

POTENCIAIS PEDAGÓGICOS DA RELAÇÃO ENTRE A CULTURA MAKER E A EDUCAÇÃO STEM NO ENSINO DE BIOLOGIA

Data de submissão: 27/10/2023

Data de aceite: 01/12/2023

Bruno Remanowski Vieira

Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Especialização em Ciências da Natureza e suas Tecnologias
Rio de Janeiro - RJ
<https://l1nq.com/d7YSt>

Waldiney Mello

Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira, Departamento de Ciências da Natureza
Rio de Janeiro - RJ
<https://bityli.cc/bqt>

RESUMO: Surgido nos Estados Unidos nos anos 2000, o movimento *maker* está associado ao crescente interesse das pessoas pelo conceito do “faça você mesmo”. Porém, aproveitando as tecnologias digitais de comunicação desenvolvidas em espaços físicos e virtuais, a cultura *maker* vai além do Do it Yourself (DIY), potencializando a capacidade de aprendizado, colaboração e inspiração do público *maker*. Em paralelo, popularizando desde 2005 a partir de investimentos dispensados pelos Estados Unidos, o ensino STEM visa integrar o ensino de disciplinas como ciências,

tecnologia, engenharia e matemática, a fim de desenvolver no aluno, entre outras potencialidades, a capacidade de correlacionar o conteúdo aprendido com as situações do mundo real. Numa abordagem multidisciplinar e integrada, a relação entre a cultura *maker* e a educação STEM encoraja os alunos a fazerem conexões entre diferentes áreas do conhecimento. Neste contexto, o presente estudo discute potenciais para o uso da cultura *maker* no ensino STEM e quais contribuições esta associação pode prover ao ensino de Biologia, considerando as particularidades da rede pública de ensino. Resultados obtidos a partir de uma pesquisa qualitativa e interpretativa sobre estudos de caso apontam que, apesar da questão do tempo e do modelo expositivo arraigado, as práticas pedagógicas pautadas na educação STEM em associação com a cultura *maker* estimulam o prazer pela ciência e tecnologia. O trabalho indica, ainda, a necessidade de formações continuadas de professores e o aumento de pesquisas sobre educação STEM e ensino de ciências no Brasil.

PALAVRAS-CHAVE: tecnologias; Educação Básica; BNCC; educação.

ABSTRACT: Emerging in the United States

in the 2000s, the maker movement is associated with the growing interest of people in the “do it yourself” concept. However, leveraging digital communication technologies developed in physical and virtual spaces, the maker culture goes beyond Do it Yourself (DIY), enhancing the capacity for learning, collaboration, and inspiration among the maker community. In parallel, popularized since 2005 through investments made by the United States, STEM education aims to integrate the teaching of disciplines such as science, technology, engineering, and mathematics to develop in students, among other potentials, the ability to correlate the learned content with real-world situations. In a multidisciplinary and integrated approach, the relationship between the maker culture and STEM education encourages students to make connections across different areas of knowledge. In this context, the present study discusses the potential for using maker culture in STEM education and the contributions this association can provide to the teaching of biology, considering the specifics of the public education system. Results obtained from qualitative and interpretative research on case studies indicate that, despite the issues of time and entrenched expository models, pedagogical practices based on STEM education in conjunction with maker culture stimulate the enjoyment of science and technology. The work also highlights the need for ongoing teacher training and an increase in research on STEM education and science teaching in Brazil.

KEYWORDS: technologies; Basic Education; BNCC; education.

1 | INTRODUÇÃO

O método tradicional de ensino tem como figura central o professor detentor de todo conhecimento a ser transmitido ao aluno ouvinte receptor, que deverá absorver os conceitos e memorizá-los. Trata-se de uma metodologia conteudista, baseada em provas e testes como meios avaliativos, desconsiderando a individualidade e diferença entre os indivíduos. Esse tradicionalismo, que está associado a uma concepção descontextualizada de ensino, é denominado por Freire (2019) como educação bancária e pode ser apontado como um fator que desmotiva o aluno em seu processo de construção do conhecimento.

