior, incluindo possibilidades de formação técnica subsequente ao Ensino Médio, movendo-se, em seguida, para o nível Fundamental até chegar, no último estágio de política observado hoje na Austrália, ao Ensino Infantil. O caminho justifica-se pelo papel indutor do resultado de avaliações internacionais de estudantes, como o Pisa, que analisa o desempenho de alunos de 15 anos, faixa etária padrão de conclusão do ciclo fundamental e entrada no Ensino Médio.

A seguir, são apresentados exemplos de três países de referência em formação STEAM: Estados Unidos, Austrália e Alemanha. Sem a pretensão de realizar uma revisão exaustiva, serão comentados aspectos específicos de cada um deles, como referenciais para o debate brasileiro. Em seguida, passaremos a estudo de caso na América Latina.

3.1 ESTADOS UNIDOS

A política de STEM norte-americana tem por característica principal o investimento de volume significativo de recursos tanto do Executivo federal, quanto de verbas destinadas por lei pelo Congresso, havendo uma pressão política institucionalizada para implementação dos programas nos estados norte-americanos, que recebem menos recursos quando deixam de enfatizar ações na área; por outro lado, também são concedidos abonos e gratificações aos sistemas estaduais que apresentam os melhores resultados em STEM¹⁹.

19 HOEG, Darren G.; BENZCE, John Lawrence. Values underpinning STEM Education in the USA: an analysis of the Next Generation Science Standards. In: *Science Education Policy*, Jan. 2017. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/sce.21260>. Acesso em 14 set. 2020.

O que se percebe do ponto de vista do financiamento é um sistema complexo e pulverizado em termos de programas e iniciativas, mas que conta com o apoio direto da Presidência da República, que define orientações para os entes da federação, com base em estudos e propostas do *National Science and Technology Council* (NSTC) e do *Committee on Science, Technology and Mathematics Education* (CoSTEM), órgãos de aconselhamento estratégico do governo.

O *National Science and Technology Council* (NSTC), criado em 1993 e coordenado pelo Presidente, inclui ministros das áreas de ciência e tecnologia responsáveis pelas várias políticas das agências federais. Esse grupo é, em última análise, o responsável pela definição dos investimentos e prioridades. Subordinados ao NSTC funcionam cinco comitês temáticos que assessoram a tomada de decisão em temas específicos, um deles é o CoSTEM.

O CoSTEM produz dados, pesquisas e outras estratégias de direcionamento e ajuste de pacotes de investimento. Participam 14 agências federais, cada uma delas com programas próprios e distintos. Os valores investidos, a partir das orientações dessa estrutura, giram em torno de US\$ 3 bilhões por ano, a maior parte alocada por meio da *National Science Foundation* (NSF) e do *Education Department* (ED)²⁰, conforme abaixo:

- A *National Science Foundation* (NSF) apoia pesquisa básica e aplicada relacionada com a melhoria da Educação STEM. Ela não executa os recursos, mas os aloca via editais de projeto em universidades, sistemas estaduais de educação, organizações da sociedade civil, entre outros atores;
- O *Education Department* (ED) é voltado ao apoio de programas de melhoria da educação e promoção de proficiência entre os alunos, sendo responsável por manter os Estados Unidos competitivos no nível global no que diz respeito ao seu capital humano. Apesar de os recursos do ED em projetos serem bem inferiores aos da NSF, é dele a rede de contatos e conexões com escolas, gestores e professores. Além disso, as estatísticas e informações sobre a Educação estão em sua estrutura, no *Institute of Education Sciences* (IES), aumentando sua importância estratégica.

Muito embora o Congresso norte-americano destine recursos anuais ao tema desde 1990, e vários presidentes tenham criado pacotes específicos de prioridade para a agenda, os resultados alcançados na educação pública até o momento mostraram-se inconclusivos. De acordo com o "*National Science Board's Science and Engineering Indicators*", as habilidades de STEM haviam melhorado de forma modesta no país nas primeiras décadas de 2000, abaixo de outras nações. Segundo os dados, entre 2006 e 2015, alunos norte-americanos de 15 anos ainda tendiam a desempenhar abaixo da média internacional da OCDE em Matemática e apenas um pouco acima em Ciências.

20 EXECUTIVE OFFICE OF THE PRESIDENT OF THE UNITED STATES. **Federal Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education 5-year strategic plan**. maio 2013. Disponível em: https://www.whitehouse.gov/sites/whitehouse.gov/files/ostp/Federal_STEM_Strategic_Plan.pdf. Acesso em 25 ago. 2020.

Buscando melhorar os resultados a partir de maior coordenação dos investimentos, o Congresso exigiu, em 2010, a elaboração de uma Estratégia Nacional para o país em STEM, com horizonte de execução de cinco anos e revisão periódica ao final de cada período. O documento orienta e articula diferentes programas federais, executados de forma descentralizada, trazendo metas claras e específicas para aumentar a transparência na aplicação dos recursos, bem como a avaliação mais sistemática de seus resultados.

Assim, observa-se que agenda STEM norte-americana é executada por uma série de organizações públicas e privadas provedoras de educação e treinamentos diversos, além de pesquisadores. Embora o sistema educacional do nível Infantil ao Médio seja primariamente responsabilidade estadual ou municipal, o governo federal assume papel preponderante no financiamento de pesquisa por meio da NSF, disseminando melhores práticas de ensino-aprendizagem a partir delas e usando diversos indicadores de financiamento e outros incentivos concedidos aos estados para induzir a aplicação de modelos considerados bem-sucedidos.

Em 2013, quando foi apresentada a primeira estratégia nacional em STEM, existiam 226 programas, operados por 13 agências federais. O primeiro passo para aumentar a coesão e o impacto do investimento foi a revisão e o redesenho do portfólio, que foi reduzido a 110 projetos.

Outra inovação foi a alocação de recursos em materiais não escolares de Educação STEM, com o objetivo de garantir alinhamento com os currículos em atividades extraclasse desenvolvidas por professores e alunos, como visitas a museus e outras atividades nessa linha. Para isso, o *“Smithsonian Institute”* passou a gerir US\$ 25 milhões anuais para, em articulação com outras agências do CoSTEM que possuem centros de visitação pública ligados a Ciências e Matemática, frequentados pelos alunos e professores (como a *National Aeronautics and Space Administration – NASA*, por exemplo), produzir materiais em meio físico e on-line, integrando as atividades extraclasse ao currículo regular em STEM.

O quadro a seguir, extraído do último plano quinquenal, *Charting a Course for Success: America’s Strategy for STEM Education* (2018), dá uma medida da abrangência das metas e da multiplicidade de atores mobilizados na agenda. O documento, produto de contribuições de instituições públicas e privadas do nível local e nacional, define o papel da estratégia nacional no contexto STEM norte-americano: de um lado, “orientar as ações do governo federal ao longo dos próximos cinco anos” e, de outro, “servir como uma ‘estrela guia’ para a comunidade STEM, pois traça um curso para o sucesso coletivo”. Dessa forma, “[o] governo federal incentiva as partes interessadas em educação STEM de toda a nação a apoiarem os objetivos deste plano por meio de suas próprias ações.”^{21 22}

21 No original: “Beyond guiding the Federal agency actions over the next five years, it is intended to serve as a “North Star” for the STEM community as it charts a course for collective success. The Federal Government encourages STEM education stakeholders from across the Nation to support the goals of this plan through their own actions”.

22 NATIONAL SCIENCE & TECHNOLOGY COUNCIL. **Charting a course for success: America’s strategy for STEM education**. 2018. p. 3. Disponível em: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED590474.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2020.

TABELA 2 – Objetivos da Educação STEM nos Estados Unidos

OBJETIVOS DA EDUCAÇÃO STEM NOS ESTADOS UNIDOS																
* Construir fortes fundamentos para o letramento em STEM *																
* Aumentar a diversidade, equidade e inclusão em STEM *																
* Preparar a força de trabalho em STEM para o Futuro *																
Rotas	Objetivos	DOC	DoD	DOE	DHS	DOI	DOL	DOS	DOT	ED	EPA	HHS	NASA	NSF	SI	USDA
	Promover ecossistemas STEM que unam comunidades	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Desenvolver e fortalecer parcerias e estratégias	Ampliar o aprendizado baseado em trabalho e treinamento por meio de parcerias entre escola e empresa	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Combinar práticas bem sucedidas em todo o cenário de aprendizagem	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Aumentar o engajamento dos estudantes com o aprendizado por meio da interdisciplinaridade	Avançar na inovação e educação empreendedora	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Torna a matemática atraente	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Estimular o aprendizado interdisciplinar	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Promover a alfabetização digital e segurança cibernética	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Desenvolver o letramento computacional	Fazer do pensamento computacional um elemento integrante de toda a educação	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Expandir as plataformas digitais de ensino e aprendizagem	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

Legenda: DOC - Department of Commerce, DoD - Department of Defense, DOE - Department of Energy, DHS - Department of Homeland Security, DOI - Department of the Interior, DOL - Department of Labor, DOS - Department of State, DOT - Department of Transportation, ED - Department of Education, EPA - Environmental Protection Agency, HHS - Department of Health and Human Services, NASA - National Aeronautics and Space Administration, NSF - National Science Foundation, SI - Smithsonian Institution, USDA - Department of Agriculture.

Fonte: NATIONAL SCIENCE & TECHNOLOGY COUNCIL. **Charting a course for success: America's strategy for STEM education.** 2018. p. 3. Disponível em: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED590474.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2020.

A fim de ilustrar a diversidade de ações no território americano e a importância da articulação em sua execução, apresenta-se a seguir o programa MESA, que trabalha em STEM com o objetivo de promover inclusão e redução de desigualdades, a partir da inserção de minorias em carreiras científicas e tecnológicas.

*Mathematics, Engineering, Science Achievement (MESA)*²³

O programa, liderado por uma universidade em cada estado, existe desde 1970, tendo nascido a partir de Berkeley, na Califórnia. Conta hoje com nove redes estaduais estruturadas de organizações parceiras, articuladas para promoverem o potencial de grupos de alunos sub-representados em carreiras STEM – negros, latinos, mulheres e indígenas norte-americanos, entre outros. Oferece diversos tipos de suporte, desde o Ensino Infantil até o Superior, com o objetivo de garantir o sucesso desses estudantes nessas carreiras. Recebe financiamento de diversos agentes, em especial da NSF, mas também do setor privado. Trata-se de estratégia cada vez mais importante nos EUA em termos quantitativos, tendo em vista o contingente crescente de alunos com esse perfil. Para se ter uma ideia, em 2013, minorias sub-representadas em STEM respondiam por quase 40% das matrículas nos EUA entre o Ensino Infantil e Médio²⁴.

O trabalho do MESA nasceu da preocupação de professores da Universidade de Berkeley e de empresas com a dificuldade em recrutar negros, latinos e outros grupos para vagas em STEM no mercado de trabalho, e do diagnóstico de que isso era resultado direto da falta de mecanismos de apoio a famílias de baixa renda. Desde 1960, docentes de Berkeley se debruçam sobre o tema em pesquisas e comunidades de prática, a partir dos quais o programa se estruturou e progressivamente se expandiu.

Durante a primeira década de existência, o MESA buscava formar engenheiros, mas a estratégia foi revista quando se percebeu que quando jovens talentosos apoiados pelo programa não se formavam por qualquer razão, acabavam marcados por uma sensação de fracasso²⁵. Era o tempo em que as políticas e iniciativas dos Estados Unidos, de maneira geral, eram concebidas para funcionar como uma espécie de *pipeline (ou tubo)*, conectando talentos do Ensino Infantil direto para carreiras bem-sucedidas na engenharia. Quando um ou mais desses jovens tomava outro caminho entre o início e o fim dessa trajetória, pareciam parte de um “vazamento”, ou *leaky pipeline*, na terminologia em inglês, contribuindo para o sentimento de falha nos alunos. Nisso, muitos talentos com

²³ Mais informações em: <https://mesa.ucop.edu/>

²⁴ EXECUTIVE OFFICE OF THE PRESIDENT OF THE UNITED STATES. **Federal Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education 5-year strategic plan**. maio 2013. Disponível em: https://www.whitehouse.gov/sites/whitehouse.gov/files/ostp/Federal_STEM_Strategic_Plan.pdf. Acesso em 25 ago. 2020.

²⁵ Com base em entrevista realizada com James Dorsey, ativista no tema desde 1983 e diretor do MESA no Estado de Washington, e Phyllis Harvey, coordenadora de projetos, em 24/07/2020.

potencial para outras carreiras bem-sucedidas em STEM acabavam desperdiçados e sem qualquer formação em nível superior. Esse diagnóstico levou à revisão da abordagem. Hoje, fala-se em promoção de trajetórias ou trilhas profissionais (*career pathways*) em STEM, ampliando o leque de possibilidades de formação e atuação para jovens talentosos em Ciências e Matemática.

Para o diretor do programa, James Dorsey, um dos principais avanços ao longo do tempo foi conseguir disseminar a visão, especialmente junto ao setor produtivo, de que uma comunidade diversificada é melhor para os negócios e atividades de inovação. Esse entendimento contribui para o esforço integrado e investimento significativo das empresas em torno da promoção de mais equidade no sistema educacional, por meio das carreiras científicas e tecnológicas.

