



Construção de uma casa sustentável: explorando desenvolvimento de projetos e abordagem STEM no novo Ensino Médio

Guilherme Seminatti e Thiago B. Cavassani

Poucos trabalhos na literatura discutem formas de implementação e resultados eventualmente alcançados no trabalho com projetos de ciências previstos na estrutura do novo Ensino Médio. Assim, este artigo consiste de um relato de experiência em que são discutidos os caminhos de implementação e os resultados obtidos no projeto de construção de uma casa sustentável (CS) do itinerário formativo “Meu Papel no Desenvolvimento Sustentável”. Fundamentado na abordagem STEM, os resultados salientam as oportunidades abertas ao trabalho interdisciplinar na aprendizagem de conceitos como separação de substâncias, nomenclatura e propriedades químicas. Destacamos o engajamento e a posição ativa dos estudantes durante o processo de aprendizagem, além dos meandros e dificuldades para a plena implementação do projeto. Com isso, espera-se contribuir com novos subsídios aos professores da educação básica que tenham a intenção de implementar a abordagem por projetos no novo Ensino Médio.

► STEM, novo Ensino Médio, aprendizagem baseada em projetos, metodologia ativa ◀

Recebido em 11/08/2023; aceito em 20/12/2023

95

Introdução

A Organização Meteorológica Mundial publicou recentemente o relatório preliminar do Estado do Clima Global, indicando o aumento médio de mais de 1 °C na temperatura do planeta. Especialistas preveem que, em 2030, o planeta poderá ultrapassar o limite de temperatura considerado adequado para habitação humana (Faé e Sansoni, 2022). Segundo Pinheiro (2022), um fator determinante para a continuidade de práticas que degradam o meio ambiente está atrelado à ampla divulgação de informações falsas. Os discursos negacionistas e anti-ciência podem ser considerados as bases para uma política de dismantelamento das ações de proteção ambiental, esvaziando atividades de monitoramento e fiscalização e, assim, incentivando a continuidade de crimes ou atitudes danosas ao ambiente.

Diante deste cenário, Rossetto *et al.* (2022) avaliam que as disciplinas de Ciências da Natureza possuem responsabilidade na abordagem de questões ambientais, colaborando para o desenvolvimento do pensamento crítico e a conscientização sobre as práticas dos sujeitos partícipes e constitutivos do ambiente. Contudo, percebe-se que a inclusão de uma série de conteúdos, muitas vezes fragmentados e desconectados, não apresenta resultados satisfatórios para uma mudança da consciência dos sujeitos sobre essa questão (Pinheiro, 2022).

Por isso, advoga-se por uma nova relação didática, em que o professor prescindia da mera transmissão de conceitos e da aprendizagem mecânica ou memorística, normalmente associadas às práticas pedagógicas tradicionais, para (re) assumir o caráter de mediador da co-construção do conhecimento ativo e compartilhado em sala de aula.

Estudos baseados na abordagem STEM (acrônimo em inglês para Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática) apresentam efetivo potencial para o ensino contextualizado, pois os conceitos trabalhados em sala de aula se relacionam com a realidade concreta do estudante, motivando-os a interagir e atuar na busca de soluções para problemas reais (Pugliese, 2020). Valendo-se das premissas das metodologias ativas de aprendizagem, nessa vertente é possível relacionar os conceitos disciplinares aos saberes populares, permitindo a análise crítica e a tomada de ação diante de novas informações que fortalecem a construção de conhecimentos capazes de melhorar a experiência do sujeito no mundo (Bybee, 2010). Nesse contexto, a abordagem STEM pode ser considerada uma proposta promissora e inovadora no ensino de Ciências, pois ampara-se numa perspectiva integrada e baseada em projetos que tem como principal objetivo fomentar o desenvolvimento de sujeitos conscientes, desenvolvendo valores e capacidade crítica a partir do trabalho interdisciplinar na preparação do cidadão para os desafios do futuro.



Abordagem STEM e ensino de Química: breves apontamentos

Para Pugliese (2020), STEM não se trata de uma metodologia, de um determinado currículo, nem de uma técnica de ensino, mas sim de um movimento baseado nas ideias que emergiram nos EUA na década de 1990, ganhando força nesse país mais recentemente como uma política de reforma educacional de reinvestimento nas carreiras científicas e tecnológicas. Esse esforço decorreu basicamente: i) da observação de uma queda no rendimento dos estudantes em avaliações internacionais, como o PISA, nas áreas de Ciências e Matemática em relação a países de mesmo porte socioeconômico dos EUA; e ii) da diminuição no interesse pelas carreiras STEM pelos jovens. Tais observações incentivaram mudanças práticas no currículo escolar visando “direcionar os jovens estudantes para as áreas das Exatas e das Tecnologias, objetivando o fortalecimento dos setores industriais e econômicos e assim, vislumbrar abertura de frentes de trabalho” (Lima *et al.*, 2021, p. 2). A respeito do contexto de origem e das intencionalidades políticas subjacentes à abordagem STEM, é preciso consignar que:

Por mais que STEAM *education* tenha todos os indícios de uma reforma neoliberal, no seu ponto final, a sala de aula, é possível tirar proveito de sua forma e construir uma educação em ciências mais voltada para o desenvolvimento humano, ético e cognitivo das crianças. É preciso reconhecer o que se tem de positivo nessas propostas STEAM em termos de melhoria para o ensino de ciências, para sermos capazes de direcionar o movimento para uma reforma positiva. Principalmente por conta de sua origem neoliberal, a qual pode se traduzir em práticas agressivas de auto disseminação nos sistemas educacionais, é importante sabermos lidar com o seu estabelecimento como modelo a ser seguido (Pugliese, 2020, p. 227).

