

ABORDAGEM STEAM NO ENSINO DE QUÍMICA: O ESTADO DA QUESTÃO

RAÍZA DE ARAÚJO DOMINGOS SOARES, DENNYS LEITE MAIA

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

<prof.raiza08@gmail.com> <dennys@imd.ufrn.br>

DOI: 10.21439/conexoes.v17i0.2787

Resumo. O presente estudo tem por finalidade construir, por meio de levantamento bibliográfico, o Estado da Questão (EQ) a respeito da abordagem STEAM, com foco na aprendizagem em Química. O levantamento foi realizado na plataforma Google Acadêmico, buscando identificar: I) trabalhos que aplicaram a abordagem STEAM com foco na componente Química e II) como os conceitos da disciplina são trabalhados por meio da abordagem no Ensino Médio. Levou-se em consideração os últimos cinco anos e, aplicando critérios de exclusão e inclusão, não foram encontrados trabalhos realizados no Brasil, sendo todos os selecionados provenientes do continente asiático. Os resultados das aplicações sugerem que o uso da abordagem STEAM potencializa a aprendizagem de conceitos químicos, em destaque para conceitos do campo da Química orgânica e inorgânica, citados em três (38%) dos trabalhos selecionados, proporcionando o engajamento dos alunos em atividades práticas que possibilitam o desenvolvimento de habilidades tais como: pensamento crítico, criatividade, comunicação, junto ao entendimento dos conceitos científicos envolvidos. Observou-se que metodologia ativa Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) foi a mais escolhida nos casos analisados, bem como metodologias similares, por suas características que permitem uma maior autonomia dos estudantes. A preocupação com as demandas formativas atuais torna primordial novas abordagens como STEAM que permite trabalhar a motivação e mesclar os conhecimentos das áreas.

Palavras-chaves: Abordagem STEAM. Ensino de Química. Inovação Educacional.

STEAM APPROACH IN CHEMISTRY TEACHING: THE STATE OF THE QUESTION

Abstract. The purpose of this study is to construct, through a bibliographical survey, the State of the Question (EQ) regarding the STEAM approach, focusing on learning in Chemistry. The survey was carried out on the Google Scholar platform, seeking to identify: I) works that applied the STEAM approach with a focus on the Chemistry component and II) how the concepts of the discipline are worked through the approach in High School. The last five years were taken into account and, applying exclusion and inclusion criteria, no works carried out in Brazil were found, with all those selected coming from the Asian continent. The results of the applications suggest that the use of the STEAM approach enhances the learning of chemical concepts, especially concepts from the field of organic and inorganic chemistry, mentioned in three (38%) of the selected works, providing student engagement in practical activities that enable the development of skills such as: critical thinking, creativity, communication, along with the understanding of the scientific concepts involved. It was observed that the active Project-Based Learning (PBL) methodology was the most chosen in the cases analyzed, as well as similar methodologies, due to its characteristics that allow greater student autonomy. Concern with current training demands makes new approaches such as STEAM essential, which allows you to work on motivation and mix knowledge in the areas.

Keywords: STEAM approach. Chemistry Teaching. Educational Innovation.

1 INTRODUÇÃO

Hodiernamente, compreender as novas demandas formativas dos estudantes e de que modo contribuir para seu desenvolvimento tem sido foco de muitos estudos no campo educacional. O surgimento de novas abordagens pedagógicas e metodologias de ensino acompanha esse crescimento e, ao mesmo tempo que torna-se objeto de estudo nas mais diversas áreas do conhecimento, também causa confusões dentre tantos termos e formas de implementação diferentes, mas que têm em comum o protagonismo discente. Por isso, a necessidade de estudos para acompanhamento e entendimento de práticas inovadoras que despontam nos mais diversos países é parte primordial para compreensão e inspiração, orientando a implementação no cenário brasileiro.

Este levantamento é parte integrante do desenvolvimento de uma pesquisa cujo foco principal foi compreender a Abordagem STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*) e seu impacto para o campo do Ensino da Química. Diante de uma abordagem pedagógica relativamente nova no país, mas que começa a se disseminar (MAIA; CARVALHO; APPELT, 2021), é imperioso um levantamento bibliográfico para compreender o estado em que se encontra e o modo de implementação no currículo, neste caso especificamente, em conjunto com a disciplina de Química, para aprendizagem de conceitos abordados neste campo das Ciências Natureza.

Este artigo se apresenta da seguinte forma: na seção seguinte, aborda o histórico e as características da abordagem STEAM e o Ensino de Química. Em seguida, são descritos os procedimentos metodológicos utilizados no levantamento bibliográfico que gerou os dados analisados. Na terceira seção, tem-se a descrição e análise dos trabalhos selecionados. O artigo é finalizado com as conclusões alcançadas por meio dos resultados obtidos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A abordagem STEAM estimula o ensino dos conceitos das áreas presentes em seu acrônimo (Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática), de forma a integrá-las e utilizá-las para compreensão e resolução de problemas do mundo real. Ela se desenvolve por meio de práticas inter e transdisciplinares, favorecendo o desenvolvimento de habilidades que contribuem para lidar com os desafios do mundo contemporâneo, como colaboração, criatividade, pensamento crítico e comunicação, sendo estas conhecidas atualmente como habilidades do Século XXI (MAIA; CARVALHO; APPELT, 2021; BACICH; HOLANDA, 2020). Diante

dessas características, na abordagem STEAM utiliza-se, com frequência, metodologias ativas como a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) nas suas aplicações, pois favorecem o desenvolvimento de práticas mais ativas.

