

1

STEAM: integrando as áreas para desenvolver competências

Lilian Bacich

Leandro Holanda



A busca por uma educação que coloque o estudante em um papel investigativo não é algo recente, nem mesmo pode ser atribuída às metodologias ativas – experiências de aprendizagem que inserem o estudante no centro dos processos de ensino e de aprendizagem. Esse movimento, não de forma integrada, acontece há mais de um século, e são inúmeros os educadores, pensadores e pesquisadores que têm dedicado suas carreiras para repensar o processo que leva a uma aprendizagem não somente de conceitos, mas que desenvolva também valores e competências.

Essas mudanças não ocorrem apenas na educação, são parte de um processo que se dá na própria sociedade. Para Fadel, Bialik e Trilling (2015), são justamente essas mudanças da sociedade que intensificam os processos de mudança na educação.

Estamos testemunhando transformações – mudanças dramáticas e abrangentes, como a mobilidade internacional, mudanças nas estruturas das famílias, aumento na diversidade das populações, a globalização e seus impactos na competitividade econômica e coesão social, profissões e carreiras novas e emergentes, avanços tecnológicos rápidos e contínuos, maior uso das tecnologias, etc. E as mudanças tecnológicas estão acontecendo com muita rapidez, muitas vezes intensificando os desafios da sociedade. (FADEL; BIALIK; TRILLING, 2015, p. 15).

Na última década, muitas tecnologias, metodologias e estratégias de aprendizagem surgiram na área da educação, muitas vezes com a intenção de parecer uma solução para a falta de engajamento e protagonismo dos estudantes, outras vezes

como forma de lidar com um sistema educacional pouco aberto às mudanças. Se, por um lado, essas inovações causam *frisson* no universo escolar, muitas vezes até como *slogans* educacionais, por outro, existe um movimento positivo de fazer com que os educadores reflitam sobre suas práticas e avaliem estratégias capazes de promover alguma mudança nas relações educacionais, modificando um processo educacional focado na transmissão do conhecimento.

É importante estabelecer que não existe uma única metodologia ou estratégia que seja capaz de transformar a educação. Esse processo é lento e requer planejamento minucioso, seja o planejamento das atividades que serão realizadas para proporcionar essas experiências de aprendizagem, seja um planejamento institucional estratégico que envolva um redesenho de espaços, de infraestrutura, da formação docente. Refletindo, ainda, sobre o sentido do protagonismo dos estudantes, não temos como isolar as variáveis que interferem no sucesso desse objetivo. Não serão a formação docente, as tecnologias ou as metodologias, sozinhas, responsáveis por esse processo, e, portanto, não temos a intenção, nesta obra, de indicar uma fórmula mágica capaz de solucionar esses desafios.

Acrescentando a essas considerações iniciais, não podemos deixar de citar a preocupação constante em relação à formação integral dos estudantes – entende-se aqui “integral” como uma formação que desenvolva um cidadão criativo, capaz de usar o conhecimento para elaborar argumentos, resolver problemas de forma crítica e com base em argumentos sólidos e atuar de forma ampla, modificando sua realidade por meio da responsabilidade social, do autocuidado, da empatia, da colaboração com seus pares.