A diferenciação entre a abordagem STEM e as demais propostas baseadas em projetos encontra-se principalmente no modo como se estruturam suas aplicações, pois não apenas abordam a relação entre as disciplinas ou conteúdos presentes no acrônimo ao longo do desenvolvimento de determinada atividade, mas fundamentam a elaboração de problemas e suas possíveis soluções a partir da visão compartilhada e integrada daquelas ciências (Bachich e Holanda, 2020). A abordagem STEM não pode considerada como panaceia para todos os problemas educacionais, haja visto que há, em muitas iniciativas no ensino de Ciências e Matemática, ótimos resultados que prescindem dessa abordagem. De outro lado, ao integrar Tecnologia e Engenharia ao ensino básico, as propostas STEM “têm muito a contribuir com a educação pública brasileira, que é extremamente anacrônica nos conteúdos e tradicionalista nos princípios pedagógicos” (Pugliese, 2020, p. 227).

Nesse contexto, Maia *et al.* (2021) observam em recente revisão sistemática da literatura que a abordagem STEM

configura temática central em discussões sobre aspectos inovadores em educação; entretanto, a quantidade de trabalhos fundamentados nesse movimento e publicados no Brasil ainda é incipiente.

Dentre os trabalhos com foco voltado ao ensino de Química, Cleophas (2020) apresenta uma instigante proposta lúdica integrada à abordagem STEM. Como resultado, observa-se que “a junção da gamificação com o STEM no ensino de Química demonstrou indícios do seu potencial para desconstruir visões limitadas sobre a inter-relação entre os conteúdos ou temas” (p. 105). Benedetti Filho e Matsumoto (2022), por outro lado, discutem os potenciais da abordagem de conceitos de atomística interrelacionando contextos históricos com o enfoque STEM. Oliveira (2023) apresenta a construção de uma composteira com 92 alunos do Ensino Médio, a partir da participação em oficinas fundamentadas na proposta STEM. Nesse trabalho, o conhecimento químico balizou a interrelação com as demais áreas do conhecimento, resultando em uma experiência em que houve a valorização da responsabilidade ambiental e da contextualização dos conceitos científicos. Por fim, Borba (2023) realizou a análise de uma intervenção didática mobilizando os pressupostos da multiculturalidade ao discutir os saberes locais para a produção de uva e o conhecimento químico envolvido, numa perspectiva multidisciplinar a partir da abordagem STEM.

Como analisam Maia *et al.* (2021), é preciso ainda difundir novas experiências baseadas na abordagem STEM para que os professores da educação básica conheçam e se apropriem criticamente dessa vertente de ensino. Diante disso, este trabalho se propõe a analisar os resultados do desenvolvimento de um projeto fundamentado na abordagem STEM com alunos do segundo ano do Ensino Médio nas disciplinas de Ciências da Natureza em uma escola estadual no interior de São Paulo. O trabalho insere-se no contexto do novo Ensino Médio, a partir da produção de um protótipo de casa sustentável como tema gerador no itinerário formativo “Meu Papel no Desenvolvimento Sustentável”. Conquanto reiteradas e justificadas críticas sobrevenham à proposta e operacionalização do novo Ensino Médio implantado regularmente nas redes públicas de ensino (Porto e Queiroz, 2023; Alves *et al.*, 2021), há de outro lado a figura do professor de Ciências compelido a desenvolver diversas atividades, de certo modo com insuficiente formação continuada e ainda com reduzida diversidade de materiais publicados que possam auxiliá-lo na execução dos projetos previstos. Este trabalho, portanto, visa contribuir com a proposta e análise de uma prática nesse contexto, disponibilizando um modelo útil para consulta aos professores envolvidos com o desenvolvimento de projetos no novo Ensino Médio.

Aspectos metodológicos

Este trabalho alinha-se a uma pesquisa qualitativa em educação, a partir da criação, aplicação e análise de uma sequência didática no itinerário formativo da área de Ciências da Natureza. Segundo Mussi *et al.* (2021), um relato de

experiência focaliza a discussão da intervenção produzida, na perspectiva que o considera como forma de produção de conhecimento advindo da análise crítico-reflexiva de uma vivência fundamentada em pressupostos científicos. Dessa forma, o planejamento da atividade foi baseado nas aulas do itinerário formativo “Meu Papel no Desenvolvimento Sustentável” (São Paulo, 2018). O projeto foi desenvolvido ao longo do segundo semestre de 2022 na escola Escola Estadual Cleomério José Campi, no Município de Catanduva, estado de São Paulo, e ocupou o total de 4 aulas semanais do período vespertino do programa de ensino em tempo integral. Participaram efetivamente da intervenção 20 estudantes matriculados no segundo ano do novo Ensino Médio. As atividades propostas visavam ao desenvolvimento de competências e habilidades previstas no Currículo Paulista (São Paulo, 2018¹), indicadas no planejamento inicial da atividade conforme o Quadro A (Material Suplementar²). Importante destacar que a escola não possui laboratório de Química ou Ciências e, por isso, o projeto foi desenvolvido adaptando-se os espaços do pátio coletivo para os momentos das aulas.