A abordagem origina-se de outro movimento conhecido por STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) que, por sua vez, teve sua origem nos anos de 1990, nos Estados Unidos, pela *National Science Foundation* (NSF) e popularizou-se como tendência para o ensino em 2001 (SANDERS, 2009). De acordo com (PUGLIESE, 2017), essa proposta nasce da necessidade de incentivar os estudantes para as carreiras científicas e tecnológicas, diante da escassez de mão de obra e desinteresse pelas áreas que compõem o STEM. Para Bacich e Moran (2018), o STEM busca compreender a realidade e resolver problemas com o uso e aplicação dos conhecimentos de Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática em conjunto com habilidades de interpretação, comunicação, análise e síntese. Embora o trabalho com essa abordagem oportunize situações de aprendizagem diversificadas e complexas, a criatividade, o pensamento crítico, as relações com a sociedade nem sempre são devidamente exploradas, em alguns casos são mesmo negligenciadas. Nesse sentido, discussões que partem da necessidade de estabelecer uma postura mais reflexiva em relação às áreas do STEM com as Ciências Humanas e Sociais foram determinantes para o surgimento do STEAM. Afinal, as tecnologias devem estar à serviço da humanidade.

Assim, a integração das Artes às práticas STEM é elemento decisivo para maior sensibilização e expansão do olhar para os problemas do mundo real, garantindo uma perspectiva mais rica na construção do conhecimento. A abordagem STEAM pode ser implementada por meio de projetos, utilizando-se de metodologias ativas que favoreçam a integração das áreas. Está alinhada a uma perspectiva sóciointeracionista, com forte influência do Construcionismo. Além da metodologia ativa ABP, outras abordagens pedagógicas inovadoras como a Cultura Maker e a Robótica Educacional, são comumente relacionadas à STEAM (MAIA; CARVALHO; APPELT, 2021). Ademais, cumpre mencionar que STEAM é, pois, uma abordagem pedagógica, uma forma de aproximar o trabalho de produção do conhecimento em sala de aula com os procedimentos científicos e metodológicos das áreas que a compõem e, por isso, demanda metodologias ativas de aprendizagem para sua implementação.

A Química faz parte da área de Ciências da Natureza e dentro da STEAM, encontra-se representada, prioritariamente, pela letra S, do termo em inglês Science.

A aprendizagem de seus conceitos, base para compreensão de diversos fenômenos do cotidiano tem grande importância para a formação básica discente. Contudo, estudos apontam o desinteresse e dificuldades dos estudantes com aquele componente curricular. De acordo com o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa), cerca de 55% dos estudantes brasileiros não apresentam o nível básico de conhecimentos em Ciências da Natureza (BRASIL; (INEP), 2020). Há mais de uma década, autores como Santos (2007) e Pozo e Crespo (2009) apontam que os estudantes não conseguem identificar a relação entre o que estudam em Ciências e o seu cotidiano, resumindo o estudo à memorização de nomes difíceis e classificação de fenômenos. Diante desse quadro, é imperioso desenvolver práticas que conduzam os estudantes a compreender a Química presente em sua volta. A disseminação de abordagens pedagógicas que permitam romper com aquele modelo de ensino falido, dissociado da realidade e compartmentado precisa acontecer considerando a realidade e especialidades locais. Com esse pensamento, buscou-se compreender os impactos de projetos STEAM na aprendizagem de conceitos Químicos, com o protagonismo discente na resolução de problemas do contexto e interesse dos estudantes, com atividades investigativas, criativas e interdisciplinares.

3 METODOLOGIA

Buscou-se por meio de levantamento bibliográfico construir o Estado da Questão (EQ) sobre a utilização da abordagem STEAM com foco na componente de Química. De acordo com Nóbrega-Therrien e Therrien (2004), o EQ tem por finalidade desvelar como se encontra o tema ou objeto de investigação no estado atual da Ciência, por meio de rigoroso levantamento bibliográfico. Para nortear e organizar o mapeamento das produções, foram elaboradas as seguintes questões de pesquisa: (i) Quais e quantos trabalhos aplicaram a abordagem STEAM com foco na componente Química? e (ii) Como os conceitos da Química são trabalhados por meio da abordagem STEAM no Ensino Médio?

O levantamento buscou produções relacionadas às questões na plataforma *Google Acadêmico*, por ser gratuita e permitir ao pesquisador acesso facilitado à literatura acadêmica de forma abrangente, identificando artigos de relevância (SANTOS; SANTOS, 2017; NORUZI, 2005). Utilizaram-se *strings* de busca para fracionar a temática da pesquisa em palavras-chaves e promover o encontro de trabalhos mais relacionados ao objeto de estudo. A tabela 1 apresenta as *strings* de busca adotadas:

Em seguida, delinearam-se critérios de exclusão e

inclusão para a seleção de trabalhos que de fato estariam relacionados com a pesquisa. Tais critérios, apresentados no Quadro 1, são importantes na filtragem das informações encontradas, com vistas a garantir qualidade e objetividade das produções e dados levantados.

A partir da definição dos critérios, foi realizada a leitura dos trabalhos e retirados aqueles que apenas citavam os termos da busca ou cuja natureza do trabalho era a descrição de práticas aplicadas em outros contextos que não o Ensino Médio, como pesquisas desenvolvidas com professores da Educação Básica ou aplicações realizadas em instituições de Educação Superior. Após essa etapa da pesquisa, restou um total de oito artigos cujos ano de publicação, títulos, autores, tipo de produção e país de origem estão apresentados na Tabela 2. Vale destacar a proeminência de produções asiáticas, especificamente da Indonésia e com a participação de uma mesma pesquisadora da Universidade Estadual de Jacarta. Das oito produções, todas de países asiáticos, seis são indonésias, dos quais cinco têm a professora Yuli Rahmawati como uma das autoras. Embora não seja foco deste estudo, este achado sugere que aquele país asiático seja um polo de desenvolvimento de pesquisas sobre práticas com abordagem STEAM em Química, que pode servir inspiração para proposição de um modelo nacional, considerando as singularidades culturais de cada nação.

A seção seguinte traz a descrição de cada um dos oito trabalhos selecionados para compreensão e reflexão da aplicação do STEAM e dos conceitos químicos envolvidos, iniciando com a resposta ao primeiro questionamento norteador desta pesquisa. Após a descrição dos trabalhos, será procedida a análise para resposta da segunda questão norteadora.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Concluída a etapa de busca e levantamento de trabalhos, buscou-se nesta seção responder os questionamentos iniciais que nortearam esse levantamento bibliográfico, por meio da descrição e análise dos trabalhos selecionados.