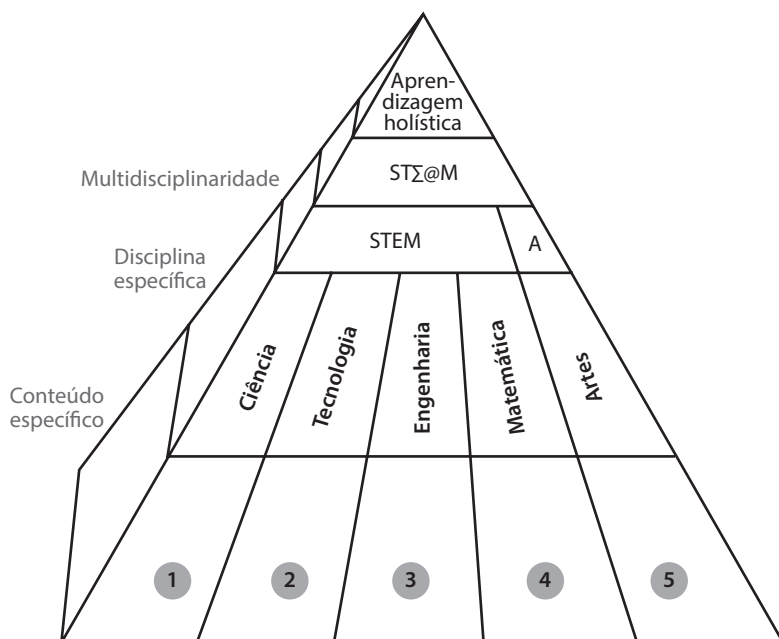
É nesse sentido que a educação STEAM pode contribuir para lidar com os desafios contemporâneos, ajudando a pensar uma educação que, sem abandonar a excelência acadêmica, também desenvolva competências importantes, como a criatividade, o pensamento crítico, a comunicação e a colaboração. Em âmbito internacional, o termo STEM já não é mais um *slogan*, uma *buzzword*. O termo, que surge nos Estados Unidos como a junção das iniciais das áreas de ciências, tecnologias, engenharia e matemática, agora é visto como um movimento educacional em muitos sistemas educacionais no mundo todo, adequado aos contextos sociais, culturais e educacionais de cada local. Na China, a educação STEM tem sido considerada uma forma de oferecer maiores oportunidades para os estudantes se prepararem para os desafios do futuro, envolvendo a investigação, o pensamento crítico, a inovação. Com a fundação do Center for STEM Education, há o foco no desenvolvimento de talentos para essas áreas (YIRAN, 2019). Na Austrália, foi criado um programa, denominado National STEM School Education Strategy, iniciado em 2016 e com duração prevista até 2026, que pretende preparar os estudantes com base nas competências e nas habilidades que podem ser construídas pela educação STEM (AUSTRALIAN GOVERNMENT, c2020). No Reino

Unido, várias são as discussões sobre a importância de desenvolver as habilidades STEM e, sobretudo, valorizar a participação das mulheres em carreiras dessa área (HOUSE OF COMMONS COMMITTEE OF PUBLIC ACCOUNTS, 2018). Identificam-se as mesmas preocupações em diferentes países da União Europeia, e, em diretrizes curriculares desses países, é possível encontrar a preocupação de incluir o A no acrônimo, considerando a inclusão não apenas de artes e *design*, mas das demais áreas (SIS.NET, 2016). O acrônimo STEAM é utilizado nas diretrizes, e a preocupação com o desenvolvimento da ciência, com foco em outras competências e habilidades, é evidente nessas discussões. Não vamos nos aprofundar, neste capítulo, nas raízes e na evolução histórica da educação em STEM, tema que será explanado no próximo capítulo, porém é importante reforçar que ela começou a ser utilizada nos anos 1980, nos Estados Unidos, e, mais recentemente, vem valorizando outras áreas e compondo o acrônimo que utilizamos nesta publicação (STEAM), que tem sua complexidade representada na Figura 1.1.

Considerando a visão de Yakman ([2008]) para a aprendizagem holística que defende, e que está representada no topo da pirâmide, identificamos a importância de que as aprendizagens desencadeadas por processos escolares façam sentido para os estudantes a ponto de eles se apropriarem delas de forma significativa e utilizarem os conteúdos, que estão na base da pirâmide, para ir além de uma visão multidisciplinar. Segundo o autor, como a perspectiva de cada pessoa em relação aos conteúdos escolares é diferente, a forma de envolver os estudantes com a aprendizagem deve estar conectada com sua formação cognitiva, social e emocional. Assim, ter uma abordagem transdisciplinar, como a que defendemos neste livro, possibilita que os desafios a serem propostos na abordagem STEAM envolvam mais do que conteúdos, mas procedimentos e valores.