Freire (2019) afirma que o estudante precisa ser ensinado a pensar corretamente, a fim de que possa apropriar-se de uma postura crítica, refletindo sobre a aplicabilidade dos conhecimentos adquiridos à realidade em que vive.

A fim de transformar a realidade da sala de aula em um ambiente mais animador e interessante para o estudante, tal como as ideias de Freire, a BNCC propõe a prática de um modelo de ensino que promova a participação mais autônoma dos alunos. As metodologias ativas são estratégias de ensino alinhadas a esse modelo e buscam dar protagonismo ao estudante na construção do seu conhecimento, ao passo que não retiram a soberania do professor na condução do processo de ensino e aprendizagem (MORAN, 2018).

Dentre as diversas contribuições que as metodologias ativas podem proporcionar, destaca-se o mecanismo pelo qual o aluno estabelece seu conhecimento, correlacionando conceitos variados e diversificados para resoluções de problemáticas da vida real. Além de promover o engajamento dos estudantes, as metodologias ativas auxiliam a dinâmica

das aulas, estimulam a participação crítica do aluno, estreitam a relação com o professor, aprimoram o senso de colaboração e responsabilidade social.

No portfólio das principais metodologias ativas estão a aprendizagem baseada em problemas, aprendizagem baseada em projetos, sala de aula invertida, design thinking, gamificação, cultura *maker*, entre outras. O presente trabalho dará enfoque à cultura *maker* aliada a outras estratégias no ensino de Biologia para discutir suas potencialidades.

Cultura *maker*

É comum crianças gostarem de realizar atividades manuais como pintura, corte e colagem, ou ainda montar blocos tipo *Lego*. Adultos, no seu dia a dia, precisam cozinhar, cuidar do jardim, costurar, etc. Anderson (2012) utiliza esses exemplos para afirmar que todos nós somos *makers*, pelo menos em algum momento de nossas vidas.

Atualmente, estamos presenciando uma quarta Revolução Industrial, em que ocorre a combinação das máquinas e dos computadores operados não só pelas empresas, mas também por pessoas comuns, sendo o movimento *maker* parte importante disso. O Movimento *maker* é versátil, pois através dele podem ser desenvolvidos projetos individual ou coletivamente, com alta tecnologia ou de baixo custo (Anderson, 2012).

O movimento *maker* surgiu nos Estados Unidos a partir dos anos 2000 através de mobilizações e eventos que deram amplitude mundial para a cultura *maker*. Ele está associado ao interesse crescente das pessoas pela fabricação, impulsionado por tecnologias avançadas associadas às tecnologias digitais de comunicação. Logo, o que diferencia o movimento *maker* do DIY é justamente o aproveitamento das tecnologias digitais modernas em espaços físicos e virtuais, o que potencializa a capacidade de aprendizado, colaboração e inspiração do público *maker* (COHEN et al, 2015).

A expansão do movimento *maker* mundo afora foi possibilitada, entre outros fatores, principalmente pela propagação de espaços coletivos tais como os FabLabs, a criação de mídias como a revista *Make* e de eventos *makers* como a *Maker Faire* e *Hackatons*, este último de ocorrência inclusive no Brasil (BURTET & KLEIN, 2013).

Os laboratórios de fabricação, popularmente conhecidos como FabLabs, são locais de encontro e interação onde se desenvolvem a colaboração e a troca de ideias, por exemplo (BÜCHING, 2013). Dessa forma, dependendo das condições de sua estrutura física e tecnológica, a escola tem potencial para se tornar um espaço *maker*, pois esta deve ser um local para experimentar e praticar, bem como estimular e promover o engajamento do estudante.

A cultura *maker* é inserida na educação a fim de subsidiar uma abordagem de aprendizagem por resolução de desafios contextualizados e estimular a construção de conhecimento com protagonismo do aluno. Assim, este é levado a investigar o problema para buscar possíveis soluções através da criação de hipóteses e formulação de experimentos

para testá-las. Em síntese, o modelo convencional de aprendizagem reforça a passividade do aluno, enquanto a educação vinculada ao movimento *maker* desenvolve sua autonomia (Brockveld, 2017).