4.1 Identificação de trabalhos que aplicaram a abordagem STEAM com foco na componente Química

Ficou evidente a concentração de trabalhos no continente asiático, não só pelos resultados apresentados na Tabela 2, sendo a maioria provenientes da Indonésia, conforme já mencionado, mas também pela quantidade de artigos encontrados sobre STEAM, na primeira etapa da busca, oriundas da Coreia do Sul e do

ABORDAGEM STEAM NO ENSINO DE QUÍMICA: O ESTADO DA QUESTÃO

Quadro 1: *Strings de busca*

Strings de busca	Quantidade de trabalhos
"Steam Education"AND "Chemistry Learning"	80
"Steam Education"AND "Chemistry Teaching"	45
"Abordagem Steam"AND "Ensino de Química"	24
"Educação Steam"AND "Ensino de Química"	11
Total	160

Fonte: Elaborada pelos autores (2022)

Quadro 2: Critérios de inclusão e exclusão de trabalhos selecionados

Critérios de exclusão	Critérios de inclusão
<ul style="list-style-type: none"> • Duplicados • Inacessíveis ou pagos; • Livros ou capítulo de livros; • Revisões de literatura; • Não escritos em Inglês ou Português; • Práticas não implementadas no Ensino Médio; • Práticas sem relação com a Química; • Práticas STEM. 	<ul style="list-style-type: none"> • Artigos, tese ou dissertações publicadas entre 2017 e 2022 com <i>download</i> gratuito; • Artigos, teses ou dissertações que descrevem práticas STEAM no Ensino Médio com foco no ensino de Química.

Fonte: Elaborada pelos autores (2022)

Japão. Nesse mesmo levantamento inicial, também foram encontrados alguns poucos trabalhos sobre abordagem STEAM desenvolvidos no Brasil. Contudo, traziam de intervenções interessantes do ponto de vista pedagógico, mas que foram descartados em razão dos critérios de exclusão, uma vez que não abordavam a STEAM para o desenvolvimento de conceitos químicos no Ensino Médio. Levando em consideração esse cenário, identifica-se o caráter inovador desta pesquisa por trazer uma abordagem que ainda está em implementação no Brasil e trabalhar com um componente e faixa etária que ainda não possui relatos publicados, dentro do recorte temporal utilizado neste EQ. Tal achado corrobora com Nóbrega-Therrien e Therrien (2004) sobre as finalidades do EQ, que é destacar as contribuições da pesquisa ao tema investigado e ao estudo como um todo.

Portanto, é possível afirmar que, ainda que poucas, há experiências com abordagem STEAM para o trabalho com Química no Ensino Médio no mundo, especialmente em países asiáticos. Segundo Bacich e Holanda (2020), países desse continente incluíram a STEAM em seus currículos por meio de iniciativas pró-STEAM, o

que pode justificar o destaque. Ademais, alguns deles como China, Japão e Coréia do Sul estão entre aqueles países e economias com maior proficiência em Ciências no Pisa (SCHLEICHER, 2019). A ausência de trabalhos no Brasil, demonstra a necessidade de empreender estudos que promovam e, principalmente, orientem a disseminação de práticas STEAM em Química, de acordo com as demandas e idiossincrasias do país considerando que trata-se de uma prática promissora para a aprendizagem científica.

4.2 Conceitos químicos por meio da abordagem STEAM no Ensino Médio

Para esta análise, apresenta-se a descrição da prática STEAM identificada, destacando os conceitos curriculares de Química explorados. A ordem de relato dos artigos foi baseada no ano de publicação, conforme apresentado na Tabela 2, do mais antigo para o mais recente. A intenção é evidenciar uma possível progressão das experiências.

O primeiro artigo é um trabalho realizado na Indonésia. Os autores Ridwan, Rahmawati e Hadinugrahaningsih (2017) trazem os resultados referentes ao pri-

ABORDAGEM STEAM NO ENSINO DE QUÍMICA: O ESTADO DA QUESTÃO

Quadro 3: Lista de trabalhos organizados por ano, título, autoria, tipo e país

Ano	Título	Autoria	Tipo	País
2017	<i>STEAM integration in chemistry learning for developing 21st century skills</i>	Ridwan, Rahmawati e Hadinugrahaningsih (2017)	Artigo	Indonésia
2019	<i>The development of chemistry students' 21st century skills through a STEAM project on electrolyte and non-electrolyte solutions</i>	Rahmawati et al. (2019)	Artigo	Indonésia
2020	<i>Developing 22nd century skills through the integration of STEAM into smoke absorber project</i>	Ridwan et al. (2020)	Artigo	Indonésia
2020	<i>STEAM activity design based on 4C Education Concept</i>	Yang, Yan and Yang	Artigo	China
2021	<i>Development of students' conceptual understanding through STEAM project integration in thermochemistry</i>	Rahmawati et al. (2021)	Artigo	Indonésia
2022	<i>Students' engagement in education as sustainability: implementing an Ethical Dilemma-STEAM teaching model in Chemistry learning</i>	Rahmawati et al. (2022)	Artigo	Indonésia
2022	<i>Learning innovations: students' interest and motivation on STEAM-PJBL</i>	Suryaningsih et al. (2022)	Artigo	Indonésia
2022	<i>The development of a STEAM-Based Learning unit to promote High School students' understanding of ceramic concept</i>	Ritmaun, Chonchaiya e Duangpummet (2022)	Artigo	Tailândia

Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

meiro ano de um estudo de dois anos desenvolvido sobre a integração das áreas STEAM no aprendizado de Química. O foco do artigo é no desenvolvimento de habilidades do século XXI de estudantes do ensino secundário. A pesquisa foi realizada em duas instituições: uma pública e outra privada e adotou a ABP para o desenvolvimento da prática STEAM, corroborando com Bacich e Holland (2020) e Maia, Carvalho e Appelt (2021), de que essa metodologia ativa é uma das mais alinhadas à abordagem. O artigo visou relacionar o projeto STEAM aos seguintes conceitos de Química: hidrocarbonetos, petróleo, solubilidade, ácidos e bases e descreve uma das intervenções, que foi a construção de um aquário para um peixe dourado, intitulado Projeto do “Goldfish Aquarium”. Abordou-se o conceito de ácidos e bases, a partir das seguintes etapas de aplicação: *Relating*, em que os conceitos químicos são relacionados ao STEAM; *Planning*, etapa destinada ao planejamento do projeto; *Developing*, que é o desenvolvimento do projeto; *Cooperating*, descrito como etapa de colaboração no desenvolvimento do projeto; *Transferring*, etapa de

apresentação e discussão do projeto. Os pesquisadores apresentam um quadro descrevendo a relação do que foi desenvolvido no projeto com cada área presente no acrônimo STEAM, mostrando a integração com a Química por meio do projeto *Goldfish Aquarium*.