Como visto, muitos educadores no mundo inteiro parecem perceber a importância da melhoria nas áreas designadas pelo STEAM, principalmente por conta dos resultados dos estudantes em avaliações como o Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA). Na aplicação da avaliação de 2018, identifica-se que apenas um terço dos estudantes brasileiros apresentou nível básico em matemática, e menos da metade apresentou nível básico em ciências (INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA, 2019). Em comparação com países que já refletem sobre a implementação do STEM/STEAM como um programa de governo, consideramos que avaliar as possibilidades de implementação em nossa realidade pode ser, cada vez mais, um caminho interessante e importante para o desenvolvimento da criatividade, da resolução de problemas e do pensamento científico e crítico.

Nas pesquisas realizadas para conceber este livro, foi possível perceber que não há clareza sobre a forma como o STEAM se concretiza em sala de aula. Quando buscamos educação em STEM ou STEAM, são diversas as interpretações encontra-



- 1 História da origem dos conceitos, processos de investigação, física, biologia, química, ciências espaciais, geociências, bioquímica
- 2 História das tecnologias, tecnologia e sociedade, *design*, habilidades, projetos para o mundo, agricultura, biomedicina, biotecnologia, informática, comunicação, construção, indústrias, transporte, energia
- 3 Aeroespacial, fluidos, arquitetura, agronomia, civil, computacional, de minas, acústica, química, elétrica, ambiental, industrial, de materiais, mecânica, dos oceanos, naval
- 4 Operações, álgebra, geometria, medições, análise de dados, probabilidade, resolução de problemas, comunicação, cálculos, trigonometria, causas e efeitos
- 5 Humanidades (finas, visuais performáticas): música, teatro, fisiologia (artes manuais, corporais e psicologia), antropologia, relações internacionais, filosofia

Figura 1.1 Diagrama do STEAM.

Fonte: Adaptada de Yakman ([2008], p. 347) *apud* Lorenzin, Assumpção e Bizerra (2018, p. 206).

das em diferentes fontes e até mesmo em vários países. Assim, vamos analisar algumas formas de referência ao STEM/STEAM que podem ser facilmente encontradas em uma rápida busca na internet:

- STEM/STEAM como uma proposta para promover as áreas de ciências, tecnologia, engenharia, artes e matemática: muitas publicações indicam a importância de considerá-las e se referem a elas como carreiras STEM, áreas STEM, ou, ainda, profissionais formados nas disciplinas STEM. Nessas

referências, ciências, tecnologia, engenharia e matemática são vistas de forma isolada, e não há um objetivo claro de integração entre elas. Trata-se de uma sigla para fazer referência a áreas consideradas importantes para a inovação e o desenvolvimento de um país.

- STEM/STEAM como uma estratégia para desenvolver habilidades investigativas nas áreas de ciências ou de tecnologia, com a utilização de *kits* educacionais ou de materiais apostilados com o passo a passo para a criação de diferentes artefatos. Muitas vezes, essas iniciativas acabam levando à falsa percepção de que o STEAM é algo possível apenas em escolas com mais recursos financeiros, pois geram a ideia de que para pôr em prática a abordagem são necessários dispositivos de robótica, impressoras 3D e outras tecnologias caras e com custos elevados de manutenção.
- STEM/STEAM como um passo a passo para a criação de artefatos ou protótipos, em que o estudante deve seguir uma trilha previamente definida e testar artefatos que foram criados para resolver problemas que ele não conhece, mesmo com uma integração entre as áreas feita de forma adequada. Nesse sentido, temos apenas uma estratégia que considera a produção de habilidades STEAM como uma forma de treinamento de “artesãos qualificados”, associados à cultura *maker*, mas sem estimular o pensamento crítico, a resolução de problemas, a investigação. Dessa forma, o produto é mais valorizado que o processo. Para alcançar o resultado esperado, se questionados, os estudantes não sabem justificar o motivo de estarem criando determinado artefato, pois dedicam mais energia a sua produção do que à investigação científica que deveria estar por trás dele.