Para a coleta de dados, utilizou-se a observação naturalística (Cohen *et al.*, 2018). Os dados observacionais seguiram a opção de registro contínuo (Fagundes, 1985), em que há a descrição cursiva de eventos, impressões e ocorrências na sequência de desenvolvimento das atividades. Esses dados foram posteriormente analisados de acordo com as rubricas construídas (Quadro B – Material Suplementar¹). As rubricas, conforme sugere Fernandes (2021), superam a função avaliativa, pois são apropriadas em sua funcionalidade descritiva. Essas rubricas podem ser elaboradas para diferentes tipos de conteúdo, fomentando uma visão geral do aprendizado a partir da intervenção pedagógica e discutidas à luz da literatura recente sobre o ensino de ciências.

As rubricas foram elaboradas de acordo com o nível de participação dos alunos e interação com os conteúdos curriculares, contendo a descrição geral da tarefa e os níveis de descrição do desempenho, categorizando em nível crescente de desenvolvimento de habilidades e variando do Nível 1 ao Nível 3. Os resultados são apresentados e discutidos conforme as etapas de desenvolvimento do projeto, pois assim acredita-se ser possível obter uma visão geral das atividades, facilitando a compreensão das diferentes ações trilhadas na apresentação da proposta.

Resultados e discussão

Etapa 1

A primeira etapa foi desenvolvida em 4 aulas e teve como objetivo principal a apresentação do projeto e discussão teórica dos conteúdos selecionados que necessitariam ser mobilizados pelos estudantes. A abordagem utilizada inicialmente foi de análise crítica de notícias veiculadas em redes sociais e mídias, em especial sobre a temática ambiental. Observou-se que uma parte dos estudantes apresentou questionamentos sobre as notícias em estudos, em muitos

casos tangenciando os discursos negacionistas das evidências científicas. Como analisam Tavares *et al.* (2020), esses discursos são permeados por construções ideológicas e sentidos próprios atribuídos pelos sujeitos, mas são eminentemente produzidos e negociados no âmbito social.

Propôs-se então um momento de diálogo coletivo, apresentando as referências científicas sobre os efeitos da ação humana no meio ambiente. Observou-se, assim como Pereira (2020), que há certas formas de resistência dos sujeitos na apresentação e no confronto das posições pessoais com a perspectiva científica, evidenciando a necessidade ampla de uma alfabetização científica dos sujeitos para não apenas *conhecer* os conteúdos da ciência, mas para compreender os modos de *fazer* ciência.

Na segunda e terceira aulas dessa etapa, artigos científicos com discussões sobre impacto ambiental e suas possíveis resoluções foram disponibilizados, prosseguindo a leitura guiada com a turma e o fichamento individual dos estudantes como modo de sistematização do conhecimento. Essa atividade seguiu a perspectiva da educação midiática crítica, que fomenta no sujeito a necessidade de análise da informação e sua fonte de produção, como também de sua plausibilidade científica (Almeida *et al.*, 2022).

Como resultado, foi possível observar uma melhor compreensão coletiva da problemática e, a partir das leituras realizadas, foram identificadas possibilidades de intervenção concreta em ações cotidianas e hábitos coletivos. Os estudantes apresentaram como hipóteses o fomento da reciclagem e formas alternativas de reutilização de materiais. O levantamento de hipóteses demonstra uma importante competência de trabalho nessa etapa, qual seja, a capacidade de avaliar e prever impactos nos ecossistemas. O professor então direcionou o acordo coletivo para uma atividade unificada: o projeto para a construção de uma casa sustentável (doravante identificada como CS). Nessa etapa, pôde-se avaliar que houve engajamento e boa interação dos estudantes, com diálogos produtivos, levantamento de hipóteses e discussão detalhada sobre a construção e validação do conhecimento científico, mobilizando conhecimentos importantes para a continuidade do desenvolvimento do projeto de ensino.

Etapa 2

A segunda etapa iniciou-se com um processo dialógico, coletando impressões e ideias sobre eventuais necessidades que deveriam constar em uma CS. Os estudantes tiveram autonomia e liberdade para inserir as demandas que conheciam e o professor reforçou a exigência do planejamento de ações por meio da construção de uma planta da CS. Observou-se que algumas ideias já demonstravam conexão com os propósitos de uma CS, como grandes janelas e espaço para hortas, enquanto outras propostas indicavam a necessidade de novas intervenções. Após a compilação das ideias para a produção de uma planta, iniciou-se a produção dos desenhos pelos estudantes de forma coletiva.

Em consonância com a proposta STEM, esse momento necessitou de maior mobilização da área artística

e do conteúdo matemático, em especial aos conceitos de proporção e as conversões de escalas. Após a criação do desenho básico pelos estudantes, utilizou-se placas de MDF recicladas e cortadas a laser nas dimensões planejadas pelos estudantes para proceder à montagem do protótipo da CS. Novamente, a participação e interação com os estudantes foram significativas, provavelmente em decorrência da materialização de uma ideia gerada em conjunto pelo grupo e com a inserção ativa dos sujeitos na prática desenvolvida (Viana e Silva, 2018). Nessa etapa, habilidades importantes foram mobilizadas, quais sejam: a capacidade de propor ou participar de ações da comunidade, propor e testar soluções éticas, estéticas, criativas e inovadoras para problemas reais, além de mobilizar intencionalmente conhecimentos e recursos para atuação em situações-problema³.