O foco da prática foi o desenvolvimento das habilidades do século XXI destacando: (i) habilidades de aprendizagem e inovação, (ii) informação, mídia e habilidades tecnológicas e (iii) habilidades para vida e carreira. Foram utilizados como instrumento de coleta de dados entrevistas, observações e diário reflexivo. Os resultados mostraram que os estudantes desenvolveram habilidades de ordem superior de pensamento crítico e criativo, resolução de problemas e habilidades de argumentação. Na busca de resolver os problemas para o desenvolvimento do aquário, os discentes utilizaram recursos como internet e livros e perceberam que a internet possui uma grande quantidade de informações, mas que nem todas são válidas. Então, de acordo com os autores, além de explorar as opções e informações, os estudantes também precisaram avaliar as informações encontradas. A partir do desenvolvimento do aquário

ABORDAGEM STEAM NO ENSINO DE QUÍMICA: O ESTADO DA QUESTÃO

Quadro 4: Integração STEAM na aula de Química com exemplo do projeto *Goldfish Aquarium*

<i>Science</i>	<i>Technology</i>	<i>Engineering</i>	<i>Art</i>	<i>Mathematics</i>
O conceito de ácido e base	Tecnologia de aeração	Criação do aquário	Decorar o aquário de acordo com a criatividade dos alunos	Cálculos na produção de aquários
Teste de indicadores contra soluções ácidas e básicas	Usando medidor de pH	Estabelecimento de indicadores naturais	Exibição de <i>PowerPoint</i> como material de apresentação	Cálculos na fabricação de soluções com um determinado pH
Testando a resistência dos seres vivos	Usando <i>laptop</i> , telefone celular, projetor, mídia <i>PowerPoint</i> como material de apresentação	Montagem do aerador	Faça uma criatividade da mídia	Medição de pH

Fonte: Ridwan, Rahmawati, Hadinugrahaningsih (2017) (Tradução nossa)

os discentes puderam aplicar os conhecimentos sobre ácido e base ao identificar qual pH seria propício para que o peixe viva, estudando sobre as condições ideais.

Por fim, os pesquisadores também apontaram vantagens da abordagem STEAM, destacando o desenvolvimento da colaboração ao trabalhar em equipe. Ao aplicar os conhecimentos escolares em situações reais, os estudantes usaram conhecimentos e habilidades no projeto para a solução de problemas, relacionando conhecimentos da Química com outros componentes curriculares. A partir desse trabalho é possível unir a Matemática, a Ciência, a Tecnologia, a Investigação e a Arte na aplicação do conhecimento de algo da vida cotidiana, com destaque para a compreensão do porquê é preciso entendê-las. Além disso, os autores também destacam o incentivo ao respeito pelas diferenças de pensamento e interesses entre os discentes.

O segundo artigo, de autoria de Rahmawati et al. (2019), também trata de um projeto desenvolvido na Indonésia. Nele, descreve-se um projeto com abordagem STEAM para aprendizagem da Química sobre soluções eletrolíticas e não eletrolíticas. Participaram do estudo, 32 estudantes do 10º ano (equivalente à 1º série do Ensino Médio no Brasil) que, assim como o trabalho anterior, buscava o desenvolvimento de habilidades do século XXI, também utilizando como metodologia a ABP.

Nesse projeto os discentes se debruçaram na construção de um circuito de *LED* (*light emitting diode*) em miniatura usando como fonte solução eletrolítica natural, como: limão, lima, maçã e água salgada. As etapas apresentadas são as mesmas descritas no trabalho anterior, *Relating, Planning, Developing, Cooperating e Transferring*, característica comum em projetos da

professora Rahmawati. Os autores relatam que os estudantes aplicaram e compreenderam os conceitos de Química para encontrar solução para o problema sobre como acender uma lâmpada LED. Os pesquisadores apontaram que a integração entre a abordagem STEAM e a ABP oportunizou o desenvolvimento da colaboração, comunicação, habilidades de resolução de problemas e pensamento crítico. Na situação descrita foi possível identificar que a questão norteadora foi um desafio colocado para os estudantes como situação-problema. Por meio das entrevistas realizadas, foi possível identificar o aprendizado dos conceitos químicos envolvidos, nas explicações que os discentes davam para as tarefas que estavam desempenhando. Segundo os autores, a abordagem STEAM propiciou o desenvolvimento das habilidades do século XXI juntamente à aprendizagem de conceitos químicos.

O terceiro artigo, dos autores Ridwan et al. (2020), também oriundo da Indonésia, tem o diferencial de trazer pensamento sobre as habilidades do futuro, pensando não só nas do século XXI, mas indo além, nas habilidades do século XXII. Nesse sentido, o artigo traz os 5C que seriam habilidades necessárias no futuro que está por vir, quais sejam: comunicação, colaboração, criatividade, pensamento crítico (*critical thinking*) e o cuidado com problemas ambientais. O projeto segue as mesmas etapas esquematizadas no estudo anterior de Rahmawati et al. (2019), visto que é mais uma pesquisa do mesmo grupo, e foi desenvolvido com 33 estudantes do 11º ano (equivalente à 2º série do Ensino Médio brasileiro). Nesse projeto, os estudantes tentaram montar um dispositivo capaz de extrair fumaça e filtrá-la com o princípio da absorção. Os dados foram coletados por meio de entrevista, observação de aula, diário reflexivo

ABORDAGEM STEAM NO ENSINO DE QUÍMICA: O ESTADO DA QUESTÃO

e teste. O sistema de absorção de fumaça foi a ideia apresentada pelos estudantes para minimizar problemas relacionados à poluição do ar que acontece na região de Jacarta, capital da Indonésia. Assim como no primeiro trabalho citado anteriormente, foi apresentado pelos autores um quadro com a relação do projeto desenvolvido com cada área do acrônimo STEAM. Tal forma de apresentar as relações entre as áreas torna mais compreensível e visível a contribuição de cada área na solução do problema e desenvolvimento do projeto interdisciplinar.

