

O ENSINO DE QUÍMICA NA PERSPECTIVA DA EDUCAÇÃO STEAM: UMA REVISÃO INTEGRATIVA DA LITERATURA

Salvino Coimbra Filho ¹
Josyane dos Santos Braga ²
Maria de Fatima Vilhena da Silva ³
Francisco Hermes Santos da Silva ⁴

RESUMO

A Educação STEAM (sigla em inglês para Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática) vem ganhando notoriedade no cenário educacional brasileiro diante da busca de professores e escolas por novos modelos de ensino que promovam uma formação crítica e reflexiva para os alunos. Com o objetivo de compreender de que maneira a Educação STEAM pode conferir aos educandos habilidades e competências para os desafios da atualidade em sua formação, neste estudo realizamos uma revisão integrativa da literatura brasileira com artigos compreendidos entre 2012 e 2021, na plataforma Google Scholar, que versassem sobre o ensino de Química com base na Educação STEAM. Os achados indicam que a produção brasileira sobre a temática ainda é muito tímida e, em geral, as publicações são revisões de literatura ou propostas metodológicas de aplicação em sala de aula valendo-se de metodologias ativas como ABP, sequências didáticas e gamificação. Os resultados levam à compreensão de que a Educação STEM privilegia a interdisciplinaridade, o uso de tecnologias digitais, a valorização da criatividade dos estudantes e a resolução de problemas do mundo real, potencializando a integração entre as diversas áreas do conhecimento e contribuindo para a promoção de uma formação crítica, reflexiva e inovadora, possibilitando aos discentes lidar, de maneira mais segura e confortável, com os desafios da atualidade, desenvolvendo habilidades como trabalho colaborativo, criatividade, pensamento crítico, resolução de problemas, entre outros. As publicações analisadas concentram-se no contexto do ensino básico, levando-nos aos seguintes questionamentos: quais seriam as implicações da Educação STEAM no âmbito do ensino superior? De que maneira a Educação STEAM promoveria uma formação crítica, reflexiva e inovadora ao licenciando em Química, capaz de conferir-lhe habilidades e competências necessárias aos desafios atuais? Estas questões podem servir como ponto de partida para novas pesquisas sobre a Educação STEAM.

Palavras-chave: Educação STEAM, Ensino de química, Formação integral.

INTRODUÇÃO

Frente aos novos desafios contemporâneos, professores e escolas têm buscado meios para promover a educação de maneira mais atrativa, eficaz e científica (Blanco; González-Roel; Ares, 2020). Muitas tendências metodológicas vêm surgindo, ampliando

¹ Doutorando em Educação em Ciências e Matemática – REAMEC, Universidade Federal do Pará – UFPA, Bolsista FAPEMA, salvino.filho@ifma.edu.br;

² Doutoranda em Química, Universidade Federal do Piauí – UFPI, josyane.santos@ifma.edu.br;

³ Professora Doutora do Curso de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática – REAMEC, Universidade Federal do Pará – UFPA, fvilhena23@gmail.com;

⁴ Professor Doutor do Curso de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática – REAMEC, Universidade Federal do Pará – UFPA, fhermes@ufpa.br.

o rol de possibilidades de se trabalhar para além dos moldes tradicionais de ensino, historicamente arraigados no ambiente escolar. Tais tendências visam proporcionar experiências mais dinâmicas ao aluno, permitindo que ele possa assumir um papel de protagonismo no processo de ensino e aprendizagem (Santana *et al.*, 2020), e uma delas é a Educação STEAM (sigla em inglês para Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática).

Para este estudo, ancoramo-nos na significação da Educação STEAM segundo Bacich e Holanda (2020), que, para além de uma simples metodologia de ensino ou execução de práticas voltadas à criação de artefatos e experimentos relacionando as áreas do acrônimo, a entendem como uma abordagem educacional que visa à formação integral do estudante e favorece o desenvolvimento de habilidades essenciais para o enfrentamento dos desafios do século XXI.

Diante dos objetivos deste estudo, optamos por um recorte da estrutura teórica que envolve a Educação STEAM, de maneira que a análise realizada no material selecionado concentrou atenção na relação da Educação STEAM, com o favorecimento de condições e possibilidades de competências e habilidades para os desafios atuais.