A título de exemplo, alguns alvos das ações promovidas pelo MESA são:

- Expor os alunos às áreas STEM desde a infância;
- Mudar a maneira como os educadores enxergam e pensam sobre os alunos;
- Dar acesso a laboratórios;
- Criar mecanismos de apoio que permitam às minorias participarem de um ambiente não necessariamente desenhado para elas;
- Usar mentores com o mesmo perfil dos alunos, vindos de minorias, e com carreiras de sucesso em STEM para motivar o interesse dos jovens, desde os primeiros anos da escola;
- Estimular que os alunos estudem em grupo e atuem em comunidade;
- Ajudar o professor a construir relações com os estudantes, trabalhando com eles a partir de uma perspectiva de seus potenciais e nunca de seus déficits;
- Buscar ativamente engajar a comunidade ao redor como atores vitais da rede de suporte ao sucesso desse grupo em carreiras de STEM.

O programa atua em três frentes, assim definidas:

- *College Prep Program*: visa a despertar o interesse dos jovens em STEM ao unir os conceitos de sala de aula à prática do mundo real e inspirar os jovens em sua jornada STEM para o ensino superior e seu sucesso futuro;
- *Transfer Prep Program*: programa de formação oferecido aos alunos nos *Community Colleges* (instituições que oferecem cursos com duração de dois anos) para que avancem em suas jornadas educacionais STEM em programas universitários de quatro anos;
- *University Program*: apoia alunos carentes e sub-representados em universidades públicas e privadas, fornecendo as ferramentas, recursos e suporte de que precisam para obter diplomas STEM, especialmente em engenharia e ciências da computação.

Desde 1988, o programa investe também na capacitação de professores por meio do que hoje se chama *MESA Academy for Science and Mathematics Educators* (MASME). Ao longo das cinco décadas de existência, o MESA já recebeu diversos prêmios em reconhecimento ao trabalho de promoção de minorias nas áreas de STEM no país.

3.2 AUSTRÁLIA²⁶

A Austrália tem uma abordagem educacional reconhecida por estruturar a formação dos jovens com vistas ao futuro. Nos últimos 20 anos, criou um sistema nacional de Ensino Técnico e Profissional articulado entre o setor produtivo e os provedores de educação, de modo a acompanhar as tendências tecnológicas e de mercado, estabelecendo padrões nacionais e desenhando as unidades de competência de sua “Matriz Nacional de Certificações”. A partir da Matriz, promove maior alinhamento entre currículos nas diferentes trilhas de formação pós-secundária, muito diversificadas na Austrália, com as demandas do mercado de trabalho. Isso resulta em maior empregabilidade e disponibilidade de capital humano para sustentar as metas de produtividade da economia.

Ao orientar formações correspondentes ao Ensino Médio Subsequente ou de tecnólogo, a Matriz facilita a integração dessas formações ao ensino superior tradicional, sendo pilar importante do STEM no país. Dessa forma, os alunos podem transitar com facilidade entre tipos de formação diferentes em sistemas pós-secundários, possibilitando, em última análise, a formação contínua ao longo da vida laboral, característica do mercado de trabalho no século XXI.

O país iniciou sua agenda em STEM na mesma época de países como a Alemanha, sacudido também pelo “Pisa Shock”. O principal objetivo das estratégias adotadas nas últimas décadas é trazer o setor produtivo para dentro das unidades educacionais, a partir do Ensino e da responsabilidade compartilhada pelo planejamento de carreira dos estudantes.

A principal característica do modelo é sua organização sistêmica e articulada entre os atores governamentais, com um elevado grau de coordenação de metas e objetivos entre os níveis federativos, além de um programa detalhado e bem estruturado de monitoramento e avaliação de políticas.

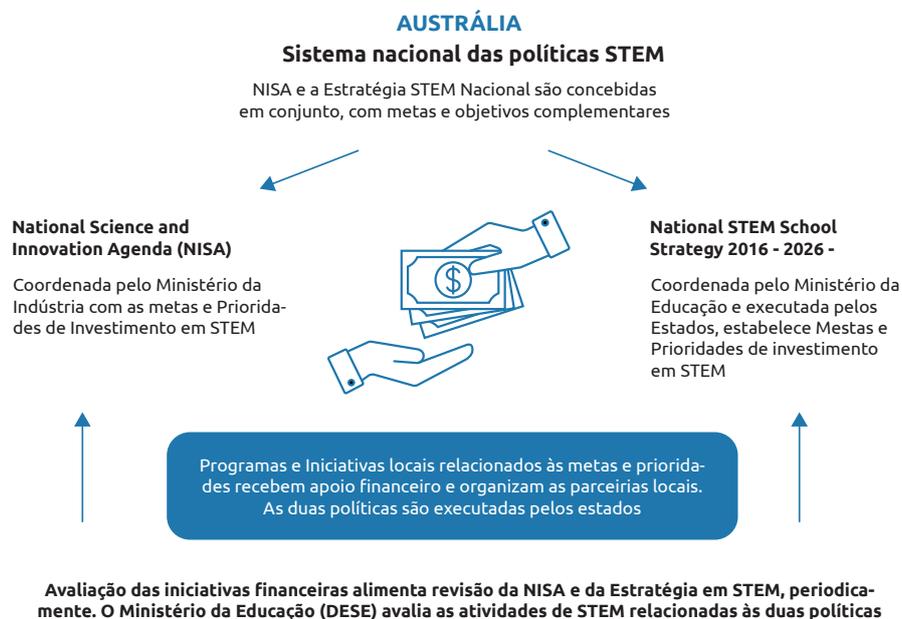
26 Com base em entrevistas com Cristina Elsner de Faria, gerente de Educação da Embaixada da Austrália no Brasil, em agosto de 2020.

Na Austrália, o debate coloca-se como prioritário para garantir a manutenção atual e futura da produtividade e do bem-estar da população²⁷. Os objetivos principais são: construção de habilidades de pensamento crítico e criativo, resolução de problemas e análise e comunicação de grandes quantidades de dados. Para tanto, a política de STEM nacional está fundamentada em dois documentos, cuja concepção acontece de forma conjunta e complementar.

O primeiro, coordenado pelo Ministério da Educação e com execução dos estados e territórios, é o “*National STEM School Strategy*”, atualmente no ciclo 2016 a 2026. O segundo, “*National Science and Innovation Agenda*” (NISA), está sob a responsabilidade do Ministério da Indústria, também implementado de forma descentralizada. Existem projetos e atividades de STEM oriundas dos dois planos, todas com metas e objetivos específicos, sendo algumas mais ligadas à educação e outras à inovação.

O Ministério da Educação faz o acompanhamento e avaliação das ações realizadas no âmbito dessas duas políticas. Os resultados desse processo retroalimentam o planejamento de metas e objetivos, revistos periodicamente, num ciclo contínuo de ajuste de prioridades e de investimento, conforme ilustrado na figura abaixo.

FIGURA 2 – Sistema australiano de políticas STEM



Fonte: Elaborado com base em AUSTRÁLIA. Department of Education. **Support for science, technology, engineering and mathematics (STEM)**. Disponível em: <https://www.education.gov.au/support-science-technology-engineering-and-mathematics>. Acesso em 25 ago. 2020.

27 AUSTRÁLIA. Department of Education. **Evaluation of early learning and schools initiatives in the National Innovation and Science agenda**, jan. 2020. Disponível em: <https://docs.education.gov.au/documents/evaluation-early-learning-and-schools-initiatives-national-innovation-and-science-agenda>. Acesso em 25 ago. 2020.

Os estados também elaboram suas próprias estratégias com metas e objetivos regionalizados, alinhados às políticas nacionais. Cabe ressaltar que na Austrália a *Commonwealth* exerce um papel de concertação do diálogo e de convergência de posições entre estados na formulação de políticas nacionais. Os estados e territórios têm a responsabilidade legal pela efetiva aplicação das políticas e por seus resultados. Daí a importância estratégica de políticas de coordenação.

No ciclo atual, a opção da Austrália está sendo investir mais nos primeiros anos da educação, sem reduzir os níveis de recursos colocados no Ensino Vocacional e no Superior, subsequentes ao Ensino Médio. Houve ainda a escolha por priorizar inicialmente o engajamento e interesse dos alunos em STEM para, numa etapa posterior, focar em questões de desempenho e proficiência. Segundo dados disponíveis no site oficial do governo Australiano²⁸, o investimento em STEM nos primeiros anos da escola no ciclo 2016-2026 da Estratégia Nacional é de \$ 64 milhões de dólares australianos (cerca de US\$ 46,5 milhões) anuais, e mais \$ 1,1 bilhão de dólares australianos (em torno de US\$ 800 milhões) investidos na Estratégia de Ciência, Tecnologia e Inovação, que inclui ações de STEM.

As metas principais da Estratégia até 2026 são:

- Garantir que os alunos concluam a Educação Básica com uma fundação sólida de competências e habilidades relacionadas às áreas de STEM;
- Inspirar um número cada vez maior de alunos a buscarem desafios crescentes em disciplinas e formações relacionadas a STEM, com foco em trajetórias ou trilhas profissionais (*career pathways*) diversificadas nessas áreas.

*Pathways in Technology (P-TECH)*²⁹

Partindo da premissa de que para os jovens ingressarem no mercado de trabalho com capacidade para atender à crescente demanda por competências STEM é necessário aumentar o número de alunos que realizam estudos STEM no Ensino Médio e formação pós-secundária, em 2016 o governo australiano criou o "*Pathways in Technology*", conhecido como P-TECH.

O programa está ancorado em escolas de nível pós-secundário vocacional³⁰ de todo o país e é articulado com parceiros locais e regionais da indústria, que participam desde o planejamento de carreira dos estudantes até a oferta de vagas de estágios

28 Informações disponíveis em: <https://www.education.gov.au/support-science-technology-engineering-and-mathematics>.

29 Mais informações em: <https://www.ptech.org.au/why-p-tech/>

30 São escolas que oferecem cursos de especialização técnica de dois anos frequentados por alunos entre 16 e 18 anos antes do ingresso no ensino superior. Neles, são desenvolvidas capacidades e competências profissionais que são ao aluno o *Senior Secondary Certificate of Education* (SSCE).

(remunerados ou não) e emprego. Assim, o P-TECH estimula o setor produtivo a assumir um papel proativo no processo de aprendizagem e no desenvolvimento e planejamento das carreiras da futura força de trabalho.

O objetivo geral do programa é desenvolver as habilidades técnicas e não técnicas de que os alunos precisam para ter sucesso na escola e na vida profissional. A indústria participa ao longo de todo o processo de aprendizagem. Cada aluno possui um mentor nas empresas parceiras, que trabalha em colaboração com o corpo docente das escolas e ajuda a orientar os alunos no desenvolvimento de projetos e exercícios de resolução de problemas concretos. O modelo prevê que os alunos realizem um programa de aprendizagem avançado em STEM com o apoio dos parceiros da indústria da escola, que se inicia com uma fase introdutória visando a despertar o interesse dos jovens em STEM e apresentá-los a variedade de carreiras nessas áreas, seguida de um treinamento STEM como parte de uma qualificação formal.

Num sistema com um Ensino Pós-Secundário com possibilidades diversificadas de formação, o P-TECH atua na transição entre os dois níveis (médio e superior), em certificações que no Brasil são oferecidas como subsequentes ao Ensino Médio ou no nível de tecnólogo, trazendo a indústria para apoiar a saída do mundo da escola para o do trabalho. Nesse modelo, a parceria direta entre as instituições de ensino e as empresas permite aos alunos se beneficiarem de uma formação mais sólida e de um planejamento integrado de suas carreiras, com períodos dedicados à formação e ao trabalho.

3.3 ALEMANHA

O país iniciou um grande programa de melhoria do ensino em Matemática e Ciências em 1998, no Ensino Médio. A iniciativa veio em resposta ao "*Trends in International Mathematics and Science Study*" (TIMSS), iniciado em 1995, precursor dos padrões do Pisa. O exame da "*International Association for the Evaluation of Educational Achievement*" (IEA), baseada no Boston College, nos EUA, e em aplicação contínua desde então, testou mais de meio milhão de estudantes no mundo inteiro, administrando também questionários para milhares de professores e diretores de escolas. Investigou ainda os currículos de Matemática e Ciências dos países participantes, analisando guias, livros de texto e outros materiais didáticos. Os primeiros resultados foram divulgados em 1996 e 1997, com informações detalhadas tanto sobre os sistemas de ensino quanto sobre o desempenho dos estudantes.

Os resultados dos alunos alemães em Matemática, especialmente, no último ano do fundamental foram considerados incompatíveis com o nível de desenvolvimento do país. Os alunos apresentaram desempenho inferior a nações do leste europeu, por exemplo,

como República Tcheca, Bulgária, Hungria, Eslovênia e a Federação Russa³¹. Tendo ficado atrás também de outras economias europeias como a Suíça, Bélgica e os Países Baixos³². Em termos gerais, o país ficou pouco acima do nível mínimo de proficiência da prova, com desempenho semelhante ao registrado para a Austrália.

Pressionado pela sociedade e o setor produtivo, em particular, o governo federal optou por apostar na formação dos professores³³ como chave para melhorar o ensino dessas disciplinas, iniciando pelo Ensino Médio. É importante observar que as redes e escolas pertencem aos estados, responsáveis pela oferta, com autonomia para tomar decisões sobre currículos e outros aspectos. O papel do governo federal foi o de induzir uma transformação a partir de um amplo projeto de capacitação de professores das disciplinas de Ciências e Matemática.