Como conclusão, os autores argumentam que ao implementar os conhecimentos químicos para a resolução de um problema ambiental foi possível desenvolver o pensamento crítico e criatividade. Por meio da elaboração do projeto de forma colaborativa, foram desenvolvidas a comunicação e o cuidado, habilidades evidenciadas nas falas dos estudantes, transcritas no artigo, bem como a compreensão dos conceitos sobre sistemas coloidais.

O quarto trabalho selecionado, seguindo a ordem apresentada na Tabela 2, foi desenvolvido na China e traz um relato de projeto que utiliza o conceito educação 4C e abordagem STEAM para o ensino de conceitos químicos sobre o processo de tingimento tie dye que faz parte da cultura e tradição do país. Os autores Yang, Yan e Yang (2022) explicam que o método de ensino 4C combina a Educação Lego com a teoria Construtivista, e oferece um modelo e suporte para o projeto STEAM. Tal método se divide em quatro etapas, sendo elas: *connection-construction-contemplate-continue*. Conexão (*connection*) é o momento de criação da situação problema que irá relacionar os novos conhecimentos com uma situação real existente. A etapa de construção (*construction*) diz respeito não somente ao processo de construção de algo físico, como também à assimilação do conhecimento. Na sequência, a próxima etapa é a contemplar (*contemplate*), referindo-se ao momento de reflexão do processo de construção. A última etapa (*continue*) é a de aplicação e transferência do conhecimento que, inclusive, pode sugerir a continuidade do projeto com um novo ciclo.

Os autores explicam que o processo de tingimento *tie dye* é milenar na China e envolve a indústria química, bioengenharia, artes, análise e monitoramento, dentre outras características que podem se encaixar com as cinco áreas da abordagem STEAM. O projeto é apresentado seguindo as etapas descritas da educação 4C e integrando as áreas presentes em STEAM. Os professores fazem uma introdução acerca da história do processo de tingimento e a partir disso apresentam questionamentos aos estudantes, uma situação problema é criada em cima de uma situação real. Depois, os estudan-

tes formaram grupos para identificar as possíveis soluções para os problemas apresentados pelo docente. Na experiência foram trabalhados os conceitos químicos de reação *redox* e Química Orgânica, durante o desenvolvimento do projeto STEAM. De acordo com os pesquisadores, os estudantes desenvolvem conhecimento multidisciplinar por meio do processo de tingimento, que faz parte da tradição, que contribuiu para compreensão e proteção da herança cultural do país, além de aprimorarem a capacidade de resolução de problemas e inovação. Foi identificado ainda que houve incentivo à participação ativa do discente e aumento do senso de responsabilidades.

O quinto artigo é mais um indonésio e trata da aprendizagem de Termoquímica por meio da abordagem STEAM. De acordo com Rahmawati et al. (2021), o projeto foi desenvolvido também com base na ABP e implementado com 40 estudantes, 14 meninos e 26 meninas, do Ensino Médio de uma escola pública localizada na província de Banten. Os dados foram coletados por meio de entrevistas, diários reflexivos, fichas de trabalhos e teste de compreensão conceitual.

O plano do projeto foi realizado em seis etapas pensadas, integrando a ABP ao STEAM, descritas como: etapa 1, que é a pergunta essencial, seguida do planejamento do projeto, depois a terceira etapa caracterizado por compilar um cronograma, seguida da etapa de monitoramento, apresentação de resultados do teste e por último a etapa de avaliação. É possível perceber nesse plano, características descritas por Bender (2014) nas etapas da ABP, como a implementação do projeto iniciando com a pergunta essencial, assemelhando-se à questão motriz, que é a questão motivadora que desafia os estudantes e os incentiva na busca por soluções criativas.

O projeto desenvolvido propôs a construção de um navio a vapor que utiliza três diferentes combustíveis: metanol, etanol e óleo de palma. Os conhecimentos trabalhados foram processos exotérmicos e endotérmicos, reações de combustão e cálculo de entalpia. No diário reflexivo, um dos instrumentos de coleta de dados, os estudantes fazem uma reflexão ao fim de cada encontro, escrevendo sobre como foi a atividade. Para análise de dados coletados, os pesquisadores utilizaram um teste de confiabilidade como técnica de validação de dados. Durante a etapa de planejamento de projetos, os discentes tiveram liberdade sobre como fazer o navio e os materiais a serem utilizados. Além disso, os pesquisadores perceberam que os estudantes relacionaram dados sobre equilíbrio, flutuabilidade e materiais inflamáveis, evidenciando o desenvolvimento do pensamento crítico. Por exemplo: na etapa de teste de combustíveis,

ABORDAGEM STEAM NO ENSINO DE QUÍMICA: O ESTADO DA QUESTÃO

os grupos obtiveram resultados diferentes e precisaram discutir os motivos, buscando a compreensão dos diferentes fatores envolvidos, explicando porque um combustível seria mais eficiente que outro, levando o navio mais rápido. Na etapa de avaliação os grupos apresentaram para os colegas e discutiram sobre as diferenças.

Em relação ao desenvolvimento conceitual de Química, os autores destacaram melhora na compreensão de procedimentos relacionados ao cálculo de entalpia pelos estudantes. Já em relação a compreensão dos conceitos sobre processo exotérmico, endotérmico e reação de combustão ainda precisavam ser melhor desenvolvidos, pois os discentes ainda sentiam dificuldades, identificadas a partir de trechos nas respostas dos testes que apresentavam falta de detalhes, além de equívocos, quando as questões abordavam o conceito de endotérmico e exotérmico relacionados a fenômenos da vida cotidiana. Os pesquisadores reiteram a importância de se utilizar novas abordagens, mesmo com tantos desafios, além de fazer a aplicação do STEAM de forma contínua, para melhores resultados.