Direcionado a estimular a autonomia dos alunos e seu envolvimento no campo das ciências da natureza e suas tecnologias, sítio da Biologia, surge a educação STEM (Science, Technology, Engineering Arts and Mathematics) (KNEEL, 2013). A educação STEM propõe uma abordagem investigativa nesta área do conhecimento através do desenvolvimento de atividades variadas (BREINER, 2012), nas quais a cultura *maker* pode estar associada, promovendo uma aprendizagem colaborativa a partir do viés tecnológico (COHEN et al, 2015).

O termo foi STEM foi criado originalmente como SMET (*Science, Mathematics, Engineering, Technology*) sendo modificado para STEM na década de 1990 nos Estados Unidos pela Natural Science Fundation (NSF) devido a uma questão estética do vocábulo, já que a primeira denominação se assemelha a outra palavra inglesa de significado um tanto vulgar. Entretanto, as artes foram adicionadas à sigla para incluir a área das ciências humanas, criando o termo STEAM (PERIGNAT & KATZ-BUONINCONTRO, 2019).

Entre as concepções sobre educação STEM destacam-se aquelas que afirmam que este movimento é a criação de um currículo que integra ciência, tecnologia, engenharia e matemática voltado para a formação de cientistas reais ou, ainda, que se trata da inserção de tecnologia e engenharia no ensino de ciências e matemática para manter a concorrência e disputa dos Estados Unidos frente aos países em desenvolvimento. Como movimento voltado à educação, STEM refere-se à diversidade de atividades que podem ser desenvolvidas no ensino, porém, em síntese, está voltada para a adequação do ensino com base em uma estratégia mais investigativa e baseada em projetos (BREINER, 2012).

Pugliese (2020) sinaliza que a tímida presença do movimento STEM no Brasil pode ser detectada pela escassez de trabalhos publicados nos principais bancos de teses nacionais e pela baixa produção por parte da mídia de reportagens que abordam o tema. Mesmo assim, segundo o autor, é possível detectar a presença direta e ainda acanhada do movimento STEM no Brasil, através de programas educacionais desenvolvidos por ONGs (organizações não governamentais) em escolas das redes públicas de ensino, ou através das empresas do ramo educacional que o oferecem como produto e, ainda, através de atividades STEM em escolas privadas.

Nesse contexto, o presente trabalho objetiva discutir as potencialidades da integração entre cultura *maker* e educação STEM no âmbito da prática docente, considerando as particularidades da rede pública de ensino.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo discute potenciais para o uso da cultura *maker* no ensino STEM

encontrados na literatura acadêmica, através de uma pesquisa qualitativa e interpretativa sobre estudos de caso presentes em artigos científicos de periódicos indexados. Foi utilizado o Google Acadêmico para realizar a pesquisa por casos em que elementos da cultura *maker* foram utilizados na educação STEM, onde eram evidenciadas práticas pedagógicas no ensino de biologia. Foram utilizados artigos científicos entre 2018 e 2023.

3 | RESULTADOS

Maia *et al* (2023) realizaram um levantamento de trabalhos acadêmicos acerca de práticas de aprendizagem STEM e conclui que, no Brasil, os poucos trabalhos que apresentam esta abordagem de ensino estão alinhados à cultura *maker*. Os resultados obtidos no referido trabalho, indicam uma associação simbiótica entre cultura *maker* e ensino STEM no ensino das ciências da natureza, sobretudo no ensino médio. A pesquisa ainda indica que práticas pedagógicas nesta modelagem são restritas às regiões sudeste e sul do país.