Assim, em 1998 teve início o “Projeto SINUS”, oferecendo um programa continuado de formação, que incluía material didático, especialmente desenvolvido para esse fim. A partir dos resultados de pesquisas educacionais à época, incluindo a pesquisa educacional em matemática e ciências, foi elaborado um conjunto de módulos formativos e objetivos-chave. Assim, tanto o material quanto a estrutura das capacitações destacavam novas abordagens pedagógicas voltadas para o aumento do interesse e do engajamento dos alunos. O SINUS relacionava as técnicas e pesquisas aos conteúdos dos currículos.

A ideia era ir além de mostrar novidades pedagógicas aos professores, mas prover as ferramentas e o suporte necessários para viabilizar sua aplicação imediata em sala de aula. O projeto estimulava ainda a cooperação entre professores e escolas, formando comunidades formais e informais de troca e apoio mútuo sobre novas práticas de ensino nessas disciplinas. A linha do tempo abaixo oferece um panorama geral do projeto:

- 1998-2007 – Ação com as escolas de Ensino Médio, atingindo 10% do total de instituições dos sistemas estaduais (cerca de 1.700 escolas e 5.000 professores);
- 2004-2013 – Programa adaptado às escolas do Fundamental I, chegando à adesão de 10% do total do sistema estadual (cerca de 840 escolas e 5.000 professores);
- 2013 – Fim do programa federal, continuado por alguns estados por iniciativa própria, seja como um Projeto SINUS independente ou transferido e integrado às políticas estaduais de formação de professores.

31 Informações disponíveis em: <https://timssandpirls.bc.edu/timss1995i/TIMSSPDF/BMathCh1.pdf>. Acesso em 19/10/2020.

32 Informações disponíveis em: <https://timssandpirls.bc.edu/timss1995i/TIMSSPDF/BMathCh1.pdf>. Acesso em 19/10/2020.

33 MENK, Marleen. The implementation of Educational Standards in Mathematics in SINUS for Primary Schools. *IPN Journal*, n. 4, mar. 2019. Disponível em: <https://www.ipn.uni-kiel.de/en/the-ipn/archive/the-implementation-of-educational-standards-in-mathematics-in-sinus-for-primary-schools>. Acesso em 27 ago. 2020.

Nas avaliações posteriores com alunos de escolas participantes do programa, em comparação a um grupo de controle formado por estudantes na mesma faixa etária e nível de ensino não participantes, as escolas SINUS apresentaram resultados sistematicamente melhores, tanto nas faixas superiores de proficiência quanto nas inferiores. O impacto positivo alcançado no desempenho dos alunos sinaliza o sucesso do programa na formação de professores. Destacam-se dois resultados observados com relação aos docentes:

- Quanto mais longo e sustentável um programa de treinamento, mais os professores participam;
- Quanto mais os professores se engajam em programas de treinamento, maiores as chances de aplicação dos conhecimentos adquiridos em sala de aula.

O sucesso do modelo fez com que fosse recomendado para projetos europeus em larga escala visando à melhoria da educação em ciências e matemática.

O sistema dual alemão

O país possui uma longa tradição de formação profissional no trabalho, que remonta à Idade Média, com os artífices do ofício assumindo o ensino das novas gerações, no dia a dia dos negócios. Em função disso, existe uma cultura muito antiga e arraigada na indústria de trabalhar em conjunto com a escola, assumindo responsabilidade direta pela formação para o mercado de trabalho, em especial na trilha técnica. Ainda durante a Educação Básica, os alunos escolhem se irão seguir trajetórias técnicas ou de preparação para a Universidade.

O chamado Sistema Dual Alemão, apesar de referência mundial e de sua adoção em outros países, como a Áustria e a Suécia, por exemplo, tem sofrido críticas com relação à baixa mobilidade entre suas distintas trilhas formativas. Apesar disso, as duas trilhas oferecem retornos positivos e bastante semelhantes aos egressos. Segundo dados da OCDE, as taxas de empregabilidade da população entre 25 e 34 anos com formação técnica são de 86%, comparadas com 87% para egressos do ensino superior, na mesma faixa etária³⁴.

No modelo técnico, os alunos frequentam programas com mais ou menos três anos de duração, sendo metade da carga horária realizada em instituições educacionais e a outra cumprida integralmente dentro das empresas sob a supervisão e avaliação direta de mentores. Uma grande parte dos estudantes, depois de três anos de formação, nos quais recebem salário de aprendiz, acabam incorporados pelas empresas.

Essa característica particular do modelo educacional torna o setor produtivo muito próximo e integrado a questões de formação na Educação Básica, tendo levado o empresariado a pressionar e participar ativamente de iniciativas STEM, ou MINT, na sigla em alemão.

34 NEHER, Clarissa. **Por que a Alemanha decidiu investir 42 bilhões de euros em universidades**. jun. 2019. Disponível em: <https://bit.ly/2XIL5oS>. Acesso em 01 set. 2020.

A articulação entre o setor produtivo e o governo, com grande protagonismo e responsabilidade das empresas na formação na trilha técnica, são características particulares do modelo alemão. A exemplo de outros países, a Alemanha também mantém um Plano de Ação Federal com o objetivo de coordenar a diversidade de atores atuantes na agenda. Além disso, o desenvolvimento sustentável aparece como objetivo central da agenda STEM de forma muito pronunciada na Alemanha. A chamada educação MINT no país integra uma perspectiva ampla de promoção de um futuro sustentável para as próximas gerações, por se reconhecer que exerce um papel crucial no desenvolvimento dos indivíduos e como indutores da participação ativa e responsável das pessoas em prol do desenvolvimento nacional e global.

*Fórum Nacional MINT (National MINT Forum)*³⁵

O Fórum é uma associação sem fins lucrativos criada em 2012 pela Academia Nacional de Ciência e Engenharia (Acatech) em parceria com a Confederação das Associações de Empregadores Alemães (BDA) e a Federação das Indústrias Alemãs (BDI). Seu objetivo principal é elaborar propostas e recomendações para enfrentar desafios nacionais em educação STEM, da primeira infância ao ensino superior, a partir das perspectivas e interesses apresentados por seus membros.

Nesse sentido, trata-se de uma comunidade de interesses, que mapeia e sistematiza experiências e conhecimentos da sociedade civil (inclusive empresas) na educação STEM no país. A especialidade do modelo reside na heterogeneidade das 30 instituições que compõem o Fórum. Além das associações empresariais, existem organizações de funcionários, fundações educacionais, organizações científicas e acadêmicas, bem como associações profissionais. Cada um contribui com suas experiências e redes com capacidade de colaborar diretamente em todos os aspectos educacionais STEM.

Assim, por meio do Fórum, oferecem de forma coordenada e clara a visão da sociedade civil com relação a compromissos e capacidades de contribuição na efetivação de uma agenda para o país. O Fórum nacional se desdobra também em estruturas locais e regionais, que replicam localmente a iniciativa.

Destaca-se ainda o fato de várias fundações ligadas a empresas e centros de pesquisa alemães prestarem consultoria e cooperação técnica no tema a outros países, trazendo acúmulo de bagagem internacional, incorporada às políticas nacionais por meio do Fórum, fomentando parcerias público-privadas de longo prazo na execução das políticas, e garantindo sustentabilidade e efetividade na ponta para as agendas acordadas.

³⁵ Mais informações em: <https://www.nationalesmintforum.de/>

Trata-se de espaço privilegiado e neutro para discussão e troca, suportada pelo trabalho de um grupo de especialistas (*think tank*) independentes, mantido pelo Fórum. Tal organização realiza trabalho de pesquisa, monitoramento, avaliação e revisão de políticas subsidiando as discussões e ajudando a construir uma base comum de propostas e projetos recomendados pelo Fórum, que atua influenciando a tomada de decisões no mais alto nível político e empresarial do país.

O Fórum age também por meio de sua estrutura própria para garantir visibilidade na mídia para a importância de ações nesse campo, como parte da estratégia. O ponto alto do trabalho é a realização de um Congresso (*Summit*) anual, com a participação do alto escalão do governo, inclusive da atual primeira-ministra, bem como de lideranças empresariais, educacionais, de pesquisa, entre outros. A partir da visão comum construída no debate, informado por resultados, avaliações e pesquisas sobre STEM na Alemanha e no mundo, o Fórum propõe projetos, sugere prioridades de investimento, bem como necessidades de ajuste. Desse ponto de vista, reflete o trabalho integrado para o desenho e a adoção de políticas em STEM, uma vez que se vale da forte articulação entre a sociedade civil, empresas e governo para gerar maior conscientização nas esferas pública e privada em torno da importância do tema e propor estratégias de ação.

3.4 AMÉRICA LATINA

Em países da América Latina, observa-se um movimento crescente de articulação em STEAM. O principal motor para sua introdução na agenda educacional são reformas curriculares recentes voltadas à melhoria da qualidade do ensino, como é o caso do Chile. Lá, o assunto se insere no currículo nacional, na linha de inovação, com foco na introdução do aprendizado baseado em projetos e se articula a um esforço maior do país, iniciado em 2016, de estruturação de um Sistema Nacional de Inovação.

O STEAM entrou no currículo para fazer a ponte entre a formação e o objetivo de promover a inovação. A função do STEAM seria produzir “um currículo integrador de disciplinas nas quais os estudantes desenvolvam atitudes e hábitos de trabalho e colaboração, para desenhar e construir soluções conectando Ciências, Matemática, Tecnologia e Práticas Gerenciais”, conforme mencionado no portal do Ministério da Educação que apresenta o currículo nacional.³⁶

Em função da baixa articulação em torno da agenda que ainda prevalece nos países da região, muitas organizações não governamentais internacionais, bem como fundações

36 Mais informações em: <https://www.curriculumnacional.cl/614/w3-article-89501.html>

ligadas a empresas e fundos de investimento, têm patrocinado iniciativas localizadas, em diferentes formatos e países, inclusive no Brasil, de promoção do STEAM.

Em geral, oferecem formação de professores juntamente com materiais para experimentação com os alunos, além de acesso a portais colaborativos com conteúdo produzido por professores e especialistas participantes sobre como aplicar o STEAM em sala de aula. Esse aspecto será tratado em mais detalhe adiante.

Um dos principais desafios, entretanto, é efetivar as ações em cada escola, que possui especificidades, características e dinâmicas próprias. Chegar a todos os pontos de oferta de Educação de um país, respeitando e tirando proveito dessa diversidade, se constitui em tarefa complexa e, ao mesmo tempo, vital para uma efetiva transformação do ensino.

Nessa perspectiva de construir a política a partir do contexto local no qual as escolas se inserem, identifica-se um modelo diferenciado, construído num fluxo *bottom up*. Nele, os atores locais da comunidade se unem para provocar e apoiar a escola na promoção de parcerias em um modelo de educação STEAM, independentemente da existência de uma política nacional estruturada de incentivos para sua implantação.

O projeto *STEAM Territory*, apoiado pela Fundação Siemens (Siemens Stiftung, Alemanha), ilustra bem as possibilidades de um modelo dessa natureza, que se organiza a partir dos atores no entorno direto da escola. O objetivo é constituir redes regionais (ou *clusters*) para endereçar desafios atuais na educação e no mundo do trabalho, assim como facilitar o desenvolvimento social sustentável, tendo como eixo a abordagem STEAM.

A iniciativa está centrada na definição de território de ação, com base na qual se forma um consórcio mínimo de representantes da sociedade local, coordenado por um dos participantes. A proposta de uma “educação STEAM” pode ser aplicada de forma isolada ou integrada a outros projetos mais amplos de desenvolvimento sustentável, como é o caso da experiência colombiana descrita adiante.

A ideia de um “Território STEAM” é baseada no modelo alemão de alianças regionais para a educação STEAM (apoiadas pelo Fórum Nacional MINT), que teria facilitado o estabelecimento de metas compartilhadas entre os diversos atores para a educação e o compartilhamento de experiências entre as partes interessadas.³⁷

As seis iniciativas em curso do projeto, em quatro países latino-americanos (Chile, Peru, Colômbia e México), estruturam-se com os seguintes pressupostos³⁸:

37 Conforme apontado por Ulrike Wahl, responsável na Siemens Stiftung pelo *Territory* no Chile, em entrevista para Siemens Stiftung, em dezembro de 2018. Disponível em: <https://www.siemens-stiftung.org/en/media/background-stories-and-interviews/steamregions-in-latin-america/>. Acesso em 8 jan. 2020.

38 Com base em entrevista com Badin Borde, gestor de projetos na área de educação na Siemens Stiftung, e Ulrike Wahl, em 31 jul. 2020

- Criação de um movimento a partir de objetivos definidos em comum acordo entre os atores participantes do processo (o STEAM pode ser a questão principal para os *stakeholders* ou integrar uma visão mais ampla de desenvolvimento da localidade);
- Visão da formação STEAM como mais do que apenas uma ferramenta para melhorar a qualificação da força de trabalho, em atendimento a demandas pontuais no território-alvo;
- Existência de ao menos um ator social com base no território, com legitimidade e compromisso de coordenar o projeto (como autoridades educacionais municipais, estaduais ou universidades, conforme se verá na experiência adiante);
- Definição de uma agenda de trabalho conjunta, revistas periodicamente, contendo objetivos de curto, médio e longo prazo, bem como contribuições esperadas de cada um dos participantes para atingir as metas.

O eixo do processo é a articulação na região geográfica alvo que pode ser uma cidade, vários municípios, um estado ou apenas um grupo de escolas de bairros próximos. Os projetos em operação na América Latina costumam reunir: universidades, autoridades locais de diversas áreas (não apenas da educação), fundações, empresas, gestores escolares, professores, entre outros. Ulrike Wahl, responsável na Fundação Siemens pelo *Territory* no Chile, enfatiza a necessidade de estabelecer um coletivo mínimo, que seja plural o suficiente para colocar em prática uma agenda comum, contemple as diferentes perspectivas e contribua para a sustentabilidade do projeto ao longo do tempo.