O sexto artigo, Rahmawati et al. (2022) tratam dos resultados de mais um estudo desenvolvido na Indonésia, com foco na implementação do Modelo de Ensino STEAM do Dilema Ético, buscando a aprendizagem de conceitos químicos baseada em valores. Tal modelo surgiu da integração do projeto STEAM com a chamada “Pedagogia da História do Dilema Ético” (EDSP - *Ethical Dilemma Story Pedagogy*), que coloca os indivíduos para refletir sobre problemas do mundo real. No caso do estudo, foram abordados problemas ambientais, oferecendo assim a oportunidade de integrar valores à educação para a sustentabilidade. Foram tratados pontos sobre o uso diário de fertilizantes, descarte de óleo de cozinha usado, resíduos de detergente e poluição ambiental ocasionada pelos plásticos.

O objetivo da pesquisa foi o potencial do Modelo de Ensino STEAM do Dilema Ético para capacitar os alunos do Ensino Médio indonésio com conhecimentos de Química e capacidades transdisciplinares para resolver problemas ambientais. A pesquisa foi um Estudo de Caso, com os instrumentos de coleta de dados do tipo entrevistas semiestruturadas, diário reflexivo e extensas observações em sala de aula. Foi realizado em quatro escolas do Ensino Médio localizadas em Jacarta, com um total de 155 participantes, 36 alunos da 10a série da escola A, 36 alunos da 11a série da escola B, 36 alunos da 11a série da escola C e 47 alunos da 12a série da escola D.

Escolheram-se quatro tópicos específicos para cada escola, levando em consideração o nível de cada turma. Reações de oxidação-redução para a escola A, solução

tampão para a escola B, ácidos e bases para a escola C e polímeros para a escola D. Já a implementação do Modelo de Ensino STEAM do Dilema Ético aconteceu em cinco etapas: Reflexão, exploração, elaboração, integração e transformação. Na etapa de reflexão, o professor leu as histórias de dilemas para os estudantes refletirem, na etapa de exploração eles buscaram resolver o problema do dilema ético com o projeto STEAM, na etapa de elaboração o professor abordou os conceitos relacionados aos problemas, na sequência aconteceu as etapas de integração, em que o projeto é desenvolvido e a de transformação, em que ocorre avaliação do processo e reflexão sobre a aprendizagem e sobre mudança de valores e atitudes. Em relação a apresentação de histórias de dilemas éticos, diz respeito a narrativas criadas com a presença do dilema ético a ser debatido, a história é fictícia, mas representa um contexto de situação real.

Quanto aos temas dos projetos na escola A, desenvolveu-se um projeto sobre velas e sabonetes aromáticos para resolver a problemática dos óleos de cozinha usados. Na escola B, o projeto foi com o desenvolvimento de uma usina hidropônica para debater o dilema ético dos fertilizantes artificiais. Na escola C foi necessário pensar de forma criativa sobre o tratamento de águas residuais para resolver o problema de resíduos de detergentes e por fim na escola D, foi desenvolvido plástico biodegradável utilizando produtos naturais como matéria-prima para reduzir o uso de plástico de difícil decomposição. Os autores concluíram que a utilização dos dilemas éticos e do projeto STEAM promoveu um engajamento dos estudantes, na reflexão sobre os problemas ambientais e aplicação de conceitos químicos envolvidos nas situações analisada.

O sétimo artigo, dos autores Suryaningsih et al. (2022), traz uma pesquisa quantitativa também proveniente da Indonésia realizada em uma escola do Ensino Médio com 76 discentes. O objetivo foi descobrir o interesse e motivação dos alunos em aprender Química, especificamente sobre o conceito de titulação ácido e base, após a implementação de projeto inovador utilizando a abordagem STEAM em conjunto com a metodologia de ABP. Foram descritas as etapas de implementação da proposta de acordo com a ABP, iniciando com o seguinte questionamento: “e se não houver indicadores ácido-base no laboratório? Há alguma outra alternativa?”. Em seguida deu-se início a etapa seguinte, que foi o planejamento do projeto, na sequência desenvolveram um cronograma de implementação, depois foi realizada a etapa de monitoramento, em que o professor supervisionava o que era desenvolvido pelos discentes. Por último, as etapas de teste dos resultados e avaliação da experiência, além da demonstração da relação

ABORDAGEM STEAM NO ENSINO DE QUÍMICA: O ESTADO DA QUESTÃO

do tema com cada área presente no STEAM.

A fim de responder ao questionamento inicial sobre o interesse dos estudantes em aprender Química em relação aos conceitos de titulação ácido e base, foi aplicado um questionário com dez itens organizados utilizando uma escala de Likert, para coleta de dados. Na análise dos dados foram considerados os indicadores: Interesse, iniciativa, sentimento de felicidade, pensamento criativo e curiosidade. A curiosidade foi o que obteve o percentual mais alto, sendo 87,6% estando na categoria alta. No geral, a média entre todos os indicadores atingiu um percentual de 83,4%, sendo uma categoria alta, o que demonstrou grande interesse discente no aprendizado de Química por meio da abordagem STEAM-ABP. Em relação à análise dos dados sobre a motivação dos estudantes foram utilizados os seguintes indicadores: Qualidade de aprendizagem, suporte/apoio, ter esperança, entusiasmo e desejo. Todos os indicadores obtiveram pontuações altas, mas o que teve um destaque maior foi o relacionado ao suporte, que levava em consideração o apoio dos professores, amigos e familiares na realização dos projetos.

Foi percebido que projetos divertidos podem aumentar a motivação dos estudantes em aprender Química, aumentando o entusiasmo em compreender os conceitos e aplicá-los em situações diversas, destacaram a motivação como elemento essencial para a aprendizagem. Levando em consideração o cenário comum de desestímulo dos estudantes, esse trabalho trouxe uma visão mais voltada para análise da motivação e sua importância. Os autores ainda sugerem que sejam realizadas mais pesquisas relacionadas à aprendizagem de Química com STEAM-ABP com foco em melhorar a criatividade e habilidades de pensamento crítico.