Ledo e Silva (2021) desenvolveram um estudo de caso de cultura *maker* associada à abordagem STEM, em que utilizaram a impressão em 3d para facilitar a compreensão de tema abstrato em Biologia associado a noções de cálculos matemáticos e de engenharia para a construção de um modelo didático. Em uma escola da Rede Pública do Distrito Federal, eles utilizaram a impressora 3d em uma proposta pedagógica pensada para a construção de um modelo de citoesqueleto celular, na qual foi necessário que os professores tivessem um conhecimento razoável em design e impressão 3d para que pudessem orientar os alunos. Estes últimos, por sua vez, precisaram se apropriar deste tipo de tecnologia para que pudessem criar o próprio modelo, porém, o tempo destinado à capacitação dos alunos, de acordo com os autores, não foi suficiente dentro da realidade do ano letivo. Porém, foram desenvolvidas soluções exitosas que contribuíram para a conclusão do projeto.

A dificuldade de lidar com o abstrato apresentada por muitos alunos, sobretudo nas aulas de Biologia, pôde ser minimizada com o uso da cultura *maker* nesta abordagem interdisciplinar a partir das aulas de matemática.

Porém, não se pode deixar de considerar a dificuldade, por parte de alguns professores, em lidar com determinadas tecnologias sobrecarregada, ainda, pela questão do tempo escasso para planejamento e aplicação das aulas. Estes fatores podem impactar uma proposta pedagógica em que o aluno precisa pôr a mão na massa para exercer seu protagonismo na construção do próprio conhecimento. Observar, questionar e presumir hipóteses, elementos esses que são inerentes à curiosidade humana, demanda tempo. O aluno precisa ser instigado também pela sua curiosidade.

A associação entre a cultura *maker* e o ensino STEM, pode ajudar a contribuir para modificar a visão compartimentada da Biologia, uma vez que conceitos dentro desta ciência podem ser melhor entendidos utilizando conteúdos de outras ciências como matemática,

física e química.

É comum vermos associações do ensino STEM com projetos relacionados à robótica, utilização de arduínos e automação, porém o ensino STEM é um movimento que vai além e pode ser ajustado a diferentes possibilidades como a descrita neste último trabalho, incrementado pelos potenciais da cultura *maker*.

Uma das diversas qualificações que o professor precisa possuir, talvez a mais preciosa, é a persistência. Para que seja possível implementar uma nova metodologia no lugar de outra amplamente desenvolvida nas salas de aula e com a qual os estudantes estão culturalmente acostumados, é necessário um certo grau de perseverança por parte do professor. É preciso entender que serão realizadas tentativas sem sucesso, porém o fato de poder fazer você mesmo algo tecnológico, assunto pelo qual os jovens se interessam bastante, estimula esses estudantes.

Na abordagem STEM, os professores precisam trabalhar integrados e, quando o assunto envolve a cultura *maker*, espaços e tempo precisam ser compartilhados de forma colaborativa. Desta forma, como os próprios autores mencionam, a maneira como costuma ser organizada a estrutura de ensino em escolas estaduais e municipais no Brasil, com pouca carga horária destinada à organização pedagógica e aulas meramente expositivas, impossibilita as etapas de planejamento, execução e avaliação de projetos dentro da abordagem STEM.

Não obstante, o fato de a escola possuir estrutura a nível de ambiente e equipamentos não garante que projetos envolvendo cultura *maker* dentro da abordagem STEM sejam desenvolvidos, caso não haja professores familiarizados com as diferentes tecnologias. Sendo assim, é conveniente considerar que existem muitos professores com elevado tempo de atuação no magistério, formados em épocas que antecederam o desenvolvimento dessas tecnologias e que não tiveram oportunidade de atualização para se apropriarem de conceitos que fazem parte da abordagem STEM e que precisam ser trabalhados com os alunos. Todavia, cabe ressaltar que o surgimento de percalços durante o desenvolvimento de um projeto na abordagem STEM, como foi observada em alguns dos trabalhos analisados nesta pesquisa, de certa forma, constitui um ambiente favorável à medida que reproduz a realidade na qual um pesquisador vive constantemente. Portanto, a tentativa e o erro, comuns na cultura *maker*, contribuem para o pensamento crítico e criativo na concepção de soluções inovadoras dentro do ensino STEM.

Dentro da realidade das escolas públicas, a questão do tempo e modelo de ensino expositivo arraigado parece ser o maior complicador das propostas pedagógicas que integram a cultura *maker* e ensino STEM.