Essa abordagem traz a vantagem de se ajustar a arranjos diferentes, de acordo com os potenciais e os desafios de cada lugar. Mas o ponto principal permite inserir o STEAM numa visão mais ampla de desenvolvimento, tendo a educação como um dos eixos de transformação da realidade. A perspectiva coletiva cria ainda um senso de responsabilidade compartilhado entre os participantes, facilitando a união entre empresas de um mesmo setor, por exemplo, que em outros contextos poderiam se perceber como competidoras, dificultando a colaboração. Outra vantagem, em países com instituições em processo de consolidação democrática, pode ser proteger a escola e o projeto de oscilações nas políticas de governo. Trata-se de fator essencial para o sucesso de agendas de reforma educacional, tendo em vista precisarem de ciclo longo e contínuo para apresentarem resultados consistentes.

A ideia torna-se clara ao analisar o funcionamento do *STEAM Territory* coordenado pela *Universidad de La Sabana*, na Colômbia. Localizado na região de maior crescimento econômico do país em anos recentes, em torno da capital Bogotá, na qual houve uma mudança radical no perfil da atividade econômica de agrícola para industrial. Conforme definido pelos membros da iniciativa, o projeto mira o desenvolvimento sustentável dos 11 municípios de seu território-alvo.

A universidade atua como coordenadora e articuladora da rede, da qual participam outras dez Instituições de Ensino da região, todas as prefeituras, além de empresas e atores das áreas de Educação, Saúde, Trabalho, Transporte, Meio Ambiente e Mobilidade.

A Educação STEAM e o projeto *Territory*, nesse caso, integram um leque maior de iniciativas voltadas para a sustentabilidade econômica, ambiental e financeira da região. Assim, a formação STEAM funciona como um dos vetores da proposta de desenvolvimento perseguida pela comunidade, integrando uma ampla plataforma. Cada um dos participantes entra na rede com seus potenciais, estruturas e problemas próprios, somando-se na construção de soluções coletivas.

*Universidade e desenvolvimento*³⁹

A importância de a universidade assumir a missão de cocriar soluções para a comunidade, vinculando a formação dos alunos a partir da abordagem STEAM para o enfrentamento de problemas concretos em seu entorno, inclusive como meio de garantir sua sustentabilidade, é reconhecida pela *Universidad La Sabana*, segundo Juan Carlos Camelo, diretor da instituição de porte médio, com cerca de 15 mil pessoas entre alunos, professores e funcionários.

Ciente desse papel, há dez anos a universidade iniciou um processo de mudança da cultura universitária nessa direção. Como parte desse esforço, criou um *Observatorio Sabana Centro* de políticas, a partir das diferentes bases de dados públicas e privadas, disponibilizadas pelas prefeituras dos municípios e demais participantes. A universidade, responsável direta pelo Observatório, acompanha os indicadores (de saúde, educação, meio ambiente, economia, emprego, segurança, entre outros), identificando problemas, buscando respostas e monitorando resultados. As informações retroalimentam o processo formativo do Ensino Superior na região, promovendo uma perspectiva STEAM de formação integrada e contextualizada às questões locais.

Com apoio da Fundação Siemens, o projeto *Territory*, então coordenado pela *La Sabana*, oferece material de capacitação, entre outros insumos, para formação de professores da rede pública. O projeto de formação das Licenciaturas na Educação Básica acontece em parceria com a “Sociedade Colombiana para a Ciência”.

Cada professor beneficiário da formação escolhe um colega para “apadrinhar”, atuando como seu mentor. Formam duplas nas escolas, repassando a capacitação recebida, fortalecendo as práticas em sala de aula e disseminando a cultura pedagógica de inserção da escola na comunidade e participação na solução de seus problemas. O projeto adota uma

³⁹ Entrevista com Juan Carlos Camelo, diretor da Universidad La Sabana, e Carlos Humberto Barreto, da Licenciatura em Ciências da Faculdade de Educação La Sabana e coordenador da Iniciativa STEAM na região, em 14/08/2020.

visão de STEAM em resposta a desafios, sem restrição com relação a áreas específicas de conhecimento ou disciplinas.

A partir do processo de formação de docentes, iniciam-se comunidades de conhecimento e prática. Os alunos Licenciados na Universidade também se formam com uma visão diferenciada da Educação e do papel da escola, participando obrigatoriamente de estágios e atividades nas redes de ensino, sendo os desafios encontrados a âncora do programa de Ensino, Pesquisa e Extensão de todas as Licenciaturas em *La Sabana*.

Outro ponto fundamental tem sido a eficiência da divulgação científica. Um exemplo desse esforço é a organização de Festival Astronômico periódico, que atrai toda a comunidade, inclusive quem vive em áreas rurais afastadas, a fim de mostrar os frutos concretos das iniciativas, que dependem do suporte permanente da população ao projeto.

De um modo geral, o setor empresarial pode contribuir de várias maneiras para a iniciativa, tais como: participando cursos de formação de professores, envolvendo-se com a orientação e formação de alunos, organizando visitas técnicas, viabilizando espaços e laboratórios para atividades *maker*, ministrando palestras e concedendo bolsas de estudo. As formas de interação dependem dos atores e arranjos dos respectivos territórios, mas é fundamental construir essa integração entre os diferentes agentes pois são chave para o sucesso do programa.



4 MOVIMENTO STEAM NO BRASIL



Na seção anterior, procurou-se apontar que o cerne do debate sobre STEAM é a transformação da cultura pedagógica, que passa por incorporar potencialidades, conhecimentos e experiências dos professores como eixo condutor do processo, provendo os recursos financeiros e materiais necessários à efetivação das mudanças. Já no Brasil, seguindo o padrão latino-americano, o movimento STEAM não possui a mesma dimensão apresentada em países avançados. As iniciativas concentram-se em três frentes principais⁴⁰:

- programas educacionais de organizações não governamentais (ONGs): atuam por meio de projetos, muitos deles com financiamento internacional, com foco na capacitação de professores da rede pública. Em geral, oferecem formação e material de apoio aos docentes, a partir de contratos firmados com as redes estaduais ou municipais de educação, dependendo do nível de ensino, em muitas ocasiões captando patrocinadores privados para bancarem a realização do projeto;
- empresas educacionais com produtos STEAM: ofertam cursos e atividades extracurriculares para alunos e professores, como treinamento em robótica ou plataformas de *gamificação* que facilitam e tornam mais atraente o ensino, sobretudo em Matemática;
- colégios privados com atividades STEAM no currículo: como diferencial de mercado, escolas da rede privada oferecem programas em STEAM aos alunos. Em geral, são experiências limitadas a determinados aspectos formativos, como laboratórios bem equipados para o

40 PUGLIESE, Gustavo. **STEM**: O movimento, as críticas e o que está por vir. 23 abr. 2018. Disponível em: <https://porvir.org/stem-o-movimento-as-criticas-e-o-que-esta-em-jogo/>. Acesso em 01 set. 2020.

desenvolvimento de projetos ou a inserção de cursos como robótica e atividades de *gamificação* no plano pedagógico ou no contraturno escolar.

Do ponto de vista das políticas públicas, existem ainda ações da parte do governo federal para financiamento de programas de letramento científico e melhoria do ensino de Ciências (abordados no “Programa Ciência na Escola”, adiante), bem como editais e projetos ligados a temas específicos, como gênero, por exemplo.

O “II Plano Nacional de Políticas para as Mulheres” (2007) incluiu orientações para promoção de maior inserção de meninas em carreiras científicas como parte das ações do governo para correção da desigualdade de gênero. A decisão, tomada durante a II Conferência Nacional de Políticas para as Mulheres, foi fruto da experiência interministerial iniciada com o “Programa Mulher e Ciência”, lançado em 2005, por grupo composto pela Secretaria Especial de Políticas para as Mulheres (SPM), Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Ministério da Educação (MEC), entre outros. Tinha como objetivo estimular a produção científica e a reflexão acerca das relações de gênero, mulheres e feminismo no País, bem como promover a participação das mulheres no campo das ciências e carreiras acadêmicas⁴¹.

A partir de ações guarda-chuva como o “Programa Mulheres e Ciência”, reunindo vários parceiros governamentais em torno de eixos específicos de política, foi sendo lançada ao longo dos anos uma série de editais ligados tanto à questão de gênero quanto à melhoria do ensino de Ciências e Matemática na Educação Básica, promovidos pelo CNPq e pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), que serviram para fomentar iniciativas nos estados com objetivos como: trazer pesquisadores das universidades para a escola para atuarem em projetos pedagógicos mais contextualizados, estimular a realização de projetos científicos por alunos do Ensino Médio e estimular o interesse das meninas por disciplinas das áreas de Ciências e Matemática.⁴²

A seguir, são apresentadas diversas vertentes do STEAM no Brasil. Parte delas, sobretudo as localizadas no governo federal (CNPq, Capes, MEC e Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações – MCTI), estão voltadas à “alfabetização científica” da população, definida pela OCDE como *“a capacidade de usar conhecimento científico, de identificar questões e extrair consequências a partir de evidências, para que o cidadão possa compreender e tomar decisões a respeito do mundo natural e das mudanças nele introduzidas pela atividade humana”*⁴³.

41 Maiores informações em: <http://cnpq.br/apresentacao-mulher-e-ciencia>

42 Entrevista com José Ricardo Santana, Superintendente Executivo da Secretaria Estadual de Educação de Sergipe, em 13/10/2020.

43 SCHWARTZMAN, Simon; CHRISTOPHE, Micheline. **A educação em ciências no Brasil**. In: SEMINÁRIO NACIONAL DO PROGRAMA ABC NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA – MÃO NA MASSA, 5. 2009. Disponível em: <http://www.abc.org.br/IMG/pdf/doc-210.pdf>. Acesso em 01 set. 2020.

Como será possível perceber, há inúmeras experiências interessantes que contribuem para a construção de uma cultura STEAM entre professores e para despertar o interesse dos jovens nas áreas científicas e tecnológicas. Porém prevalecem iniciativas ainda pontuais, com baixa ou nenhuma integração no país, o que tende a diminuir seu impacto no sistema educacional como um todo. Além disso, em grande parte não se fundamentam na visão STEAM enquanto uma abordagem integrada de educação que prepare para as carreiras profissionais e para a vida. Contudo, as diversas experiências representam uma base cultural relevante, que pode ser fortalecida a partir de mais investimentos e esforços por maior integração, podendo dar origem a iniciativas mais robustas e em maior escala em linha com o que se vê de mais atual e relevante no cenário internacional.

4.1 EXPERIÊNCIAS NACIONAIS EM STEAM

As experiências aqui reunidas podem ser organizadas em dois grupos: de um lado, iniciativas em âmbito nacional, que tendem a dar maior ênfase à alfabetização científica, e de outro, escolas que se utilizam de abordagens STEAM para promover mudanças em sua cultura pedagógica, com vistas a uma educação mais contextualizada e baseada em projetos. O objetivo não é mapear todos os programas, mas apresentar um panorama de iniciativas relacionadas à educação STEAM no país, de forma a subsidiar a construção de uma agenda nacional, com ações mais integradas e abrangentes.

INICIATIVAS DE PROMOÇÃO DA CULTURA STEAM

– *Programa Ciência na Escola*

Lançado em abril de 2019, numa parceria entre o MCTI, MEC, CNPq e a Capes. Tem por objetivo o aprimoramento do ensino de Ciências nas escolas públicas de Ensino Fundamental e Médio⁴⁴.

Pretende promover o ensino por investigação voltado à solução de problemas concretos, qualificar professores da Educação Básica, estimular o interesse dos alunos pelas carreiras científicas, identificando jovens talentos. Além disso, busca fomentar a aplicação de soluções inovadoras no ensino de ciências, incentivando o uso de novas tecnologias educacionais e metodologias e aumentar a interação entre escolas da Educação Básica e Instituições de Ensino Superior, espaços de ciências e outras instituições de ciência, tecnologia e inovação. A Olimpíada Nacional de Ciências foi também incorporada ao portfólio de ações do programa, a partir de sua edição de 2019.

44 Maiores informações em: <https://www.cienciaescola.gov.br/app/cienciaescola/sobreprograma>

As ações previstas incluem:

- Realização de Chamada Pública para seleção de redes para o aprimoramento do Ensino de Ciências, com seleção feita em conjunto pelo MEC e o MCTI, com período de execução até 2022;
- Realização de Chamada Pública para Pesquisadores em projetos de inovação no ensino de Ciências, selecionadas pelo CNPq e com execução até 2021;
- Curso de Especialização a Distância em Ensino de Ciências – “Ciência é Dez!”, coordenado pela Capes e realizado a distância por meio de Plataforma de educação a distância (EaD).

– Feira Brasileira de Ciências e Engenharia – Febrace

Trata-se de movimento de estímulo a jovens talentos para as ciências e engenharia, que realiza todo ano desde 2003, na Universidade de São Paulo (USP), mostra de estudantes finalistas com seus projetos de pesquisa científica e tecnológica de todo o Brasil, sob a coordenação de Roseli de Deus Lopes, professora da Escola Politécnica da USP e fundadora da Feira⁴⁵.