Etapa 3

Após a construção da maquete de casa com MDF, outro aspecto discutido foi a necessidade de climatização em função das condições geográficas locais. Espontaneamente, os estudantes questionaram o uso de aparelhos comerciais de ar condicionado em função do consumo de energia elétrica, dos materiais que são utilizados em sua confecção e do gás refrigerante, entre outros aspectos. Observou-se também que os estudantes não possuíam, até aquele momento, subsídios para propostas alternativas de climatização, sendo fundamental a atividade mediada pelo professor para a integração de novos elementos de modo a permitir a continuidade do processo. Assim, conceitos da ciência Física, como a absorção e o espalhamento da luz devido ao recobrimento com tintas, foram mobilizados e conectados aos contextos cotidianos dos alunos, introduzidos a partir da discussão sobre o uso de roupas escuras em um dia de sol e a sensação térmica produzida. Nesse sentido, outra

observação pertinente foi que os estudantes apresentaram diferentes perfis conceituais sobre esses fenômenos (Amaral e Mortimer, 2001), não considerando reflexamente sua vinculação a formas de saber genuinamente científicos, tampouco ao próprio processo de construção da CS. Tais aspectos denotam a importância da mediação na (re)contextualização desses conhecimentos para transposição de saberes adquiridos no âmbito escolar a outros processos e fenômenos do cotidiano.

Em seguida, os estudantes apresentaram a hipótese de utilizar um recobrimento com tinta refletiva, utilizando para isso materiais de cor branca. Um estudante comentou: “Mas, professor, as tintas não são tóxicas?” Tal questionamento e a intervenção subsequente são relevantes, pois abrangem habilidades como: identificar, prever, e avaliar as questões de ecossistema e suas resoluções em comunidade. O professor então apresentou a possibilidade do uso de materiais naturais não tóxicos para a realização da pintura, como a argila, solicitando que cada estudante providenciasse porções de solo próximo aos locais de residência. Conforme é possível depreender, nessa interlocução fomentou-se a capacidade de análise, representação das transformações e aspectos de conservação na natureza⁴.

As amostras recolhidas pelos estudantes foram comparadas e discutidas em função de diversas propriedades físico-químicas, tornando-se um importante momento de sistematização e vinculação da temática aos conceitos químicos de trabalho no projeto. A partir desses materiais, as tintas para o recobrimento da CS foram produzidas, conforme sintetizado no Fluxograma 1.

Os estudantes notaram as diferentes pigmentações geradas com as amostras recolhidas, subsidiando novos momentos para discussão sobre a composição química desses materiais. Discutiu-se, por exemplo, a presença de íons ferro



Fluxograma 1: Produção de tinta a partir de material do solo.

na coloração avermelhada do solo, a capacidade de fixação de compostos orgânicos e nitrogenados em amostras escuras, além da prevalência de sílica em materiais mais esbranquiçados (Silva, 2015). Um estudante conseguiu correlacionar a inserção de matéria orgânica no solo e seu potencial para adubação com as mudanças nas características físico-químicas do material, indicando que essa amostra de solo derivava de um jardim. Com isso, foi possível avançar na compreensão do solo como parte da dinâmica do ambiente e das influências que o uso e ocupação humana do solo podem acarretar para a regulação do ecossistema (Lima, 2005).

De modo complementar, o professor propôs a produção de novas tintas, agora a partir de biomassa vegetal, com o intuito de ampliar os testes de materiais conhecidos pelos estudantes com capacidade para utilização no projeto. Para isso, foram testadas amostras vegetais como beterraba, repolho roxo, cenoura, espinafre, açafrão, colorau e café. Para cada amostra, entretanto, foi discutida e implementada uma forma de extração diferente como maceração, aquecimento e trituração, dependendo dos extratos obtidos. Essa ação mobilizou novos conhecimentos químicos que também emergiram contextualmente na necessidade do trabalho proposto. O Fluxograma A do Material Suplementar² ilustra parte da produção de tintas de origem vegetal.

Um questionamento recorrente nessa atividade foi a respeito do número de “ingredientes” presentes nas tintas vegetais produzidas, uma vez que, nas formulações comerciais, são adicionados numerosos compostos químicos. Diante disso, o professor sugeriu a realização de um levantamento dos itens utilizados para fabricação industrial de tintas, a partir de fontes confiáveis, para posterior compartilhamento e discussão em grupo. Assim, estimulou-se novamente a capacidade de selecionar e mobilizar intencionalmente recursos criativos relacionados às Ciências da Natureza para resolução de problemas reais⁵.

Como resultado, os estudantes relataram que as tintas industriais apresentam muitos “ingredientes” com nomes muito “complicados”. Tais resultados lançam luz sobre o hermetismo presente na linguagem química, que muitas vezes desestimula o acesso à ciência (Chassot, 2003) e reforça

a necessidade de ações pedagógicas mediadas considerando a “importância da linguagem química na aprendizagem de conceitos químicos, atribuindo-lhe um papel constitutivo na elaboração do pensamento químico” (Schnetzler e Antunes-Souza, 2019 p. 949). Com auxílio da lousa, foi possível montar um esquema ilustrativo da produção de tintas comerciais e seus componentes. Assim, contribui-se para deslindar a nomenclatura dos compostos ainda desconhecidos pelos estudantes, como também para o reconhecimento de sua funcionalidade química (Figura A – Material Suplementar²).