As questões abordadas no ensino STEM frequentemente emergem da realidade vivida pelos estudantes em seus contextos, promovendo maior engajamento em uma aprendizagem mais significativa. É possível, então, destacar que práticas pedagógicas pautadas na educação STEM em associação com a cultura *maker* estimulam no estudante

o prazer pela ciência e tecnologia.

4 | DISCUSSÃO

A relação entre a cultura *maker* e a educação STEM tem um potencial significativo para transformar a maneira como os estudantes aprendem e se envolvem ativamente no processo educacional. Essa abordagem oferece um ambiente propício para o desenvolvimento de habilidades transversais, como pensamento crítico, resolução de problemas, criatividade e colaboração. Além disso, a cultura *maker* estimula a aprendizagem prática e contextualizada, permitindo que os alunos apliquem os conceitos aprendidos em sala de aula de forma concreta. Ao promover uma abordagem multidisciplinar e integrada, a relação entre a cultura *maker* e a educação STEM encoraja os alunos a fazerem conexões entre diferentes áreas do conhecimento, tornando a aprendizagem mais holística. Essa abordagem também fomenta a criatividade e a inovação, incentivando os alunos a pensar de forma original e encontrar soluções criativas para problemas complexos. Concluindo, a relação entre a cultura *maker* e a educação STEM potencializa uma aprendizagem mais ativa, significativa e relevante, preparando os alunos para enfrentar os desafios do mundo contemporâneo.

Observando este contexto, é oportuno discutir se a cultura *maker* é aplicável na educação STEM e quais contribuições esta associação poderia prover ao ensino de biologia, considerando as particularidades da rede pública de ensino.

John Dewey, por exemplo, defendia que a educação não deveria ser reduzida à transmissão de conhecimento como algo acabado, mas que a construção do conhecimento se desse de maneira contextualizada com a vida cidadã do estudante. Por outro lado, Freire (1986) propõe uma educação dialógica, problematizadora, que estimula a postura crítica e participativa do estudante, pois acredita que o indivíduo precisa ser sujeito de suas ações, plenamente satisfeito enquanto ser humano e capaz de transformar o mundo.

Dessa forma, os pressupostos de Paulo Freire podem ser relacionados ao ensino STEM e à cultura *maker* de várias maneiras. Uma delas está centrada no diálogo e na participação. Freire enfatiza a importância da comunicação e da participação ativa dos estudantes no processo de aprendizagem. Da mesma forma, tanto o ensino STEM quanto a cultura *maker* buscam criar um ambiente de aprendizado colaborativo, onde os alunos possam compartilhar ideias, trabalhar juntos em projetos e experimentar por meio do “aprender fazendo”.

Freire defende uma abordagem educacional que seja relevante e significativa para os alunos, relacionando o conteúdo da sala de aula com suas experiências do mundo real. O ensino STEM e a cultura *maker* também se baseiam nesse princípio, ao incentivar os alunos a aplicar conceitos aprendidos em projetos práticos, relacionando a teoria com a prática.

Jean Piaget afirma que a bagagem que o indivíduo traz de sua vivência deve ser considerada dentro de sala de aula e que os professores a utilizem como base na construção de novos conhecimentos. O conhecimento não se encontra externa nem internamente ao sujeito, mas sua construção se dá a partir da interação entre ele e o objeto, delineando estruturas cognitivas e representações sobre o mundo, o que ajuda na adaptação do indivíduo ao meio (PIAGET, 1973).

A cultura *maker* e a educação STEM trazem a ideia de fugir da educação tradicional colocando a mão na massa para transformar o ambiente escolar ultrapassado em um novo espaço de experimentação, criatividade, interação e colaboração, integrando tecnologia para promover o engajamento e protagonismo estudantil.

5 | CONCLUSÕES

É possível ensinar biologia utilizando cultura *maker* associada ao ensino STEM. A cultura *maker* valoriza o aprendizado prático, o trabalho em equipe, a experimentação e a criatividade. Ao incorporar elementos do movimento *maker* no ensino de biologia, os estudantes podem explorar conceitos biológicos de forma mais dinâmica e participativa.