É o maior concurso pré-universitário para estudantes do Brasil. Assume a função de incentivar e divulgar nacionalmente a criatividade e a reflexão em estudantes da Educação Básica, por meio do desenvolvimento de projetos com fundamento científico, nas diferentes áreas das Ciências e da Engenharia, selecionados para a Feira. Constitui-se em espaço plural de visibilidade de resultados obtidos por alunos e professores em sala de aula, que induz a mudança da cultura pedagógica e inovação educacional.

Nos últimos 18 anos, o programa da Febrace, que inclui a feira de ciências e diversos ramos de atividades, incluindo *workshops*, treinamentos, cursos on-line, publicações e iniciativas de comunicação, já atingiu mais de 13 mil alunos e 4 mil professores de mais de 1.100 cidades de todos os estados brasileiros. Finalistas já foram classificados para competições internacionais, como a Intel International Science and Engineering Fair (ISEF), nos Estados Unidos. Na edição de 2017, três jovens brasileiros, destaque na Febrace, foram premiados por suas criações, entre as quais um sistema que faz leitura cerebral para diagnóstico de estado vegetativo de pacientes.

Todo o trabalho da Feira junto às escolas, e na seleção dos projetos, baseia-se na disseminação da abordagem investigativa e da metodologia das pesquisas científicas e tecnológicas. A coordenadora geral da Febrace comenta que a origem de bons projetos de Ciências e de Engenharia está em boas perguntas iniciais de pesquisa feitas pelos estudantes. Na sua

⁴⁵ Maiores informações em: <https://febrace.org.br/>

visão, dessa liberdade de observar e questionar o mundo ao redor, sem tabus ou restrições, que precisa ser instigada nos jovens e acolhida pelos professores, nasce todo o resto: inovação, tecnologia e a solução de questões relevantes para a sociedade. A experiência tem mostrado que alunos expostos a essa abordagem trazem questões complexas e se arriscam no desenvolvimento de soluções inovadoras⁴⁶. Por isso é tão relevante apoiar os docentes e gestores de educação, pois eles são os mentores desse processo criativo nas escolas. A iniciativa relatada a seguir é uma resposta a essa preocupação.

– *STEAM TechCamp Brasil*

Em 2018, por meio de parceria entre a Embaixada dos Estados Unidos no Brasil, o Laboratório de Sistemas Integráveis Tecnológico (LSI-TEC) e a Escola Politécnica da USP, iniciou-se o “STEAM TechCamp Brasil”⁴⁷.

O objetivo da iniciativa é *“estruturar uma rede de multiplicadores formada por gestores das Secretarias Estaduais de Educação e professores líderes de ações escolares em Ciências, Tecnologia, Engenharias e Matemática (STEAM), com potencial e liderança para articular e aprimorar ações existentes e elaborar e implantar novas ações voltadas à aprendizagem ativa de STEAM nas redes públicas de educação básica do Brasil”*.

Os participantes são selecionados por meio de chamada pública, sendo metade deles gestores indicados pelas Secretarias de Educação estaduais e a outra metade professores dessas disciplinas, com o objetivo de viabilizar a efetiva multiplicação das ações na rede. Os 180 profissionais selecionados em cada edição precisam desenvolver em seus estados de origem, após o encontro inicial de imersão, e com o acompanhamento da equipe do projeto, projetos piloto, que recebem valores alocados pelo *STEAM TechCamp Brasil* para esse fim.

– *Festival Sesi de Robótica*

Promovido pelo Serviço Social da Indústria (Sesi), tem como objetivo estimular o desenvolvimento do raciocínio lógico, trabalho colaborativo e a criatividade por meio do desenvolvimento de robôs. São realizadas oficinas, mostras de robôs e competição entre equipes de estudantes, classificando as melhores equipes para torneios internacionais de robótica, como o World Festival, a copa do mundo de robótica. O Festival é voltado a estudantes entre 9 e 18 anos de escolas públicas e privadas. Em 2020, o evento contou com projetos desenvolvidos por mais de 1.500 estudantes, organizados em mais de 150 equipes.

⁴⁶ Entrevista realizada em 30/07/2020.

⁴⁷ Maiores informações sobre o projeto em: <https://febrace.org.br/stemtechcampbrasil/2020/>

Os resultados desse trabalho têm sido promissores, inclusive com reconhecimento em torneios fora do país. Alguns exemplos:

- – No torneio FIRST LEGO League, programa internacional de exploração científica organizado pela ONG norte-americana FIRST, são premiadas as principais inovações desenvolvidas por estudantes de robótica em todo o mundo. Na disputa, com mais de 40 mil equipes de 74 países na temporada 2018/2019, a equipe de um colégio fluminense foi classificada entre as 20 finalistas do prêmio, com o projeto de um coletor menstrual espacial, batizado de CosmoCup. A solução foi desenvolvida como alternativa às centenas de pílulas anticoncepcionais que as astronautas normalmente têm de levar nas viagens espaciais⁴⁸. O grupo se destacou no Torneio Sesi de Robótica, classificando-se para as edições do torneio no exterior;
- – Uma equipe catarinense também foi classificada para o mesmo torneio da FIRST por criar uma meia que melhora a circulação sanguínea, uma solução para combater a baixa circulação que afeta os membros inferiores de astronautas no espaço, que sofrem com o desgaste de músculos e ossos localizados abaixo da cintura⁴⁹.

– *Escola do Inventor*

O empreendimento nasceu da área de inovação da Watanabe Tecnologia Aplicada (WTA), empresa de base tecnológica em reprodução animal, de Cravinhos, no interior de São Paulo. João Guilherme Camargo dos Santos, atual coordenador da escola e seu fundador, conta que tudo começou em 2013, quando começou a sofrer com a falta de pessoal para desenvolver projetos de pesquisa. “Tínhamos dinheiro e descobrimos que faltava gente para tocar o processo e fazer as coisas acontecerem”, lembra Santos⁵⁰. Essa constatação o levou a pesquisar processos de interação entre universidade e empresa no Brasil e em Portugal, fazendo-o perceber que “tanto lá quanto aqui o problema que enfrentávamos tinha origem muito antes, no Ensino Básico”.

Para começar a atacar o problema, criou a Escola do Inventor, que começou ministrando oficinas em STEAM para os filhos dos funcionários da empresa, em cursos de férias, com uma semana de duração, ou extracurriculares, com 86 horas de carga horária. A partir do trabalho na empresa e do retorno dos alunos e das famílias, foram aparecendo outros clientes interessados em oficinas de STEAM para a indústria ou grupos de professores. “Por estranho que pareça, percebemos que tínhamos pessoas no nível gerencial,

48 Mais informações em: <https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/educacao/brasil-e-finalista-em-premio-internacional-de-inovacao-em-robotica/>

49 Mais informações em: <https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/educacao/estudantes-do-sesi-de-concordia-sc-criam-meia-que-melhora-circulacao-sanguinea/>

50 Entrevista realizada em 14/08/2020.

em grandes empresas, que careciam de uma formação em STEAM para trabalhar melhor diversos aspectos, como a gestão da inovação, entre outras questões de trabalho em equipe”, comenta Santos.

A *Escola do Inventor* virou então uma empresa à parte, da qual a WTA é investidora, tendo também cedido um de seus galpões em Ribeirão Preto para ser um espaço aberto de experimentação e sede do novo empreendimento. A *Escola do Inventor* passou a desenvolver materiais e oficinas de formação STEAM em diferentes formatos, todas baseadas no método científico de investigação. As ideias e conceitos-chave são os mesmos, o que muda é a linguagem e as atividades, adaptadas aos diferentes públicos, desde crianças, passando por adolescentes, até chegar a executivos de empresas.

A Escola realizou a formação de 500 professores por todo o Brasil, inclusive nas comunidades da Rocinha e da Cidade de Deus, no Rio de Janeiro, a partir do financiamento de pessoas físicas e de empresas. Um dos objetivos da Escola é ser vetor da capacitação em STEAM na rede pública, a partir do apoio da indústria.

– Educação Científica – Mão na Massa

A Academia Brasileira de Ciências (ABC) em colaboração com sua similar francesa, desenvolve desde 2001 o projeto “Educação Científica – Mão na Massa”⁵¹ em várias escolas do país, como parte de seu trabalho de mais de 50 anos de promoção da qualidade no ensino de Ciências. O programa consiste em cursos de formação continuada para professores de Educação Infantil e Ensino Fundamental, além da produção de material para apoiar o trabalho do professor. Projetos como estes estão na intersecção entre abordagens pedagógicas como a da educação *maker*⁵², iniciativas de alfabetização científica e outras capitaneadas por ONGs e fundações de empresas nomeadamente como STEAM.

INSTITUIÇÕES QUE ADOTARAM ABORDAGENS STEAM EM SEUS PROJETOS PEDAGÓGICOS

– Colégios Juarez Wanderley e Casimiro Montenegro Filho

Localizados, respectivamente, em São José dos Campos e Botucatu, no interior de São Paulo, os dois colégios são mantidos pelo Instituto Embraer e oferecem Ensino Médio

51 Maiores informações em: <http://www.abc.org.br/>

52 A cultura *maker* está voltada para a formação crítica do aluno em todas as áreas do conhecimento a partir do fazer. Ao menos duas premissas sustentam a cultura *maker*: a construção de um artefato, digital ou físico, e o compartilhamento do processo de fabricação e/ou produto. (Conforme STELLA, Ana Lúcia *et al.* “BNCC e a cultura *maker*: uma aproximação na área da matemática para o ensino fundamental”, *Revista Inova Educ*, n. 4, 2018. Disponível em: <https://www.lantec.fe.unicamp.br/revista-inovaeduc/edicao-atual>. Acesso em 05/01/2021.). Nesse sentido, a cultura *maker* não é sinônimo do movimento STEAM, mas pode ser considerada complementar a ele, já que os espaços *makers* são um meio de engajar os alunos e permitir que aprendam e apliquem os conhecimentos das áreas STEAM.

gratuito, em período integral, para alunos egressos da rede pública de Ensino Fundamental desses municípios⁵³. Além da bolsa integral de estudo, são oferecidos uniformes, materiais didáticos, alimentação e transporte aos estudantes. Desde 2019, os colégios passaram a aceitar alunos pagantes (que somam cerca de 20% do total).

O objetivo principal é preparar melhor os alunos de baixa renda para a vida profissional e ampliar o acesso dos mesmos ao Ensino Superior. Para isso, foi desenvolvido um Programa de Preparação para a Universidade (PPU) dividido em três grandes áreas: Pré-Engenharia, Pré-Ciências Sociais e Administração e Pré-Ciências Biomédicas. Todo o projeto pedagógico foi pensado de forma integrada a partir de parcerias com especialistas internacionais, entre eles a CORD (EUA), mencionada anteriormente.

O trabalho tem como objetivos específicos:

- Aumentar as possibilidades dos egressos de obterem estágios durante o curso Superior para garantir o próprio sustento durante a graduação, de forma a reduzir a evasão decorrente de sua condição socioeconômica;
- Tornar os estudantes melhores alunos na universidade e profissionais no mercado de trabalho.

Para atingir as metas, os programas preparatórios, em cada uma das áreas, se estruturam em três fases, que refletem princípios STEAM. Na primeira, trabalham competências gerais como resolução de problemas, pensamento crítico, trabalho em equipe, comunicação e liderança, junto com uma orientação próxima e individualizada do aluno com relação às diferentes carreiras e suas possibilidades. Na segunda fase, trabalham com competências mais específicas de cada uma das grandes áreas de conhecimento, terminando com um projeto final de curso no qual os alunos aplicam as habilidades e competências adquiridas.

O curso exige dedicação integral e possui carga horária de 6.000 horas, o dobro do estabelecido pela nova Reforma do Ensino Médio. Atende 960 alunos por ano e conta atualmente com 3 mil egressos das duas unidades. Especificamente no PPU de pré-Engenharia, entre 2010 e 2014, 80% dos participantes ingressaram nas melhores universidades do país, sendo 70% deles em cursos de Engenharia⁵⁴.

53 Maiores informações disponíveis em: <https://institutoembraer.org.br/pt/colegios-embraer>

54 LOURENÇÃO, Paulo *et al.* **Embraer high school**: engineering in the preparation for college program. CDIO CONFERENCE. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya, 2014. Disponível em: <http://www.cdio.org/node/6141>. Acesso em 05 jan. 2021.

– Escola Senai Shunji Nishimura

O Grupo Jacto, composto por seis empresas de diversos segmentos, com destaque para o agrícola, tem sede no município de Pompeia, no interior paulista. A Fundação Shunji Nishimura de Tecnologia (FSNT), criada em 1979, é o braço de responsabilidade social da empresa, incluindo os investimentos na área educacional: Colégio Shunji Nishimura, que atende alunos do maternal ao 9º ano do Ensino Fundamental; a escola criada em convênio com o Serviço Nacional da Indústria (Senai), Escola Senai “Shunji Nishimura”, oficialmente inaugurada em 2013, e a Faculdade de Tecnologia (Fatec) “Shunji Nishimura”, uma parceria público-privada entre a FSNT, o Centro Paula Souza e a Prefeitura Municipal de Pompeia, onde é oferecido o curso Superior de Tecnologia de Mecanização em Agricultura de Precisão. Portanto, o Grupo atua desde a educação infantil até o nível superior.

Na parceria com o Senai, a Fundação fornece a infraestrutura, máquinas, equipamentos, laboratórios de tecnologia e funcionários de apoio, enquanto o Senai se responsabiliza pelo processo educacional e os professores da escola técnica. O objetivo é promover um ensino baseado em situações de aprendizagem.