Ao optarmos pelo caminho que traçamos nesta publicação, consideramos essas questões e fizemos uma opção pela jornada que pretendíamos oferecer aos leitores, embasada, principalmente, em nossa atuação como professores da área de ciências e em nossas pesquisas sobre metodologias ativas. A partir do caminho que escolhemos para a obra, convidamos autores que compactuam dos mesmos pressupostos teóricos, para que esta pudesse oferecer coerência e realmente auxiliar o professor na implementação do STEAM em sala de aula. Neste livro, o STEAM não é considerado uma metodologia, tampouco uma prática pautada na fabricação de artefatos ou em experimentos que levem à aplicação dos conceitos das áreas correlatas. O STEAM que defendemos é aquele pautado na realização de projetos, que tem como metodologia a aprendizagem baseada em projetos (ABP), e que irá promover nos estudantes um censo de relevância dos conhecimentos científicos desenvolvidos na educação básica, tema que é explorado no Capítulo 3.

Os projetos devem ser elaborados cuidadosamente com foco nos objetivos de aprendizagem que se deseja alcançar e, também, nas competências que queremos

desenvolver com os estudantes. Há, portanto, uma intencionalidade pedagógica que se conecta com os documentos produzidos em âmbito internacional, como citado anteriormente, em que foram elaboradas diretrizes curriculares tendo em vista o desenvolvimento de competências e habilidades.

No Brasil, em 2017, ocorreu a homologação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o ensino fundamental, que apresenta, além de competências e habilidades para cada área do conhecimento, 10 competências gerais que devem fazer parte do processo educacional que permeia toda a educação básica (BRASIL, [2017]). De forma resumida, as competências gerais estão estruturadas para o desenvolvimento do conhecimento; do pensamento científico, crítico e criativo; do repertório cultural; da comunicação; da cultura digital; do mundo do trabalho e projeto de vida; da argumentação; do autoconhecimento e do autocuidado; da empatia e cooperação; e da cidadania. Um olhar para as competências gerais da BNCC conectadas ao STEAM é o objetivo do Capítulo 9. Ainda com base nos referenciais curriculares, os contextos dos projetos STEAM colaboram com o desenvolvimento dos temas contemporâneos transversais da BNCC em todas as etapas da educação básica, da educação infantil ao ensino médio.

Desenvolver competências e habilidades é a grande oportunidade da inserção da abordagem STEAM nas propostas pedagógicas e nos currículos alinhados à BNCC. Desde as etapas iniciais da educação infantil ao ensino médio, os projetos STEAM geram propósito, ou seja, auxiliam a responder à pergunta “por que precisamos aprender isso?”. Principalmente entre alunos da etapa do ensino médio, é recorrente esse questionamento, e, em uma organização curricular alinhada à BNCC, o trabalho com áreas de conhecimento possibilita a inserção do STEAM e valoriza a investigação na construção de conhecimentos.

Ao realizar projetos STEAM alinhados à ABP, é importante desconstruir a ideia de que os projetos terão contribuições de todas as áreas na mesma proporção, ou mesmo de que serão capazes de, sozinhos, desenvolver todos os objetivos de aprendizagem de um currículo. Quando pensamos na elaboração desses projetos, é de suma importância ter um olhar intencional para promover as aprendizagens, ou seja, os conceitos, os procedimentos e as atitudes inerentes a cada uma das áreas. Em um projeto STEAM que apresenta como desafio a confecção de artefatos para contribuir com a conscientização sobre o desperdício da água de uma comunidade, além de investigarem o ciclo da água, os estudantes trabalharão com a coleta e o tratamento de dados e poderão produzir vídeos ou outros artefatos de mídia educação para compartilhar e comunicar os resultados. Um projeto como esse pode envolver uma carga horária maior para a área de ciências e menor para as demais, mas irá incorporar tecnologias, engenharia, artes e matemática em sua concepção, de forma inter ou transdisciplinar, como será abordado no Capítulo 3. A participação de cada uma das áreas citadas no STEAM é discutida nos seguintes capítulos: Capítulo 4,

com a discussão sobre as atividades investigativas em ciências; Capítulo 5, com a análise da incorporação das tecnologias digitais em projetos STEAM; Capítulo 6, com uma ressignificação do papel da matemática na escola e sua relação com os projetos STEAM; e Capítulo 7, com o olhar de arte e *design* no STEAM. A partir do Capítulo 11, com um olhar para essa conexão entre as áreas, será possível analisar alguns projetos comentados, para os diferentes segmentos, e ancorados na ABP.