Ao combinar a cultura *maker* com o ensino STEM, os alunos podem utilizar tecnologias, como impressoras 3D, sensores, microcontroladores e softwares de modelagem, para criar projetos relacionados à biologia. Eles podem construir modelos tridimensionais de células, órgãos ou ecossistemas, realizar experimentos práticos de genética ou fisiologia, ou até mesmo desenvolver soluções tecnológicas para desafios biomédicos.

Essas abordagens permitem que os alunos se envolvam ativamente no processo de aprendizagem, estimulando o pensamento crítico, a resolução de problemas e a colaboração. Além disso, a integração das disciplinas STEM no ensino de biologia proporciona uma visão mais interdisciplinar e contextualizada da ciência.

É importante ressaltar que a cultura *maker* associada ao ensino STEM precisa, cada vez mais, preencher os espaços ocupados pelos métodos tradicionais de ensino de biologia, a fim de enriquecer as experiências educacionais, tornando-as mais atrativas e incentivando a participação ativa dos alunos.

No entanto, considerando esta questão, observa-se, talvez, uma necessidade de formação continuada de professores a fim de expandir práticas com tal abordagem, bem como sugere-se, em paralelo, um aumento de pesquisas sobre educação STEM e ensino de ciências no Brasil a fim de dar expressividade e amplitude às práticas metodológicas de aprendizagem ativa.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, C. **Makers: A nova revolução industrial. Tradução: Afonso Celso da Cunha Serra.** 1. ed. [S. l.]: Elsevier, 2012. 304 p.

BREINER, J.; HARKNESS, S.S.; JOHNSON, C.C. **What is STEM? A discussion about Conceptions of STEM in education and partnerships**. *School Science and Mathematics*, v. 112, 2012.

BROCKVELD, M.V.V.; TEIXEIRA, C.S.; DA SILVA, RENNEBERG, M. **A Cultura Maker em prol da inovação: boas práticas voltadas a sistemas educacionais**. *In: Educação Fora da Caixa: Tendências Internacionais e Perspectivas sobre a Inovação na Educação*, Editora Blucher, São Paulo, pp. 55–66.

BURTET, C.G.; KLEIN, A.I.C.Z. **Repensando a inovação do século XXI a partir das práticas do Movimento Maker**. *Liinc em Revista*, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1: 353-369, 2018.

COHEN, J.D.; Huprich, J.; JONES, W.M.; SMITH, S. **Educator's perceptions of a maker-based learning experience**. *The International Journal of Information and Learning Technology*, 2015, v. 34, n. 5: 428-438, 2015.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia**. 74. Ed., Paz & Terra, 2019. 144 p.

LEDO, R; SILVA, C. **Limites e possibilidades da impressão 3d como ferramenta em abordagens STEM no Ensino de Biologia: um estudo de caso**. *Revista Eixo*, v. 10: 23-35, 2021.

MAIA, D. L.; CARVALHO, R.A.; APPELT, V.K. **Abordagem STEM na educação básica brasileira: uma revisão de literatura**. *Revista Tecnologia e Sociedade*, v. 19, n. 56: 68-88, 2023.

MORAN, J. **Mudando a educação com metodologias ativas**. *Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens*. Souza, C.A. e MORALES, O.E.T. (Orgs), Ponta Grossa, pp. 15-33, 2015.

PERIGNAT, E.; KATZ-BUONINCONTRO, J. **STEAM in practice and research: an integrative literature review**. *Thinking Skills and Creativity*, v. 31: 31-43, 17, 2019.

PIAGET, J. **Psicologia e epistemologia: por uma teoria do conhecimento**. Editora Forense Universitária, Rio de Janeiro, 1973. 158 p.

PRENSKY, M. **Digital Natives, Digital Immigrants**. *On The Horizon*, v. 9, n. 5: 1-6, 2001.

PUGLIESE, G. **STEM Education – um panorama e sua relação com a educação brasileira**. *Currículo sem Fronteiras*, São Paulo, ano 12, v. 20, n. 1: 209-232, 2020.