O modelo educacional atualmente adotado é resultado de muita pesquisa por referências internacionais que fossem consideradas aderentes à nova sociedade do conhecimento. A busca levou à adoção do método *Profound Learning*, com base em uma experiência no Canadá⁵⁵. O modelo caracteriza-se por dar maior autonomia e responsabilidade aos alunos na organização de seu plano de estudos e aprendizado. Nele, a cada semestre, o aluno constrói seu currículo a partir de problemas: com base em um conjunto de problemas apresentados, o aluno faz a opção quanto à questão que deseja se dedicar e então define o mapa de conhecimentos e a matriz de habilidades que precisa dominar para solucionar o problema escolhido; o professor, por sua vez, atua como mediador do processo. Nessa chave, um dos grandes diferenciais do modelo está em individualizar a experiência de ensino-aprendizagem dos estudantes.

A partir de 2019, a escola aboliu a carga horária fixa por disciplina. Cada um dos 160 alunos da escola tem uma divisão de tempo própria, por área, definida especialmente para suas necessidades e potencialidades.

Para facilitar a gestão do processo de aprendizagem e avaliação, a unidade desenvolveu um *software* chamado de “Aprendizagem Profunda”. Trata-se de uma plataforma interativa entre alunos e professores, com atividades, planejamento de aula e avaliação diária

55 O método foi inspirado no trabalho realizado há mais de duas décadas pelo educador canadense Thomas Rudmik. Mais informações em: <http://www.fsnt.com.br/noticias/fabricante-de-maquinas-jacto-tem-escola-modelo-de-inovacao-em-sp/>

do desenvolvimento de cada estudante. A ferramenta facilitou a eliminação de provas e exames tradicionais, além de individualizar a carga horária por área para cada aluno, em função de seu perfil.

Segundo Tsen Kang, diretor de pesquisa de novos negócios do Grupo, o modelo tradicional de educação responde bem às empresas hierárquicas, organizadas sob a lógica de “comanda e controle”. Porém, essa abordagem não se aplica bem aos processos de inovação, que exigem criatividade, flexibilidade, proatividade, liderança das pessoas. Logo, para se tornar um grupo empresarial cada vez mais inovador e ágil, a Jacto percebeu que era preciso mudar na origem, ou seja, aprimorar a formação dos alunos que no futuro poderiam ser profissionais da empresa. Daí os investimentos na adoção do modelo de aprendizagem mais autônomo, baseado em projetos, que avaliam como exitoso para preparar os jovens para o ingresso no mercado de trabalho ou para continuar a formação no nível superior.

– *Colégio Visconde Porto Seguro*

Mantido por fundação de origem alemã, possui unidades no estado de São Paulo com pagamento de mensalidade pelos alunos. A adoção da formação mais alinhada ao movimento STEAM teve início com uma parceria com a “Casa do Pequeno Cientista”⁵⁶ na Alemanha, que permitiu o desenvolvimento de novas abordagens em sala de aula, da Pré-Escola ao Ensino Médio.

O projeto se baseia no ciclo de pesquisa científica, no qual a introdução dos conceitos é sempre posterior à experimentação, sendo construído a partir dos resultados obtidos pelos alunos com os experimentos. Essa metodologia também orienta o trabalho da “Escola da Comunidade Vila Andrade”, que atende de forma gratuita alunos de baixa renda da região, valendo-se da mesma infraestrutura física e quadro de professores. Na visão da escola, a chave de tudo está na formação dos professores, que passam por capacitação semestral⁵⁷. Por conta da *expertise* acumulada nas novas abordagens de ensino, o Porto Seguro tem ministrado cursos de capacitação docente em todo o país.

⁵⁶ Mais informações em: <https://www.haus-der-kleinen-forscher.de/>

⁵⁷ Entrevista com Carla Ahlemeyer Siqueira, coordenadora, em 05/08/2020.

STEAM NO ENSINO SUPERIOR

– *Universidade Federal do ABC (UFABC)*

A experiência do primeiro e mais antigo programa de Bacharelado Interdisciplinar (BI)⁵⁸ do Brasil serve como modelo de integração entre as disciplinas e de maior articulação entre educação e mercado de trabalho, com formação baseada em projetos, capaz de inspirar uma agenda em STEAM no nível Superior.

A UFABC, criada em 2005, alinha-se com a perspectiva de trilhas de formação (*career pathways*) de iniciativas internacionais em STEAM, além de oferecer a oportunidade de múltiplas trajetórias formativas. Os desafios enfrentados pela UFABC e outros projetos de BI, iniciados a partir de seu modelo, também trazem reflexões importantes ao debate proposto.

A Universidade baseia-se em regime de três ciclos formativos, sendo o primeiro deles o Bacharelado Interdisciplinar (BI), ao final do qual os estudantes recebem diploma de bacharel. A partir daí, abrem-se diversas trilhas possíveis:

- Entrada em cursos de Licenciatura, para se habilitar em áreas específicas;
- Formação profissional em áreas como as Engenharias e Enfermagem, entre outras. Nesse caso, o graduado da UFABC ingressa em outro curso de graduação mais específico como “segunda graduação”, ficando isento de novo vestibular e podendo validar os créditos equivalentes ao ciclo básico de formação do BI, possibilitando a conclusão da nova etapa em período entre dois e três anos, em média;
- Ingresso na pós-graduação por meio de seleções de Mestrado e Doutorado, em geral essenciais em carreiras mais acadêmicas ou de pesquisa.

A própria UFABC oferece cursos de graduação em algumas Engenharias, bem como um programa diversificado de pós-graduação, tanto em Humanidades quanto em Exatas.

José Fernandes Lima, físico e professor da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), integrante da comissão de implantação da UFABC, conta que a concepção da Universidade bebeu na fonte de documento da Academia Brasileira de Ciências (ABC), de 2004, no qual especialistas olharam para os desafios colocados para as universidades norte-americanas em razão dos avanços tecnológicos, novas profissões e crescente demanda por ensino superior.

⁵⁸ Entrevistas realizadas com Eduardo Magrone, Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), em 11/08/2020, José Fernandes Lima, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), em 13/08/2020, Ricardo Fasti, Fundação Getúlio Vargas de São Paulo (FGV-SP), em 13/08/2020, e Cassiano Zeferino de Carvalho Neto, Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), em 11/08/2020.

Como as mesmas questões também pressionavam o Ensino Superior brasileiro, a ABC aproveitou os subsídios da discussão nos Estados Unidos para fazer recomendações ao país. Grosso modo, defendia a estruturação de cursos com ciclos mais curtos, que oferecessem uma formação sólida e ampla para o desenvolvimento de competências mais gerais nos egressos.

Chamava a atenção ainda para a consolidação no nível internacional do chamado “Processo de Bolonha” preconizando ciclos formativos sucessivos após o final da Educação Básica, com três, dois e mais três anos de formação, como melhor cenário para as universidades. Nessa lógica, o Mestrado funcionaria, portanto, como a especialização profissional, após o ciclo de formação inicial, seguido de Doutorado.

Para viabilizar um modelo diferenciado, a UFABC aboliu os departamentos em sua estrutura, organizando-se a partir de centros, em três grandes áreas: Ciências Básicas e Engenharias, Ciências da Vida e Humanidades e Artes. O ingresso na instituição acontece exclusivamente pelo bacharelado interdisciplinar de cada grande área.

O fato de estar na região do ABC paulista, muito industrializada, também permitiu usar problemas enfrentados pelo setor produtivo local como fonte de projetos nos quais se baseia o aprendizado, desde o início do curso. Assim, a comunidade no entorno se aproximou da instituição, vendo um retorno imediato da presença da UFABC, dando origem a projetos múltiplos também na vertente de Pesquisa e Extensão⁵⁹.

O Brasil chegou a contar com mais de 30 bacharelados desse tipo (BI) após o marco da inauguração da UFABC. Eduardo Magrone, da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), especialista no assunto e participante de comissão do MEC que avaliou os BIs, em 2017, lamenta que a maior parte deles fracassou, sufocada pelo modelo de organização tradicional das universidades, cujos departamentos das escolas, em geral, mostram-se refratários à articulação entre as disciplinas.

Além da UFABC, existe outro projeto bem-sucedido de BI em curso no Instituto Federal da Bahia (IFBA). O fato de se tratar também de uma instituição nova, em fase de estruturação, ajudou a viabilizar o modelo. No IFBA, o BI está estruturado separado dos demais departamentos, num Campus específico, de onde atende demandas de todas as áreas do Instituto. A Universidade Federal de São Paulo (Unifesp) também possui programa de Bacharelado em Ciência e Tecnologia, no campus de São José dos Campos. O curso apresenta forte estímulo ao estudante para experimentação com projetos concretos ao longo de sua formação, com interdisciplinaridade e currículo flexível⁶⁰.

59 Mais informações em <https://www.ufabc.edu.br/>; Episódio 13 da série “Sementes da Educação – UFABC”. Disponível em: https://www.videocamp.com/pt/campaigns/quarentena-oz-sementes13/player?special_id=95753. Acesso em 02/09/2020.

60 Mais informações disponíveis em: <https://www.unifesp.br/campus/sjc/bct>

– *Novas DCNs para os Cursos de Engenharia no Brasil*

As novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) para o Curso de Graduação em Engenharia no Brasil, trazidas pela Resolução CNE/CES nº 02/2019, de 24 de abril de 2019, também se alinham à perspectiva STEAM. O novo marco regulatório, fruto de ampla discussão com participação ativa da MEI-CNI, encontra-se em processo de implantação nas Instituições de Ensino Superior e orienta os projetos pedagógicos e currículos a se organizarem por competências, no lugar de conteúdos. Além disso, traz a perspectiva de desenvolvimento de projetos interdisciplinares e voltados à resolução de problemas reais da sociedade, além da maior participação das empresas no processo formativo⁶¹. Trata-se de oportunidade importante para a disseminação da cultura STEAM também no nível superior.

4.2 NECESSIDADE DE CAPACITAÇÃO DO PROFESSOR

Especialistas em STEAM podem divergir com relação a conceitos e melhores abordagens, bem como em objetivos do movimento, mas todos são unânimes num ponto: o professor é a chave de qualquer mudança. Por isso, destaca-se a necessidade de conferir atenção especial à formação em STEAM para docentes, como fator estruturante de uma educação mais contextualizada e estimulante para os jovens.

Neste caso, o advento da BNCC, ao trazer exigências de ajuste nos cursos de Licenciatura, responsáveis pela formação em nível superior dos professores do Ensino Médio, é um ponto relevante. Ela vem se somar à Lei de Diretrizes e Bases (LDB), que exige formação em Licenciatura em área específica para poder lecionar nesse nível de ensino.

Essa demanda coloca para as Instituições de Ensino Superior o desafio de iniciar a revisão da estrutura curricular e dos projetos pedagógicos das Licenciaturas, no sentido de aumentar sua interdisciplinaridade, preparando os egressos para uma relação de construção do conhecimento mais horizontal entre professor e aluno, incluindo a experimentação como um dos pilares do ensino. Nesse aspecto, a Resolução CNE/CP número 2 de julho de 2015⁶², que estabeleceu novas diretrizes para a área, ainda pouco efetivada nas escolas, poderia servir de ponto de partida e suporte a esse processo.

61 Foi elaborado um documento de apoio à implantação das novas diretrizes, disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2020/6/documento-de-apoio-implantacao-das-dcns-do-curso-de-graduacao-em-engenharia/>

62 Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=136731-rcp002-15-1&category_slug=dezembro-2019-pdf&Itemid=30192

A pesquisa “Cartografia da Inovação nas Licenciaturas”, coordenada pela pesquisadora Bernadete Gatti, do Instituto de Estudos Avançados (IEA) da USP, visa contribuir com esse debate ao identificar instituições com cursos mais atualizados e diferenciados de licenciatura⁶³. Os resultados parciais apontam para maior presença de experiências inovadoras em instituições mais jovens, com professores recém-contratados e projetos em estruturação de 2012 em diante, como é o caso de alguns Institutos Federais. O desafio é fazer com que as boas práticas ganhem escala⁶⁴.

Enquanto persistirem as carências na formação dos professores, o trabalho contínuo de capacitação ao longo de toda carreira segue sendo crítico. Por esse motivo, são destacadas a seguir duas experiências consolidadas e disseminadas de capacitação docente, em escolas públicas, que têm contribuído para suprir em parte a necessidade de formação dos docentes na ativa.

Associação Educando Brasil

A organização atua há 10 anos no país apoiada por um fundo internacional de financiamento (WorldFund), presente também no México e em outros países da América Latina, que promove a educação STEAM na rede pública de ensino.⁶⁵

O programa visa preparar as escolas do ensino regular e técnico para que ofereçam atividades STEAM integradas ao currículo escolar. A porta de entrada da Educando no sistema costuma ser as Secretarias Estaduais de Educação, em que se inicia o planejamento conjunto das atividades, adaptadas ao currículo local. O trabalho pode ser financiado pelo próprio fundo mantenedor da organização ou por um parceiro local da iniciativa.

O programa compreende 180 horas de formação para diretores e professores de Biologia, Química, Física e Matemática, de todas as séries escolares, que trabalham em grupos interdisciplinares, a partir de conteúdo atualizado e de fácil aplicação. Em média, são formados de sete a oito grupos de docentes por estado. O ciclo típico do trabalho é de dois anos, segundo Marcos Paim, diretor de STEM da Educando⁶⁶.