Cabe ressaltar que muitos dos problemas enfrentados no século XXI não são triviais e não dependem apenas de uma simples aplicação de conhecimentos científicos isolados capazes de resolvê-los e melhorar a qualidade de vida. O papel da engenharia passa a ser fundamental e integrador na visão da abordagem desenvolvida nesta obra. Assim, não será desenvolvido um capítulo único para tratar tal área do conhecimento, porém os elementos inerentes a ela serão enfatizados no desenvolvimento dos capítulos.

Para além de desenvolver projetos com foco na importância da engenharia na sociedade ou, até mesmo, na relevância de uma formação técnica, serão ressaltados dois papéis fundamentais da contribuição dessa área: a resolução de problemas e o *design* de soluções criativas.

A resolução de problemas deverá ser estimulada por meio da metodologia da ABP e tem como principal objetivo estimular a leitura de problemas complexos que não têm uma única solução, mas que possibilitam um contexto autêntico no qual estudantes serão instigados a pensar o papel da tecnologia de forma mais ampla, para além do mundo digital, como forma de conectar conceitos científicos para o desenvolvimento de produtos.

A área de ciências está intrinsecamente ligada ao conhecimento necessário para esse desenvolvimento, enquanto a engenharia envolve um processo de criação e *design* de soluções focadas no usuário, desde o planejamento até o teste de tais soluções. Nesse sentido, a visão que esta obra apresenta sobre o papel da engenharia é seu foco na inovação e na exploração do pensamento criativo. Essa visão de *design* será ampliada no Capítulo 3, que trará os elementos da ABP relacionados à resolução de problemas e também aos conceitos básicos do *design thinking*.

Alguns elementos comuns à ABP, e consequentemente presentes em projetos de STEAM, são: a elaboração de uma pergunta norteadora, que terá como objetivo dirigir a investigação dos estudantes; um contexto autêntico capaz de engajar os estudantes, de preferência relacionado a um problema real; uma sequência de etapas organizadas para a exploração do conhecimento científico e para a produção dos estudantes; um produto final, geralmente um artefato que permita a aplicação das ideias da engenharia; e, por fim, a comunicação do projeto, para compartilhar com a comunidade e sistematizar suas aprendizagens.

Com base nessa estrutura, característica da ABP, torna-se mais fácil perceber o papel dessas experiências de aprendizagem em uma educação transformadora.

Não é possível conduzir com os estudantes um projeto com essas características sem promover as conexões entre as diferentes linguagens e os conceitos científicos de cada uma das áreas, e, nesse sentido, reforçamos, estamos tratando do STEAM sendo incorporado em projetos transdisciplinares.

Essa abordagem é diferente daquela em que cada professor faz uma parte do projeto, em sua aula, sem considerar o todo. Imagine um tema que é proposto como um projeto na escola, como a conservação da biodiversidade. Em uma concepção de integração superficial, um professor de ciências ou biologia conduziria atividades práticas para fazer um levantamento da biodiversidade do entorno e explanaria sobre o conceito, relacionando-o com uma atividade prática; um professor de matemática estabeleceria alguns problemas a serem resolvidos, incluindo a biodiversidade; e, por fim, um professor de artes poderia sugerir a confecção de animais modelados com argila. Essa concepção de projetos não extrapola a lógica disciplinar e não favorece uma visão de STEAM voltada à investigação, à criatividade e ao pensamento crítico. Em um projeto STEAM, temos como objetivo a construção de propostas de intervenção pelos estudantes para pensar sobre um desafio que faz parte do contexto escolhido, e, nesse caso, devemos tomar cuidado para não tratar as áreas de forma isolada, tornando o projeto multidisciplinar. É um equívoco comum escolher um tema para trabalhar nas diferentes áreas e acreditar que isso é o suficiente para promover uma conexão entre os conceitos de cada uma delas. Isso também pode ser um problema quando, em um projeto STEAM, o professor de cada área assume a elaboração e a condução de etapas de forma isolada. Na proposta que defendemos, as etapas podem ser realizadas em conjunto e executadas por um único professor, porém, este deve dialogar com as expectativas de aprendizagem do currículo das demais áreas e pode recorrer a oficinas realizadas por outros professores que contribuam para a realização do projeto e para o produto que será preparado pelos estudantes.