Nesse contexto, reforçou-se que as tintas são, em realidade, composições químicas pigmentadas ou não, que, após aplicada em determinada superfície, promovem um revestimento que propicia acabamento, resistência, durabilidade, valorização/decoração e proteção ao material principal.

Após a produção das tintas vegetais e minerais, promoveu-se ainda a atividade de teste dos materiais em ambiente com sol pleno para análise de variação relativa de temperatura e, com isso, definir as cores aplicadas ao protótipo da CS com a especificidade de cada ambiente. A Figura 1 ilustra uma comparação entre as placas e sua exposição ao sol. A atividade experimental possibilitou a discussão e contextualização dos conteúdos em estudo numa perspectiva interdisciplinar, permitindo evidenciar a maior absorção da luz e uma elevação da temperatura do protótipo utilizando-se as tintas com cores mais escuras por meio da medida *in situ* com termômetro digital.

Com esses resultados, os alunos foram capazes de consolidar o conhecimento científico sobre as diferentes composições de materiais e sua respectiva coloração em relação à absorção de energia, mobilizando tais saberes para a tomada de decisão na montagem do protótipo da CS. Avalia-se que houve uma boa dinâmica de interação com o conteúdo, porém com domínio ainda incipiente de aspectos conceituais que sinalizam a necessidade de novas intervenções não adstritas ao desenvolvimento do projeto.

Etapa 4

Após a pintura do protótipo de CS e o teste das tintas ao sol, observou-se uma boa distribuição de calor e



Figura 1: Comparação entre as placas testes com as tintas produzidas e momento de exposição ao sol para análise.

luminosidade nos cômodos, contudo, outros aspectos de uma casa ainda careciam de maior debate, em especial a presença de energia elétrica. Inserida essa nova demanda, os estudantes relataram a possibilidade de implantação de energia renovável com instalação de placas solares. Com essa abordagem, iniciou-se o trabalho integrando a questão da geração e consumo de energia aos conceitos específicos como resistência, carga elétrica e circuitos elétricos, atingindo habilidades previstas para este ciclo de escolarização².

Para a execução do projeto, o professor disponibilizou 6 placas solares com capacidade individual de gerar 6V, 1W e 200mA em sol pleno. Essas placas solares foram utilizadas pelos alunos na montagem do protótipo com auxílio do programa online *Tinkercad*, uma plataforma digital gratuita que permite a criação e o teste de circuitos eletrônicos. A partir da interação com o software, os estudantes simularam os testes com as placas disponibilizadas e, em seguida, procederam às instalações necessárias, articulando as relações entre circuitos em série e paralelo, potência e geração de corrente elétrica.

Com um maior auxílio do professor, as placas foram instaladas no teto do protótipo, utilizando canudos de plástico como condutores para a fiação elétrica e luzes LED para avaliação da operacionalização do circuito formado. Nessa etapa, observou-se um avanço conceitual importante, com participação plena dos estudantes e maior necessidade de orientação do professor para a execução das atividades. Os conceitos trabalhados foram interrelacionados a partir da demanda da atividade prática durante o processo de construção do protótipo, configurando uma das vantagens da abordagem por projetos conforme os preceitos da abordagem STEM (Maia *et al.*, 2021).

Etapa 5

A etapa 5 surgiu da necessidade de abastecimento de água no protótipo de CS. Esse foi um momento oportuno não apenas para retomar aspectos relativos à temática química da água, mas também para correlacioná-la às questões sociais referentes ao saneamento urbano, acesso à água e perfil de consumo. Uma ideia trazida pelos estudantes foi a possibilidade de canalização de água da chuva interligada a uma horta sustentável. Assim, decidiram por instalar a horta nos espaços do protótipo denominados por eles próprios de “varanda”, pois, segundo os estudantes, esse ambiente apresentaria condições de luminosidade suficiente, facilitando o processo de plantio e colheita. Nota-se um potencial para integração de conhecimentos com aspectos da Biologia a partir da temática horta sustentável (Rezende *et al.* 2014) e questões sociais de acesso à terra e direito à alimentação saudável em Sociologia, com interface para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU.

Etapa 6

A criação da horta produziu excesso de matéria orgânica. Em conjunto com o solo utilizado na etapa 3, suscitou a necessidade de descarte desses materiais. Um momento

de discussão mediado pelo professor foi justamente para propor destinação correta para tais resíduos. De modo geral, os estudantes estão habituados com a necessidade de tratamento e destino de resíduos sólidos no convívio familiar ou por meio de ações na própria escola. Em função disso, sugeriu-se a organização de uma composteira. A interação com esses estudantes permitiu notar, entretanto, que, embora reconheçam a possibilidade de compostagem como recurso adequado à destinação de materiais orgânicos, alguns alunos não vivenciaram a montagem ou a manutenção de uma composteira.

Diante disso, o professor apresentou a proposta de uma composteira utilizando materiais recicláveis, como garrafas PET, iniciando a produção de composteiras em menor escala para inclusão no protótipo da CS e a possibilidade de discussão dos conceitos centrais do processo bioquímico envolvido. Inicialmente, apenas resíduos de alimentação vegetal foram acrescentados à composteira, como cascas de banana e batata. Optou-se por não adicionar minhocas, favorecendo a compostagem por fungos e outros microrganismos naturalmente presentes nestes materiais. Após o período de 4 semanas, foi produzida uma quantidade considerável de adubo líquido, possibilitando revisar conteúdos matemáticos como frações, além de introduzir novos conceitos químicos como concentração e diluição, indispensáveis à aplicação prática do adubo disponibilizado.