63 O mapeamento torna possível o debate mais preciso em torno do assunto. O trabalho começou nas Instituições Federais de Ensino Superior (IFES) e nos Institutos Federais (IFs) pelo fato de concentrarem 90% da oferta de Licenciaturas e espera estar concluído em 2021. A USP mantém um fórum de Licenciaturas no qual vem tratando o assunto. A Universidade Federal Fluminense (UFF) e a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) também têm se debruçado sobre o tema.

64 Existem diretrizes do Conselho Nacional de Educação (CNE), de 2015, exigindo que as Licenciaturas tenham identidade própria, e não sejam meros apêndices do Bacharelado desta ou daquela área, contudo, Bernadete Gatti vê pouca evolução desde então. Entrevista realizada em 07/08/2020.

65 Uma observação interessante do projeto, colhida a partir de conversas com os professores, está no maior engajamento de alunos por vezes apáticos ou mesmo “rebeldes” em atividades escolares, a partir de uma abordagem STEAM. A partir de entrevista com Kelly Maurice, coordenadora da Educando no Brasil, em 31/07/2020.

66 Entrevista realizada em 31/07/2020.

Todos os participantes são integrados numa Comunidade de Aprendizagem Virtual (CAV), com grande volume de material disponível e a possibilidade de troca e colaboração com os demais professores participantes e egressos da formação. A essência do trabalho é a problematização como base do método científico de investigação. Ou seja, buscam inverter o fluxo de aprendizagem, partindo do prático para chegar ao abstrato, no caminho inverso ao do ensino tradicional. Outra preocupação é com a sustentabilidade do trabalho, o que leva ao uso de materiais simples e disponíveis, além de softwares gratuitos.

Desde 2009, o programa atendeu 768 escolas em 17 estados. Mais de 6.500 professores foram treinados, com potencial de beneficiarem 574 mil estudantes. Além disso, as avaliações apontam que 84% das escolas participantes mostraram um crescimento de 20% no rendimento dos alunos em matemática e 74% registram aumento na motivação dos professores para a implementação de atividades “mão na massa”⁶⁷.

67 Mais informações sobre o projeto em: <https://educando.org/>



5 UMA JANELA DE OPORTUNIDADE PARA EXPANSÃO DA EDUCAÇÃO STEAM NO PAÍS

As seções anteriores serviram para compor o panorama internacional e nacional do STEAM. Esta dedica-se à análise da oportunidade ímpar representada pela efetivação da “Base Nacional Curricular Comum” (BNCC) e da “Reforma do Ensino Médio” de dar escala e promover qualidade na educação a partir da adoção do STEAM no desenho dos novos itinerários formativos.

Os dois marcos regulatórios geram necessidade de reorganização da estrutura de oferta e dos currículos, em especial nas escolas públicas estaduais, responsáveis por 85% da matrícula nesse nível de ensino⁶⁸. A seguir, são explicados, em linhas gerais, os dois marcos citados e como se articulam com a proposição da agenda de ação STEAM, resumida nas conclusões e recomendações finais.

5.1 BNCC E REFORMA DO ENSINO MÉDIO

Tratam-se de iniciativas distintas, mas articuladas para mudar o Ensino Médio numa mesma direção de integração entre a escola e o mercado de trabalho. A BNCC define direitos de aprendizagem dos alunos, trazendo um referencial nacional obrigatório para as escolas, estruturado em competências e habilidades. Existe uma Base para o Ensino Fundamental e outra, publicada em dezembro de 2018, para o Ensino Médio.

68 BARROS, Daniel. Educação não é um fim em si mesma e deve se aproximar do mercado de trabalho. **Folha de São Paulo**. 29 ago. 2020. Disponível em: https://www1.folha.uol.com.br/ilustrissima/2020/08/educacao-nao-e-um-fim-em-si-mesma-e-deve-se-aproximar-do-mercado-de-trabalho.shtml?utm_source=whatsapp&utm_medium=social&utm_campaign=compwa. Acesso em: 09 set. 2020.

A BNCC é a grande referência para a construção dos currículos, estabelecendo dez competências gerais obrigatórias. A partir dela, abrem-se três frentes de ação nos estados para efetivação da Base: (re)elaboração dos currículos e projetos pedagógicos, formação continuada dos professores alinhada aos direitos de aprendizagem e revisão dos materiais didáticos e dos indicadores externos de avaliação do sistema e dos alunos (inclusive do Exame Nacional do Ensino Médio – Enem). Portanto, a Base tem potencial para estruturar e consolidar uma série de outras políticas públicas de promoção tanto da qualidade quanto da equidade na educação.

A chamada “Reforma do Ensino Médio” foi instituída primeiro por Medida Provisória em 2016. Tendo passado, posteriormente, por ampla discussão, chegando à sua versão final, aprovada na forma da lei 13.415/2017. Veio alterar a LDB, estabelecendo duas partes distintas para o currículo: uma comum e obrigatória, orientada pelas competências da BNCC, e outra eletiva, formada pelos chamados itinerários formativos, em que os alunos deverão escolher o que estudar para completar a carga horária total, de acordo com as grandes áreas do conhecimento definidas pela BNCC. Houve ainda ampliação da carga horária obrigatória do Ensino Médio de 2.400 horas para 3.000, sendo 1.800 destinadas à parte comum e 1.200 aos itinerários formativos.

– Contribuições STEAM para a BNCC e o Novo Ensino Médio

A BNCC orienta os sistemas à promoção da interdisciplinaridade, o que significa que o conhecimento compartimentado em disciplinas isoladas deve ser substituído por uma abordagem em áreas do conhecimento com impacto nos currículos e projetos pedagógicos. Ao trabalhar com o conceito de competências e direitos de aprendizagem, incentiva o uso de metodologias ativas que coloquem o aluno como protagonista do processo educacional. Os itinerários formativos, propostos pela Reforma, por outro lado, conferem aos alunos autonomia para preencher as 1.200 horas de carga horária eletiva do currículo. Neste caso, as escolas devem oferecer disciplinas organizadas nas cinco grandes áreas previstas na BNCC: Linguagens, Matemática, Ciências Humanas, Ciências da Natureza e Profissional e Tecnológico.

Assim, enquanto a BNCC traz a possibilidade de inserção do STEAM na parte comum do currículo, o novo Ensino Médio permite sua entrada por meio da definição dos novos itinerários formativos, permitindo parcerias na oferta entre redes públicas e privadas de educação, setor produtivo, universidades e outros atores habilitados a ofertarem cursos que podem ser incluídos na carga horária do Ensino Médio como parte dos itinerários formativos.

É importante lembrar que a Educação no Brasil sempre foi muito regulada, e a flexibilidade trazida pela LDB, de 1996, na esteira da Constituição de 1988, foi sendo incorporada ao sistema aos poucos, a partir de orientações e regulamentos específicos, construídos

em amplo debate, nas últimas décadas. O início desse processo foram os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para os diferentes níveis de ensino, trabalhados ao longo dos anos 90 e início de 2000.

Todo esse esforço veio culminar na edição da BNCC, que traz as bases legais necessárias para a efetivação da liberdade preconizada pela LDB nas salas de aula da Educação Básica, sendo a etapa do Ensino Médio a última a concluir seu marco regulatório, justamente por encerrar a formação básica.

Os estados têm até 2021 para se adaptarem ao novo regulamento. Portanto estão trabalhando na reformulação de currículos para submeterem aos Conselhos Estaduais de Educação (CEE), que têm a palavra final na validação das mudanças, verificando sua consonância com as diretrizes da BNCC e da Reforma do Ensino Médio, antes que comecem a valer em sala de aula. O próximo passo será a revisão dos projetos pedagógicos das escolas.

Pela dimensão e extensão das mudanças em jogo, o Conselho Estadual dos Secretários de Educação (Consed) organizou e lidera a “Frente de Currículo e Novo Ensino Médio” integrada à “Agenda de Aprendizagem” prioritária de estados e municípios. A ideia é promover uma grande articulação com o maior número possível de atores, com configurações distintas por estado, para tornar efetiva a mudança prevista na nova regulação, entre elas o desenho dos novos itinerários formativos até o final de 2021.

Existe um enorme potencial para melhor preparar o aluno que sai do Ensino Médio para sua entrada no Ensino Superior, bem como no pós-secundário subsequente. Para isso é preciso diálogo intenso entre os atores tanto no desenho da arquitetura da oferta de cursos, quanto do currículo. Na visão de Carlos Lordelo, coordenador do “Movimento pela Base”⁶⁹, assim como de José Ricardo Santana, professor da Universidade Federal de Sergipe e diretor presidente da Fundação de Apoio à Pesquisa e à inovação Tecnológica do estado de Sergipe⁷⁰, em um primeiro momento, as abordagens de STEAM podem ser integradas aos itinerários formativos, especialmente à grande área de Ensino Técnico e Profissional, no qual existe uma boa rede de infraestrutura instalada no país. Nesse caso, a articulação com o sistema privado mantido pelo Sistema Indústria (Escolas do Senai e Sesi, em especial) seria bem-vinda, havendo condições orçamentárias e operacionais.

O fato de os itinerários formativos integrarem a parte eletiva do currículo, escolhida pelos alunos de forma individualizada a partir das trilhas disponíveis, exige menos mudanças estruturais para sua incorporação. Podem entrar em vigor imediatamente e em larga escala, a partir de processos locais de pactuação e organização do sistema de oferta, atendendo

69 Grupo que reúne representantes do setor privado e da sociedade civil dedicados à construção e implementação da BNCC e do Novo Ensino Médio. Atua junto à “Frente de Currículo e Novo Ensino Médio” do Consed. Entrevista realizada em 20/08/2020.

70 Entrevista realizada em 13/10/2020.

às demandas do entorno da escola, incorporando diferentes capacidades num sistema integrado e moldado às características de cada região.

Trata-se de uma agenda que exige, no entanto, rapidez para sua efetivação sob pena de perdermos a janela de oportunidade única representada pelos novos itinerários formativos, a Reforma do Ensino Médio e a BNCC. Embora exista uma variedade de atores e instituições necessárias nesse processo que pode variar de acordo com a realidade regional, destacam-se aqueles considerados essenciais para dar início à agenda proposta:

- **Governo:** é um importante articulador e apoiador da implantação da BNCC e da reforma do Ensino Médio nos estados, interferindo diretamente por meio dos investimentos em capacitação docente, infraestrutura, promoção de iniciativas de estímulo à alfabetização e divulgação científica e tecnológica, além de poder para mobilizar os demais atores do sistema educacional para a importância da promoção de STEAM nas escolas. Quanto maior clareza houver por parte das instâncias públicas acerca da relevância do debate sobre STEAM, maiores as chances de o país construir uma agenda mais abrangente e efetiva em torno do tema;
- **Instituições de Ensino Superior (IES):** especialmente aquelas que oferecem formação em Licenciatura no Brasil, têm capacidade, por meio de suas pró-reitorias de graduação, de mudarem a perspectiva da formação docente em nível superior, em direção a cursos mais integrados e alinhados às abordagens em formação STEAM, de modo a melhor preparar os profissionais para a nova realidade educacional, tanto por meio dos cursos de graduação quanto nos cursos de extensão;
- **Escolas de Educação Básica:** locus por excelência da formação STEAM. Os profissionais da educação, especialmente docentes, precisam urgentemente ser sensibilizados e capacitados para atuar segundo os princípios da formação STEAM. Daí a necessidade de políticas e programas em larga escala para apoiar as mudanças na cultura pedagógica nas escolas;
- **Setor empresarial:** tem um papel importante a desempenhar, tanto como interlocutor para a definição dos itinerários formativos, quanto como parceiro ativo de iniciativas visando à maior aproximação entre o mundo da escola e do trabalho, como se vê em experiências no Brasil e no exterior. Adicionalmente, pelo fato de possuir ampla rede de escolas de nível médio regulares e técnicas, pode aportar qualidade e uma perspectiva STEAM à educação, servindo de inspiração e apoio para a rede de escolas públicas.