Existe uma mudança no papel dos professores quando tratamos de projetos STEAM. A primeira delas acontece na concepção e no planejamento do projeto. Para desenhar um projeto, é necessário, para além de escolher um contexto autêntico, ter conhecimento dos objetivos de aprendizagem das demais áreas e de recursos que possam contribuir com o protagonismo dos estudantes, como um conhecimento sobre metodologias, práticas inovadoras ou recursos digitais. Criar um repertório diversificado de estratégias, com intencionalidade pedagógica, pode tornar os projetos mais personalizados de acordo com as expectativas de aprendizagem e a faixa etária dos estudantes. Conhecer os elementos básicos da ABP será essencial para o sucesso no planejamento, e esses pontos são aprofundados no Capítulo 3.

Durante as atividades, exercer o papel de mediador é fundamental para que o professor possa acompanhar a produção dos projetos, dar devolutivas que auxiliem no progresso dos estudantes e até repensar etapas estabelecidas no planeja-

mento, com base no levantamento de evidências e na proposta de novas etapas que não estavam previstas, mas que serão importantes para que os estudantes possam avançar. É necessário acompanhar e fazer um registro sistemático de evidências, por meio de fotografias das atividades, de rodas de conversa e da observação das produções dos alunos, e organizar momentos para autoavaliação dos estudantes, entre outras estratégias que possam ajudar a levantar insumos que comprovem os aprendizados construídos no desenvolvimento do projeto, fundamental para a avaliação, que será explorada no Capítulo 8.

Refletir sobre os papéis do professor, do estudante e da investigação com o uso de recursos digitais é outro aspecto que merece atenção na abordagem STEAM. Quando analisamos, por exemplo, a forma como os estudantes usam as tecnologias digitais, identificamos que a ênfase é na busca de informações. Para potencializarmos o uso de recursos digitais para a construção de conhecimentos, é importante a reflexão sobre o que é solicitado dos estudantes como tarefas de aprendizagem. As propostas feitas pelos professores devem ser objeto de reflexão para esses estudantes. Por exemplo, a busca de informações e o resultado dessa busca, em uma sociedade digital, habitada por um grande número de nativos digitais em formação escolar, é algo que ocorre de forma cada vez mais interativa e em velocidade muito maior do que a estrutura atual de nossas escolas consegue assimilar. Copiar e colar as informações obtidas no primeiro *site* que é apresentado ao aluno em uma ferramenta de busca, como o Google, é uma atitude corriqueira em atividades de pesquisa realizadas por alunos de qualquer faixa etária. No entanto, se a proposta de pesquisa feita pelo professor limitar-se a um levantamento de dados, todos os *sites* apresentarão respostas semelhantes, e copiar e colar será a melhor forma de realizar a tarefa proposta. Quando analisamos o uso dos recursos digitais no STEAM, o foco está na resolução de problemas, e essa passa a ser uma lógica de uso transformadora em relação às práticas vigentes. Costa (2012) comenta sobre a necessária mudança de teoria sobre o que é ensinar e aprender, posicionando as tecnologias digitais como uma ferramenta cognitiva para o aluno, porque o auxiliam a “[...] criar e a expressar-se ou a interagir e colaborar com os outros” (COSTA, 2012, p. 31) e a resolver problemas. O aluno torna-se centro do processo e é estimulado a agir na construção de conhecimentos, avaliando e decidindo o percurso a ser traçado em sua relação com os diferentes saberes.