Como relatam Silva *et al.* (2015), o trabalho com a produção de compostagem favorece o trabalho interdisciplinar pelas próprias características presentes nesse processo bioquímico, mas também se articula com outros campos do conhecimento, como Sociologia e Gestão Ambiental. Ao permitir a interação com os conteúdos de forma autônoma num projeto inspirado pela abordagem STEM, promove-se a atuação e a reflexão dos estudantes sobre estas temáticas, estimulando o envolvimento dos estudantes e melhorando, por conseguinte, a experiência de aprendizagem (Bachich e Holanda, 2020). Desse modo, analisamos que, no início dessa etapa, os estudantes encontravam-se em um nível inicial de domínio dos conteúdos químicos, como também com baixo comprometimento para as ações propostas, apresentando dificuldade nas atividades de resolução de exercícios e na interação com o grupo durante as aulas expositivas. Contudo, essa perspectiva foi modificada após as ações práticas, como a diluição do adubo orgânico e sua aplicação nas hortas do protótipo, o que permite visualizar um avanço para níveis mais altos de comprometimento e envolvimento com os conteúdos disponibilizados.

Etapa 7

Para Cavassani *et al.* (2023), os eventos de divulgação científica, em especial quando desenvolvidos pelos estudantes, são relevantes para a sistematização do conhecimento trabalhado em projetos de ensino. O ato de sistematizar e comunicar apropriadamente um conjunto de conhecimentos permite uma reorganização mental dos conceitos dos alunos, evidenciando novas conexões que auxiliam a produção de

significados. Nos momentos de exposição, os estudantes dialogam com outros estudantes e professores, promovem interações, dúvidas e questionamentos. Com isso, são capazes de estimular a relação entre aspectos experimentais e quadros conceituais explicativos, promovendo a reformulação dos próprios saberes e o uso da linguagem científica em sua interrelação entre senso comum e conhecimento científico (Silva, 2021).

Desse modo, a etapa 7 consistiu na finalização do projeto e divulgação dos resultados alcançados. Para isso, os estudantes organizaram um evento de exposição do protótipo da CS demonstrando as etapas realizadas e os resultados parciais produzidos, em especial os testes realizados com as placas solares, as tentativas de produção de tintas da etapa 3 e a composteira formulada na penúltima etapa. Essa ação foi importante não apenas para incentivar e estimular novos estudantes no desenvolvimento de projetos de ensino e para aprendizagem dos conceitos e conteúdos envolvidos, mas também para conceber no desenvolvimento de projetos (quicá na ciência de referência) a relevância da proposta e do teste de hipóteses, da experimentação e a necessidade da não estigmatização dos resultados insatisfatórios. A Figura B do Material Suplementar² ilustra o protótipo pronto e o momento de visita guiada da comunidade na interação com o projeto.

Nesse sentido, compreende-se que a “experimentação coerente com uma proposta pedagógica que promova aprendizagem significativa deve permitir as possibilidades de erro e acerto, utilizando-os como estratégia de ensino” (Augustinho e Vieira, 2021, p. 44). Assim, os estudantes apresentaram suas produções, explicando as etapas com desenvoltura e as funcionalidades de cada parte do protótipo, evidenciando a atribuição de significados aos conceitos trabalhados em sala de aula que favorecem a compreensão plena do propósito do projeto de ensino e, por conseguinte, da experiência educativa.

Conclusão

O novo Ensino Médio tem sido foco de acaloradas discussões, com a percepção majoritária entre educadores químicos de um retrocesso latente no que diz respeito à concepção educacional subjacente à proposta, como também em relação a sua operacionalidade calcada no discurso de “escolha” de diferentes eixos formativos pelos estudantes. Mais grave, denunciam o esvaziamento e (im) possibilidades de aprendizagem concreta de conteúdos de Ciência e demais áreas do conhecimento. Conquanto esses aspectos denotem a necessidade urgente de esforço político para sua eventual readequação ou ainda revogação, de outro lado há a figura do professor que se vê diante da exigência de implementação de itinerários formativos e o desenvolvimento de projetos inseridos nessa nova organização do Ensino Médio.

Assim, este trabalho aponta um caminho possível para lidar com o projeto de construção de uma casa sustentável

presente no itinerário formativo de Ciências do novo Ensino Médio, auxiliando os professores na organização de tais atividades, além de indicar as contribuições e os momentos que requerem maior atenção à sua plena implementação. Conforme destacam-se dos resultados, é possível integrar conhecimentos e demandas regionais com os conceitos de referência, focalizando a perspectiva química dos processos e fenômenos. A proposta sustentada pela abordagem STEM favorece o comprometimento dos estudantes, a posição proativa e colaborativa, além de permitir a atividade criativa, o teste de hipóteses e a experimentação que alicerça a construção contextualizada e significativa do conhecimento escolar.

Por fim, sinaliza-se que os rumos do Ensino Médio precisam ser discutidos à luz de uma análise ampla e séria, considerando a diversidade de *ensinos médios* que o país possui, mas também com um olhar prospectivo sobre qual Ensino Médio deseja-se para um futuro próximo, sob pena de novas ‘reformas’ apenas revolverem programas anteriores e, de todo modo, indesejados. Assim, como este trabalho pretende salientar, a abordagem por projetos focaliza aspectos da interdisciplinaridade, a posição ativa e colaborativa dos estudantes em atividades de proposta e teste de hipóteses que mobilizam e interrelacionam conhecimentos regionais e saberes científicos, sugerindo corresponder a aspectos desejáveis do ensino de Ciência em qualquer matriz de organização curricular do Ensino Médio. Fundamentado nessas diretrizes, o trabalho crítico do professor na perspectiva STEM é capaz de proporcionar uma aprendizagem contextualizada dos conceitos científicos e uma melhor experiência educativa dos sujeitos.