5.2 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

O estudo mostrou a existência de nuances na abrangência e nos objetivos das políticas e iniciativas de STEAM no mundo. A partir do exposto, são destacados a seguir alguns pontos de atenção para a definição de estratégias de amplo alcance no país:

- Modelos de políticas “de cima para baixo” (estilo *top-down*) descritos neste estudo, com forte protagonismo governamental, normalmente contam com elevado investimento de recursos financeiros e estruturas de incentivos em nível nacional. São muito utilizados em países avançados como meio de induzir mudanças abrangentes nos sistemas educacionais;
- Modelos “de baixo para cima” (estilo *bottom-up*), ao contrário, nascem a partir de processos de articulação local em torno de um modelo de desenvolvimento específico. Ao longo do tempo, e a partir dos resultados alcançados pela experiência, podem provocar a mobilização de instâncias mais abrangentes de governo, inclusive no nível nacional. Apresentam a vantagem de salvaguardar o modelo educacional de eventuais instabilidades ou mudanças políticas, além de representarem uma alternativa de ação comunitária com retornos diretos para todos os envolvidos;
- Os dois modelos podem conviver e se retroalimentar. Além disso, ambos pressupõem atuação empresarial forte e articulada para pressionar e mobilizar pela adoção de ações seja no nível nacional, como parte de agenda ampla de competitividade e inovação, ou no nível local, movendo diferentes atores a construir soluções e desenvolvimento para a comunidade;
- As empresas têm ainda papel fundamental na mudança da cultura pedagógica porque possuem a capacidade de tornar a educação mais contextualizada e alinhada às demandas sociais e de mercado, a partir do seu engajamento direto nos sistemas educacionais;
- As universidades possuem capacidade única em termos de infraestrutura, formação profissional, pesquisa em Educação e capacidade de articulação externa, sobretudo em regiões onde existem níveis muito diferentes de densidade industrial, nas quais se colocam como ainda mais relevantes para a mudança da realidade econômica. Isso torna o seu engajamento ativo no movimento STEAM chave para produzir as mudanças de qualidade pretendidas, que se iniciam na Educação Básica;

- O professor é um ator central da agenda educacional. Consequentemente, questões como formação e capacitação, estrutura de incentivos e valorização oferecidos, seja na forma de valorização da carreira do magistério, seja na exposição social positiva dos frutos de seu trabalho, devem ser tratados como prioritários. Os docentes precisam fundamentalmente de apoio para participarem e liderarem o processo de mudanças proposto pelo STEAM. Sem isso, investimentos em infraestrutura (laboratórios, computadores e outros insumos, como bom acesso à internet banda larga e computadores) apresentam baixo retorno e falham na transformação da realidade dentro e fora da sala de aula, pela falta de um trabalho pedagógico consistente dos quais precisam se fazer acompanhar;
- Feiras e outras atividades de divulgação científica tanto no nível internacional, nacional, quanto local são essenciais para a disseminação e manutenção dos processos inovadores na educação, em especial nas áreas de Matemática e Ciências. Apoiar e estruturar uma rede de iniciativas capaz de dar visibilidade ao conjunto da sociedade sobre a excelência do trabalho de professores e alunos faz parte do núcleo de uma agenda em STEAM;
- O esforço de articulação entre escola, mercado de trabalho e modelo de desenvolvimento precisa ser permanente, abrangendo todo o ciclo de formação, desde os primeiros anos de estudo, como parte integrante da dinâmica econômica e das trajetórias profissionais atuais e futuras. Isso torna necessária a estruturação de fóruns e outras instâncias para o diálogo permanente entre as esferas pública e privada em torno desses temas.

Diante dos pontos acima, a primeira recomendação do relatório é a incorporação à agenda pública de educação da formação STEAM, como parte da estratégia de desenvolvimento econômico e social do Brasil. O país tem diante de si uma oportunidade ímpar de iniciar uma agenda STEAM abrangente e com alto impacto no Ensino Médio, em função da efetivação da BNCC e da Reforma do Ensino Médio, mas particularmente por meio dos novos itinerários formativos, cujo prazo de conclusão, até o presente momento, é o final de 2021.

Esse movimento nacional, que requer uma maior aproximação entre o mundo da escola e do trabalho, pode ter lastro na articulação entre o setor empresarial e as Secretarias Estaduais de Educação. Nesse sentido, a “Frente de Currículo e Novo Ensino Médio”, liderada pelo Consed, pode ser uma porta de entrada, posto que se constitui em relevante, senão o principal, fórum de discussão e articulação tanto da efetivação dos itinerários formativos quanto das demais inovações trazidas pela BNCC e a Reforma, no nível do Ensino Médio.

Para repensar e reorganizar as redes de ensino Médio e Técnico com o apoio efetivo do setor empresarial, é importante que as Secretarias de Educação busquem definir com clareza as demandas existentes, possibilidades de parceria, problemas e prioridades de sua área de atuação, dando início à agenda STEAM em seus respectivos estados.

O governo federal pode induzir e acelerar qualquer processo educacional, a partir da definição de diretrizes, investimentos de recursos e de suas políticas de avaliação e de indicadores diversos de qualidade das instituições. Sob esse aspecto, políticas educacionais mais amplas, como sistemas de avaliação da qualidade da Educação Básica e Superior, bem como de exames nacionais, a exemplo do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), precisam também ser objeto de atenção, sob pena de criarem barreiras ao processo de reforma proposto. Daí a importância de atores como os Conselhos Nacional e Estaduais de Educação nessa mediação, bem como de fóruns de Secretários Estaduais e Municipais de Educação, a exemplo do Consed.

Finalmente, vale registrar que a aprovação recente do Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais de Educação (Fundeb) como mecanismo permanente, com aumento da participação da União em seus recursos, representa fonte importante de recursos para viabilizar essa agenda, podendo contribuir substancialmente no financiamento da infraestrutura necessária à Educação STEAM, sobretudo no nível Médio. Aqui, destaca-se o papel do Congresso Nacional, e em especial da Comissão Mista de Educação do Congresso Nacional, com relação à promoção de um debate para definição do destino e prioridade dos recursos adicionais do Fundeb, considerando a introdução do STEAM em seu bojo.

A segunda recomendação é dirigida às universidades, especialmente as públicas, responsáveis pela quase totalidade da formação de docentes em nível superior. É importante incentivar a mudança do perfil dos cursos de Licenciatura, em linha com a Resolução CNE/CP número 2 de julho de 2015⁷¹, que estabeleceu novas diretrizes para os cursos de Licenciatura, ainda carente de efetivação. A mudança no perfil dos egressos desses cursos é parte importante do processo de modernização da cultura pedagógica na Educação Básica. A autonomia universitária, bem como sua diversidade e inserção destacada em suas respectivas regiões, torna as universidades um ator político essencial à transformação educacional.

71 MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Resolução nº 2, de 1º de julho de 2015.** Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=136731-rcp002-15-1&category_slug=dezembro-2019-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 28 ago. 2020.

A participação direta das universidades no desenho dos currículos e na reorganização da oferta no nível Médio e Técnico, inclusive no que diz respeito aos itinerários formativos, é essencial também ao sucesso das inovações pela BNCC e pela Reforma. Sendo ainda tema de interesse direto das IES, na medida em que todos os egressos da Educação Básica são potenciais ingressantes do sistema universitário. Por isso, é importante ver a formação de recursos humanos como um processo, em que cada etapa se beneficia da melhoria das fases precedentes de formação. Logo, o fortalecimento da educação STEAM no Ensino Médio produzirá impactos positivos também nos resultados educacionais no nível superior.

Para além disso, a estrutura de Pesquisa e Extensão das IES pode aportar muito conhecimento, formação e inovação na cultura pedagógica das redes da Educação Básica, em geral, tornando o processo sustentável, sistêmico e cada vez mais qualificado no tempo.

A terceira recomendação propõe que empresas participem ativamente do debate educacional, como parte de um projeto de desenvolvimento, tanto no nível local quanto no nacional. Além das sugestões feitas na primeira recomendação, outras possibilidades de contribuição do setor empresarial são:

- Participação em conselhos de escolas ou em projetos de mentoria. Os mentores atuam em conjunto com os docentes para apoiar e informar o planejamento tanto dos itinerários formativos escolhidos pelos alunos, quanto de suas escolhas profissionais após o Ensino Médio. O exemplo australiano mostra que uma das contribuições mais relevantes do setor produtivo em STEAM é disseminar conhecimentos entre os alunos sobre as reais possibilidades de carreira e ganhos futuros, contribuindo para escolhas mais conscientes e fundamentadas. Ações nessa linha podem contribuir para reduzir a evasão e aumentar a aderência entre o perfil dos ingressantes e as trilhas profissionais escolhidas;
- Parcerias com escolas para participar de palestras, receber visitas técnicas e oferecer desafios de ensino e pesquisa também aproximam a escola de problemas concretos da comunidade e da sociedade, provocando um repensar da cultura pedagógica e da sua organização. A participação em atividades de capacitação de professores é outra ação possível;
- Apoio à produção de material didático, como kits para experimentação. Muitas escolas enfrentam dificuldade de manter o fornecimento de materiais necessários à investigação e ensaios. Por isso, o apoio com insumos e fabricação de kits seria uma alternativa de engajamento do setor empresarial com a agenda, sobretudo no nível local.

Em síntese, experiências internacionais de promoção da agenda STEAM mostram que os avanços dependem do reconhecimento e priorização da educação como vetor de desenvolvimento e competitividade econômica. O respaldo do governo é elemento crítico para impulsionar iniciativas de mais longo prazo e abrangentes. Mas além do poder público, essa agenda deve mobilizar instituições de ensino, empresas e atores da sociedade civil, pois as conquistas decorrem do compromisso e engajamento de todos. O Brasil tem plenas condições de construir iniciativas com esse enfoque e espera-se que esse estudo contribua nessa direção.

DIRETORIA DE EDUCAÇÃO E TECNOLOGIA – DIRET

Rafael Esmeraldo Lucchesi Ramacciotti

Diretor de Educação e Tecnologia

DIRETORIA DE INOVAÇÃO – DI

Gianna Cardoso Sagazio

Diretora de Inovação

Gerência Executiva de Inovação

Cândida Beatriz de Paula Oliveira

Gerente-Executiva de Inovação

Coordenação Geral

Zil Miranda

Coordenação Técnica

DIRETORIA DE COMUNICAÇÃO – DIRCOM

Ana Maria Curado Matta

Diretora de Comunicação

Gerência de Publicidade e Propaganda

Armando Uema

Gerente de Publicidade e Propaganda

Katia Rocha

Coordenadora de Gestão Editorial

Walner de Oliveira

Produção Editorial

DIRETORIA DE SERVIÇOS CORPORATIVOS – DSC

Fernando Augusto Trivellato

Diretor de Serviços Corporativos

Superintendência de Administração – SUPAD

Maurício Vasconcelos de Carvalho

Superintendente Administrativo

Alberto Nemoto Yamaguti

Normalização

Marina Oliveira

Consultora

Liliane Alves

Revisão Gramatical

Editorar Multimídia

Projeto Gráfico e Diagramação

 .cni.com.br

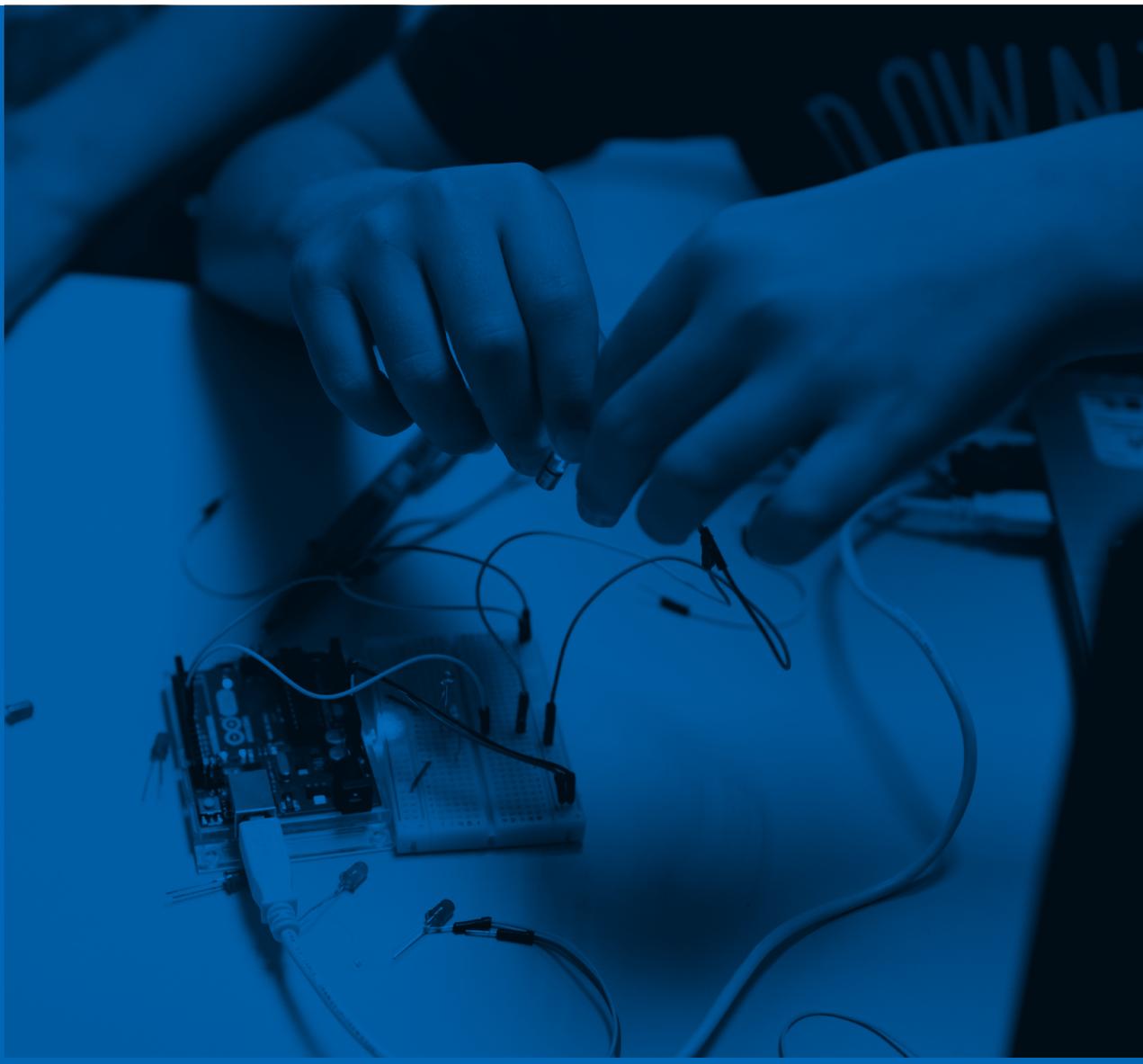
 /cniBrasil

 @CNI_br

 @cnibr

 /cniweb

 /company/cni-brasil



Confederação Nacional da Indústria
PELO FUTURO DA INDÚSTRIA