O computador oferece versatilidade e diversidade de uso, configurando-se como um importante aliado do trabalho docente. Com o auxílio da máquina, as redes e novas conexões formadas ampliam-se de tal maneira que estabelecer conexões entre todas essas informações requer um aprendizado prático, e não teórico. Só há possibilidade de aprender a fazer um uso integrado das tecnologias digitais se estudantes e educadores as utilizarem em situações reais de aprendizagem, atuando de forma colaborativa e vivenciando situações em que a resolução de problemas por

meio da discussão e da reflexão, incluindo o uso de tecnologias digitais, favoreça uma aprendizagem realmente transformadora.

Pearson e Somekh propõem uma teoria da aprendizagem transformadora fundamentada em uma pesquisa-ação realizada no Reino Unido, na qual procuram mostrar que os progressos em direção a um sentido transformador da aprendizagem são possíveis com “mudanças radicais dos papéis tradicionais dos professores e alunos”, com a formação de “novas relações de poder e controle” e uma nova abordagem para planejamento de aula que evita a “[...] estrutura linear e suposições inflexíveis incorporadas em abordagens tradicionais” (PEARSON; SOMEKH, 2006, p. 537, tradução nossa). De acordo com essa abordagem, é possível dizer que a aprendizagem é transformadora quando envolve

- aprender de forma criativa: contribuindo, experimentando, resolvendo problemas;
- aprender como cidadãos ativos: atuando de forma autônoma, assumindo a responsabilidade por sua própria aprendizagem;
- engajar intelectualmente com ideias poderosas: usando habilidades de pensamento, envolvidas com ideias e conceitos;
- refletir sobre sua própria aprendizagem: avaliando a própria aprendizagem por meio da metacognição. (PEARSON; SOMEKH, 2006, p. 520, tradução nossa).

Assim, além do uso de recursos digitais em produções de projetos STEAM, é importante considerá-los na construção de conhecimentos sobre os temas ou os desafios a serem vencidos. Estudos recentes sobre sala de aula invertida (SCHNEIDER; BLIKSTEIN; PEA, 2013) têm apontado que os estudantes constroem sua visão sobre o mundo ativando seus conhecimentos prévios e integrando as novas informações com as estruturas cognitivas já existentes para que possam, a partir daí, pensar criticamente sobre os conteúdos ensinados. Essas pesquisas mostram, porém, que os estudantes desenvolvem habilidades de pensamento crítico e têm uma melhor compreensão conceitual sobre uma ideia quando exploram um domínio primeiro e, então, têm contato com uma forma clássica de instrução, como uma palestra, um vídeo ou a leitura de um texto. Assim, os autores defendem uma proposta de inverter a sala de aula invertida (*flipped flipped classroom*), afirmando que o modelo que tem início pela exploração é muito mais eficiente, uma vez que não se podem buscar respostas antes de se pensar nas perguntas. Explorar significa entrar em contato com o objeto de conhecimento e, a partir dessa exploração, identificar lacunas, dúvidas ou aprofundamentos que podem estar conectados a ele. No STEAM, consideramos essa exploração ao aproximar o estudante de um contexto significativo e, então, desencadear a busca por soluções para um problema desafiador.

O aprofundamento de pesquisas sobre a personalização da aprendizagem e de abordagens que possibilitem ao estudante mover-se, gradativamente, para o papel de protagonista de seu processo educacional é outro aspecto que se encontra conectado ao STEAM. A reflexão sobre a constituição dos novos espaços de aprendizagem, em abordagens que podem causar ruptura em relação ao modelo vigente e que repensam a configuração do aprender sem a divisão dos conteúdo em disciplinas formais, mas considerando as necessidades de aprendizagem, os projetos de vida e a autonomia dos estudantes, também se conecta com essa abordagem.

Como forma de estimular a autonomia e o protagonismo, faz-se necessário dar espaço para que os estudantes escolham o que irão produzir e como fazê-lo, porém, é importante ter em mente que a intervenção e a mediação são fundamentais para que os alunos consigam avançar, evitando, assim, que os grupos fiquem estagnados e até mesmo frustrados diante de desafios que não conseguem superar. Não é o ato de dar todas as respostas, mas de saber como conduzir e contribuir no desenho colaborativo de caminhos em diálogo com os estudantes, fornecendo referências de pesquisa, sugestões e modelos que possam auxiliar nesse processo.