Notas

¹A lista de habilidades previstas para o desenvolvimento do projeto “Casa Sustentável” pode ser consultada no seguinte endereço: https://efape.educacao.sp.gov.br/curriculopaulista/wp-content/uploads/2022/10/MAPPA-CNT_MAT-UC2.pdf

²O Material Suplementar pode ser consultado no seguinte endereço: https://drive.google.com/drive/folders/1hfVcxJy_SsK9IBWGdB1fLcLr4q6C4eEG?usp=drive_link

³Essas habilidades são designadas, respectivamente, com os seguintes códigos: EM13MAT201, EMIFMAT06 e EMIFMAT11, conforme o Currículo Paulista.

⁴Estão ainda presentes habilidades relacionadas à capacidade de identificar, explicar questões socioculturais e ambientais, propor e testar estratégias de mediação. Tais habilidades relacionam-se com as habilidades relativas à intervenção para resolver problemas de natureza sociocultural e de natureza ambiental, conforme descritas em: EM13CNT101, EM13CNT107, EMIFCNT07 e EMIFCNT09.

⁵Compatíveis com as habilidades EMIFCNT05, EMIFCNT07 e EMIFCNT10.

⁶Como, por exemplo, as habilidades EM13CNT01 e EM13CNT107.

Guilherme Seminatti (guilherme.seminatti@aluno.ifsp.edu.br) licenciado em Química pelo Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de São Paulo (IFSP), Campus Catanduva. Atualmente é professor do nível médio na rede estadual de São Paulo. **Thiago Bernardo Cavassani** (thiagocavassani@yahoo.com.br), bacharel e mestre em Química pelo Instituto de Química da UNESP/Araraquara,

licenciado em Química pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto (FFCLRP- USP) e doutor em Química pela Universidade Federal de São Carlos. Atualmente é professor do Instituto Federal de São Paulo (IFSP), Campus Catanduva, SP – BR.

Referências

ALMEIDA, G. L.; LIMA, M. O.; OLIVEIRA, A. S. S. e CHAGAS, A. M. A educação midiática e o combate às fake news. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, v. 8, n. 5, p. 1470-1480, 2022.

ALVES, J. Q.; MARTINS, T. J. e ANDRADE, J. J. Documentos normativos e orientadores da Educação Básica: a nova BNCC e o ensino de Química. *Currículo sem Fronteiras*, v. 21, n. 1, p. 241-268, 2021.

AMARAL, E. M. R. e MORTIMER, E. F. Uma proposta de perfil conceitual para o conceito de calor. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 1, n. 3, p. 1-16, 2001.

AUGUSTINHO, E. S. e VIEIRA, V. S. Aprendizagem significativa como alicerce para metodologias ativas no ensino de ciências: uma interlocução em prol da educação de jovens e adultos. *Nova Revista Amazônica*, v. 9, n. 1, p. 37-49, 2021.

BACHICH, L. e HOLANDA, L. *STEAM em Sala de Aula: a aprendizagem baseada em projetos - integrando conhecimentos na Educação Básica*. Porto Alegre: Penso, 2020.

BENEDETTI FILHO, E. e MATSUMOTO, M. Y. Hantaro Nagaoka e o modelo saturniano. *Química Nova na Escola*, v. 44, n. 1, p. 9-16, 2022.

BORBA, J. F. S. *O cultivo da uva Isabel (Vitis labrusca 'Isabella') no município de Natuba: uma análise entre a interface da etnoquímica e a abordagem STEAM no ensino de Química*. Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2023.

BYBEE, R. W. What is STEM Education? *Science*, v. 329, p. 996-966, 2010.

CAVASSANI, T. B.; ANDRADE, J. J. e MARQUES, R. N. O Arco de Maguerz como oportunidade para a aprendizagem problematizadora e ativa no ensino de Química. *Química Nova na Escola*, v. 45, n. 2, p. 142-151, 2023.

CHASSOT, A. *Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação*. 3ª ed. Ijuí: Unijuí, 2003.

CLEOPHAS, M. G. Integração entre a gamificação e a abordagem STEAM no ensino de Química. *Revista de Educação da Universidade Federal do Vale do São Francisco*, v. 10, n. 23, p. 78-109, 2020.

COHEN, L.; MANION, L. e MORRISON, K. *Research Methods in Education*. 8ª ed. Londres: Routledge, 2018.

FAÉ, I. e SANSONI, N. COP26: O planeta na mão das grandes corporações? *Pet economia UFES*, v. 2, n. 2, p. 42-46, 2022.

FAGUNDES, A. J. F. M. *Descrição, Definição e Registro de Comportamento*. São Paulo: Edicon, 1985.

FERNANDES, D. *Rubricas de Avaliação*. Folha de apoio à formação - Projeto de Monitorização, Acompanhamento e Investigação em Avaliação Pedagógica (MAIA). Lisboa: Ministério da Educação, 2021.

LIMA, M. R. O solo no ensino de ciências no nível fundamental. *Ciência & Educação*, v. 11, n. 3, p. 383-395, 2005.