O último artigo, Ritmaun, Chonchaiya e Duangpummet (2022) tratam de um estudo implementado na Tailândia, sobre o desenvolvimento de uma unidade de aprendizagem baseada em STEAM com estudantes do Ensino Médio para tratar de conceitos sobre cerâmicas. O objetivo foi identificar a compreensão dos estudantes sobre o conceito de cerâmica após a implementação da unidade de aprendizagem. Como justificativa para a escolha da temática, os autores explicam que a indústria de cerâmica é uma das principais da Tailândia, os produtos cerâmicos são muito utilizados no país e existe muita Ciência por trás dessa produção, especialmente tópicos importantes abordados pela Química como: compostos inorgânicos, propriedades da matéria, estequimetria, dentre outros.

Os participantes foram 28 discentes do Ensino Médio matriculados no Programa de Enriquecimento de Talentos (TEP - *Talent Enrichment Program*) de Bang-

pakok Wittayakom School, e estavam em um curso eletrivo de Química Avançada. O trabalho utilizou o formato pré-teste e pós-teste para analisar a evolução do nível de conhecimento discente após a intervenção. O Teste Conceitual Cerâmico (CCT) foi utilizado para coleta de dados, com 15 questões de múltipla escolha. O plano de aprendizagem STEAM implementado, foi dividido em tópicos, sendo iniciado com a introdução à cerâmica, seguido de processos de produção e propriedades, depois a produção realizada pelos próprios estudantes e, por último, o estudo de eficiência. Nesse plano de atividades, em cada tópico eram desenvolvidas as atividades práticas. Na primeira etapa de introdução, precisaram elaborar uma apresentação no formato de infográfico. Na segunda etapa ocorreu a elaboração de um fluxograma para detalhar condições de produção da cerâmica. A terceira etapa foi a de produção da cerâmica e por último, ocorreu testes de eficiência e melhorias para a cerâmica produzida.

A média de escore do pós-teste foi significativamente maior do que a do pré-teste. Os autores relatam que 25 dos 28 estudantes obtiveram compreensão do conceito de cerâmica em nível moderado ou superior e justificam tal achado à implementação de atividades STEAM que permitiram aos discentes vivência prática na resolução de desafios. Os pesquisadores destacam que os planos de aula 3 e 4 proporcionaram aos estudantes um encontro com o papel de cientistas uma vez que eles planejaram e executaram os experimentos para depois enunciar resultados e conclusões assim como é feito em uma pesquisa científica. Como conclusão, os autores consideraram que a intervenção foi eficaz em promover melhor compreensão dos conceitos pelos estudantes.

Após a descrição e análise dos oito trabalhos, é possível refletir a respeito da segunda questão norteadora deste EQ, sobre como os conceitos de Química estão sendo trabalhados junto a abordagem STEAM na etapa do Ensino Médio.

As práticas demonstram diferentes possibilidades de se trabalhar com a abordagem STEAM para o desenvolvimento de conceitos químicos, se utilizando de casos reais ou de histórias fictícias. A maioria (5) dos trabalhos optou por utilizar a metodologia ABP, confirmado que a integração daquela metodologia com a abordagem STEAM é utilizada pois, além de colocar os estudantes como protagonistas, favorece a exploração de problemas do mundo real, do contexto discente. O ensino por meio de projetos facilita a inserção dos pontos orientados pela STEAM, mobilizando-os em atividades colaborativas e outras habilidades socioemocionais. Registra-se ainda metodologias que

apresentam semelhanças à ABP, como a Pedagogia da História do Dilema Ético, que trouxe o tema da sustentabilidade também a partir do relato de uma situação real, e dá ênfase ao aspecto humanístico e social característico da STEAM.

Nas práticas analisadas, percebem-se os conceitos e procedimentos da Ciências, especificamente da Química, para projetarem e implementarem soluções para os problemas apresentados. Dessa forma, o ensino de Química nas situações descritas supera aquelas práticas defasadas em que os estudantes não identificavam sentido no que estavam aprendendo. Nas práticas STEAM para a aprendizagem de conceitos químicos analisadas, percebeu-se que as aulas foram transformadas em espaços e momentos para produção de conhecimento na resolução de problemas do mundo real, de forma contextualizada, crítica e criativa. Nesse sentido, os estudantes tiveram a oportunidade de manipular conceitos como os de Química Orgânica, ácidos e bases, reações *redox*, dentre outros, e/ou suas representações diretamente. Os conceitos químicos foram trabalhados em conjunto com os conhecimentos de outras áreas, mas sempre se sobressaindo durante o percurso, em razão do foco dos professores. Ainda assim, um ponto em comum nos trabalhos pesquisados, foi o desenvolvimento das habilidades do século XXI, com pensamento crítico, a colaboração, a criatividade e a comunicação, citados em praticamente todos os trabalhos, além da interdisciplinaridade.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta deste artigo foi investigar como era realizada a abordagem de conceitos químicos junto a implementação de projetos STEAM. Para tanto, buscaram-se relatos de trabalhos científicos que utilizaram a abordagem STEAM com foco na melhoria da aprendizagem da Química, com estudantes do Ensino Médio. Apesar de existir um registro pequeno de produções com a STEAM no Brasil, nenhum tinha o foco voltado para o Ensino de Química. Revela-se com isso, a necessidade de compreender os relatos existentes em outros países, as contribuições dessa abordagem para inspirar experiências no Brasil, de modo a incentivar a busca por novos modelos e formas de aplicação. Mais do que copiar práticas estrangeiras, é preciso desenvolver e disseminar uma prática STEAM nacional, atenta às demandas e características das diferentes regiões do país.