Dessa forma, a proposta desta obra, considerando a importância da integração das áreas para desenvolver competências, é dar condições para que professores de diferentes componentes curriculares entrem em contato com reflexões de outros profissionais que têm pesquisado, aplicado e elaborado propostas que envolvem a abordagem STEAM em suas aulas e, a partir dessas reflexões, desenhem seu próprio percurso para levar o STEAM para sua sala de aula.

REFERÊNCIAS

- AUSTRALIAN GOVERNMENT. Department of Education. *Support for science, technology, engineering and mathematics (STEM)*. c2020. Disponível em: <https://www.education.gov.au/support-science-technology-engineering-and-mathematics>. Acesso em: 18 jan. 2020.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília, DF: MEC, [2017]. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf. Acesso em: 18 jan. 2020.
- COSTA, F. A. (coord.). *Repensar as TIC na educação: o professor como agente transformador*. Carnaxide: Santillana, 2012.
- FADEL, C.; BIALIK, M.; TRILLING, B. *Educação em quatro dimensões: as competências que os estudantes devem ter para atingir o sucesso*. Boston: Center for Curriculum Redesign, 2015.
- HOUSE OF COMMONS COMMITTEE OF PUBLIC ACCOUNTS. *Delivering STEM skills for the economy*. [London]: House of Commons Committee of Public Accounts, 2018. Disponível em: <https://publications.parliament.uk/pa/cm201719/cmselect/cmpubacc/691/691.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. *Pisa 2018 revela baixo desempenho escolar em leitura, matemática e ciências no Brasil*. 2019. Disponível em: http://portal.inep.gov.br/artigo/-/asset_publisher/B4AQV9zFY7Bv/content/pisa-2018-revela-baixo-desempenho-escolar-em-leitura-matematica-e-ciencias-no-brasil/21206. Acesso em: 18 jan. 2020.

LORENZIN, M.; ASSUMPÇÃO, C. M.; BIZERRA, A. Desenvolvimento do currículo STEAM no ensino médio: a formação de professores em movimento. In: BACICH, L.; MORAN, J. *Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática*. Porto Alegre: Penso, 2018. cap. 9.

PEARSON, M.; SOMEKH, B. Learning transformation with technology: a question of sociocultural contexts? *International Journal of Qualitative Studies in Education*, v. 19, n. 4, p. 519–539, 2006.

SCHNEIDER, B.; BLIKSTEIN, P.; PEA, R. *The flipped, flipped classroom*. 2013. Disponível em: <http://www.stanforddaily.com/2013/08/05/the-flipped-flipped-classroom/>. Acesso em: 18 jan. 2020.

SIS.NET. *Science education policies in the European Comission: towards responsible citizenship*. 2016. Disponível em: https://www.sisnetwork.eu/media/sisnet/Policy_Brief_Science_Education.pdf. Acesso em: 18 jan. 2020.

SOUSA, D. A.; PILECKI, T. *From STEM to STEAM: using brain-compatible strategies to integrate the arts*. California: Corwin, 2013.

YAKMAN, G. *STEAM education: an overview of creating a model of integrative education*. [2008]. Disponível em: <https://www.iteea.org/File.aspx?id=86752&v=75ab076a>. Acesso em: 18 jan. 2020.

YIRAN, Z. *Experts say STEM education is the key to nurturing necessary talent*. 2019. Disponível em: <https://www.chinadaily.com.cn/a/201901/14/WS5c3bf77aa3106c65c34e43f6.html>. Acesso em: 18 jan. 2020.

LEITURA RECOMENDADA

BRASIL. Ministério da Educação. *Temas contemporâneos transversais na BNCC: contexto histórico e pressupostos pedagógicos*. Brasília, DF: MEC, 2019. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/implementacao/contextualizacao_temas_contemporaneos.pdf. Acesso em: 18 jan. 2020.