LIMA, W. G.; SASSI, S. B.; MACIEL, C. e CASAGRANDE, A. L. *STEAM e Ensino Médio: Projetos da Rede de Ensino*

Mato-Grossense. In: *Anais do XXIX Seminário de Educação (SemiEdu)*. Cuiabá, 2021.

MAIA, D. L.; CARVALHO, R. A. e APPELT, V. K. Abordagem STEAM na educação básica brasileira: uma revisão de literatura. *Revista Tecnologia e Sociedade*, v. 17, n. 49, p. 68-88, 2021.

MUSSI, R. F. F.; FLORES, F. F. e ALMEIDA, C. B. Pressupostos para a elaboração de relato de experiência como conhecimento científico. *Práxis Educacional*, v. 17, n. 48, p. 60-77, 2021.

OLIVEIRA, E. F. S. *Utilização da metodologia STEAM no Ensino Médio: uma abordagem sobre compostagem no ensino de Química*. 2023. Dissertação de Mestrado - Universidade de São Paulo, Lorena, 2023.

PEREIRA, A. A. G. Documentários de ciências na formação inicial de professores: contribuições para uma leitura crítica sobre aquecimento global. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 25, n. 2, p. 1-18, 2020.

PINHEIRO, D. C. Quando a fake news acelera o Antropoceno: o caso da Floresta Amazônica (2018-2021). *Liinc em Revista*, v. 18, n. 1, p. 1-19, 2022.

PORTO, P. A. e QUEIROZ, S. L. Os rumos do Ensino Médio. *Química Nova na Escola*, v. 45, n. 2, p. 91-92, 2023.

PUGLIESE, G. STEM education: um panorama e sua relação com a educação brasileira. *Currículo sem fronteiras*, v. 20, n. 1, p. 209-232, 2020.

REZENDE, B. L. A.; ALMEIDA, J. S.; AMADO, M. V.; PEREIRA, M. R.; CARVALHO, V. S.; ENDRINGER, D. C. e LEITE, S. Q. M. A interdisciplinaridade por meio da pedagogia de projetos: uma análise do projeto "Horta escolar: aprenda cultivando hortaliças" numa perspectiva CTSA. *Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica*, v. 4, n. 1, p. 179-191, 2014.

ROSSETTO, G. P.; GREGÓRIO, J. P. e RAUPP, D. T. Uma unidade temática sobre poluição atmosférica para o ensino de química. *REPPE: Revista do Programa de Pós-Graduação em Ensino*, v. 6, n. 1, p. 54-83, 2022.

SÃO PAULO (Estado) Secretaria da Educação. *MAPP - Material de Apoio ao Planejamento e Práticas do Aprofundamento*. São Paulo, 2018.

SCHNETZLER, R. P. e ANTUNES-SOUZA, T. Proposições didáticas para o formador químico: a importância do triplete químico, da linguagem e da experimentação investigativa na formação docente em química. *Química Nova*, v. 42, n. 8, p. 947-954, 2019.

SILVA, A. L. *A Geotinta no contexto da arte e da agroecologia*. Monografia (Tecnologia em Agroecologia) - Universidade Federal de Campina Grande, Sumé, 2015.

SILVA, M. A.; MARTINS, E. S.; AMARAL, W. K.; SILVA, H. S. e MARTINES, E. A. L. Compostagem: experimentação problematizadora e recurso interdisciplinar no ensino de química. *Química Nova na Escola*, v. 37, n. 1, p. 71-81, 2015.

SILVA, S. H. *Feira de Ciência: uma estratégia pedagógica para aprender Química no Ensino Médio*. Monografia (Licenciatura em Química) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia

do Sertão Pernambucano, Ouricuri, 2021.

TAVARES, L. H. M. C.; NEGÓCIO, P. Á. F. e LIMA-NETO, V. Uma análise discursiva sobre as fake news: reflexões para o ensino. *Letra Magna*, v. 16, n. 25, p. 1376-1389, 2020.

VIANA, F. A. M. e SILVA, J. F. Metodologia ativa na monitoria de semiologia e semiotécnica: uma vivência acadêmica. In: *Anais do Conexão Fametro*. Fortaleza, 2018.

Para saber mais

TOLENTINO NETO, L. C. B.; OCAMPO, D. M.; DÁVILA, E. S.; LOPES, A. F.; MELO, G. C.; MEDEIROS, J. G.; LOPES, W. M. e MARTINS, P. A. *Entendendo as necessidades da escola do século XXI a partir do movimento STEM*. Recife: Even3 Publicações, 2021.

Abstract: *Construction of a sustainable house: exploring project development and STEM approach in the new high school.* Few works in the literature discuss the implementation methods and the results eventually achieved in the application of science education projects outlined in the structure of Brazilian new high school curriculum. Thus, this work consists of an experiential report in which the implementation paths and results obtained in the construction project of a sustainable house within the formative itinerary “My Role in Sustainable Development” are discussed. Based on the STEM approach, the results emphasize the opportunities for interdisciplinary work in learning chemical concepts such as nomenclature, separation of mixtures and properties of compounds. We highlight the engagement and active involvement of students during the learning process, as well as the intricacies and difficulties for the full implementation of the project. It is expected that the present paper contributes with new insights for teachers who intend to implement the project-based approach in the new high school curriculum.

Keywords: STEM, new high school, project-based learning, active methodology