Um tema destaque que relaciona abordagem STEAM e a Química, e é premente no mundo inteiro, foi o meio ambiente e a sustentabilidade. Dos oito trabalhos levantados, três tocaram nessa temática. Dado a biodiversidade, riqueza e destaque mundial do Bra-

sil, a temática pode ser bem explorada nas escolas do país, considerando, inclusive, a especificidade de cada bioma brasileiro. A adoção da ABP, comum às experiências analisadas, por priorizar protagonismo discente e partir de uma questão norteadora do contexto, é salutar para o desenvolvimento de projetos interdisciplinares por meio de práticas STEAM para aprendizagem de conceitos químicos. As análises sugerem que a abordagem STEAM pode contribuir para desenvolver interesse e entendimento dos estudantes pelos conceitos estudados pela Química, a partir de problemas que os impulsionam na busca por conhecimento. Contudo, os trabalhos carecem de melhor detalhamento sobre como os conceitos químicos são mobilizados pelos discentes, evidenciando seu desenvolvimento e apropriação.

De forma geral, os trabalhos destacam amplamente o desenvolvimento das habilidades socioemocionais, de relevância indiscutível para a atuação no século XXI, como colaboração, criativa, comunicação e pensamento crítico, nas práticas com abordagem STEAM. As preocupações com demandas atuais no campo educacional ocasionado pelos avanços tecnológicos, o desenvolvimento dessas habilidades torna-se ponto de destaque nos estudos. Nesse sentido, ressalta-se a motivação como ponto importante a ser considerado na busca pela melhoria da aprendizagem, a STEAM também permite superar as barreiras entre as disciplinas incentivando a mescla entre as componentes curriculares.

REFERÊNCIAS

- BACICH, L.; HOLANDA, L. **STEAM em Sala de Aula: a Aprendizagem Baseada em Projetos Integrando Conhecimentos na Educação Básica**. Kindle edition. [S.I.]: Penso Editora, 2020. Desafios da Educação.
- BACICH, L.; MORAN, J. **Metodologias Ativas para uma Educação Inovadora: uma Abordagem Teórico-Prática**. Porto Alegre: Penso, 2018. Recurso eletrônico.
- BRASIL; (INEP), I. N. de Estudos e P. E. A. T. **Brasil no Pisa 2018**. 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/pisa/resultados>>. Acesso em: 17 jun. 2022.
- MAIA, D.; CARVALHO, R.; APPELT, V. Abordagem steam na educação básica brasileira: Uma revisão de literatura. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 17, n. 49, p. 68–88, out./dez. 2021. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/13536>>. Acesso em: 24 ago. 2022.

ABORDAGEM STEAM NO ENSINO DE QUÍMICA: O ESTADO DA QUESTÃO

- NÓBREGA-THERRIEN, S.; THERRIEN, J. Trabalhos científicos e o estado da questão: Reflexões teórico-metodológicas. **Estudos em Avaliação Educacional**, v. 15, n. 30, p. 5–16, 2004. Disponível em: <<https://publicacoes.fcc.org.br/eae/article/view/2148>>. Acesso em: 17 jun. 2022.
- NORUZI, A. Google scholar: The new generation of citation indexes. **Libri**, v. 55, n. 4, p. 170–180, 2005.
- POZO, J.; CRESPO, M. **A Aprendizagem e o Ensino de Ciências: Do Conhecimento Cotidiano ao Conhecimento Científico**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- PUGLIESE, P. **Os Modelos Pedagógicos de Ensino de Ciências em Dois Programas Educacionais Baseados em STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics)**. Dissertação de Mestrado, 2017.
- RAHMAWATI, Y.; AGUSTIN, M.; RIDWAN, A.; ERDAWATI, E.; DARWIS, D.; RAFIUDDIN, R. The development of chemistry students' 21st century skills through a steam project on electrolyte and non-electrolyte solutions. **Journal of Physics: Conference Series**, v. 1402, p. 055049, 2019.
- RAHMAWATI, Y.; RAMADHANI, S.; AFRIZAL PUSPITASARI, M.; MARDIAH, A. Development of students' conceptual understanding through steam project integration in thermochemistry. **JTK: Jurnal Tadris Kimia**, v. 6, n. 1, p. 62–74, 2021.
- RAHMAWATI, Y.; TAYLOR, E.; TAYLOR, P.; RIDWAN, A.; MARDIAH, A. Students' engagement in education as sustainability: Implementing an ethical dilemma-steam teaching model in chemistry learning. **Sustainability**, v. 14, p. 3554, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/su14063554>>.
- RIDWAN, A.; RAHMAWATI, Y.; HADINUGRAHA-NINGSIH, T. Steam integration in chemistry learning for developing 21st century skills. **MIER Journal of Educational Studies, Trends & Practices**, v. 7, n. 2, p. 184–194, 2017.
- RIDWAN, A.; RAHMAWATI, Y.; MARDIAH, A.; RIFAI, A. Developing 22nd century skills through the integration of steam into smoke absorber project. **Journal of Physics: Conference Series**, v. 1521, p. 042077, 2020.
- RITMAUN, W.; CHONCHAIYA, R.; DUANGPUM-MET, P. The development of a steam-based learning unit to promote high school students' understanding of ceramic concept. **The Future of Education**, 2022.
- SANDERS, M. Stem, stem education, stemmania. **Technology Teacher**, 2009.
- SANTOS, M. E. O.; SANTOS, E. C. O google acadêmico como mecanismo de auxílio na construção de trabalhos científicos e correlato ao letramento informacional. In: **VIII Seminário de Saberes Arquivísticos**. João Pessoa: UFPB, 2017. p. 307–320.
- SANTOS, W. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas cts em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, v. 1, 2007.
- SCHLEICHER, A. **PISA 2018: Insights and Interpretations**. 2019. Disponível em: <<https://www.oecd.org/pisa/PISA%202018%20Insights%20and%20Interpretations%20FINAL%20PDF.pdf>>.
- SURYANINGSIH, S.; NISA, F.; MUSLIM, B.; ALDIANSYAH, F. Learning innovations: Students' interest and motivation on steam-pjbl. **International Journal of STEM Education for Sustainability**, v. 2, n. 1, p. 66–77, 2022.
- YANG, Y.; YAN, W.; YANG, Y. Steam activity design based on 4c education concept - take tie-dye of traditional culture as an example. **Frontiers in Educational Research**, v. 3, n. 12, p. 7–14, 2022.