A geração de competências e habilidades sob a perspectiva da Educação STEAM está intimamente relacionada à necessidade de uma formação integral para o educando. O entendimento de educação integral aqui adotado é o mesmo utilizado por Bacich e Holanda (2020, p. 2), como segue:

entende-se aqui por 'integral' como uma formação que desenvolva um cidadão criativo, capaz de usar o conhecimento para elaborar argumentos, resolver problemas de forma crítica e com base em argumentos sólidos e atuar de forma ampla, modificando sua realidade por meio da responsabilidade social, do autocuidado, da empatia, da colaboração com seus pares.

A partir do arcabouço teórico adotado, analisamos artigos científicos selecionados pelo método da revisão integrativa de literatura segundo Botelho *et al.* (2011) e Costa e Zoltowski (2014). Coletamos os dados e representamos os resultados e discussões de acordo com algumas categorias estabelecidas. Seguimos com uma seção de análise dos resultados obtidos, buscando sempre estabelecer uma correlação com o objeto do estudo e com o referencial adotado. Por fim, trazemos nossas considerações sobre este trabalho.

Tal estudo é um pequeno recorte do início de uma pesquisa doutoral em Educação em Ciências e Matemática, que tem como objeto de pesquisa a Educação STEAM no contexto da Licenciatura em Química. Nele nos ocupamos de realizar um mapeamento

da literatura brasileira na plataforma Google Scholar, dentro do recorte temporal de 2012 a 2021, e sumarizar, através de revisão integrativa da literatura, os estudos sobre Educação STEAM no contexto do ensino de Química, com o intuito de responder o seguinte problema de pesquisa: que abordagens da Educação STEAM são identificadas no ensino de Química?

Diante do exposto, este trabalho tem por objetivo compreender de que maneira a Educação STEAM pode conferir aos educandos habilidades e competências para os desafios da atualidade no âmbito de sua formação.

METODOLOGIA

Realizamos uma revisão integrativa da literatura (RIL) segundo a definição de Botelho *et al.* (2011), que a caracterizam como um método de pesquisa que traça uma análise do conhecimento já construído em outras pesquisas, com o fim de sintetizar os resultados e até mesmo estabelecer conhecimento novo sobre um determinado tema. Estruturamos a RIL segundo uma adaptação das oito etapas destacadas por Costa e Zoltowski (2014) para uma revisão integrativa, sendo elas: delimitação da questão a ser pesquisada; escolha das fontes de dados; eleição das palavras-chave para a busca; busca e armazenamento dos resultados; seleção de artigos pelo resumo, de acordo com critérios de inclusão e exclusão; extração dos dados dos artigos selecionados; avaliação dos artigos; síntese e interpretação dos dados.

A base de dados escolhida para a pesquisa foi o Google Scholar devido ao caráter de amplitude de publicações existentes na plataforma e ao fato da mesma reunir artigos que constam das principais bases de dados utilizadas no meio acadêmico.

O processo de seleção dos artigos aconteceu em janeiro de 2022 e deu-se a partir dos descritores “STEM”, “STEAM”, “Química”, “Educação” e combinações destas palavras através do operador *booleano and*, com a exclusão de artigos que continham a palavra *cells* para não haver inclusão de artigos que versassem sobre células-tronco, que em inglês se escreve *cells stem* e foge do foco do estudo. Em relação à localização dos descritores nos artigos, as palavras poderiam estar em qualquer posição dentro do artigo. Utilizamos somente artigos publicados no recorte temporal de 2012 a 2021, no idioma português.

Quanto aos critérios de inclusão, estabelecemos os seguintes: artigos de acesso aberto; pesquisa desenvolvida no contexto do ensino de Química; artigos que

necessariamente abordem a temática da Educação STEM/STEAM. Os critérios de exclusão foram: artigos repetidos; artigos referentes a pesquisas fora do contexto educacional brasileiro; artigos que não contemplem o objeto de estudo; artigos em língua estrangeira.

Em relação aos procedimentos, fizemos a extração dos artigos da base de dados com descarte das repetições, aferimos a elegibilidade com base nos critérios de inclusão e exclusão estabelecidos, através da leitura e análise dos títulos, resumos ou texto completo quando necessário, e disso resultou o rol de artigos para a pesquisa.

Para a coleta e organização dos dados relevantes, utilizamos um roteiro estruturado adaptado de Souza *et al.* (2010) contendo os seguintes aspectos: identificação, instituição sede do estudo, tipo de publicação e características metodológicas do estudo. O preenchimento do roteiro deu-se mediante a leitura na íntegra de cada um dos artigos selecionados para o trabalho.

Após a seleção dos artigos, realizamos a leitura analítica para verificar o cumprimento do objeto do estudo e verificar a aderência à pergunta de pesquisa: que abordagens da Educação STEAM são identificadas no ensino de Química?

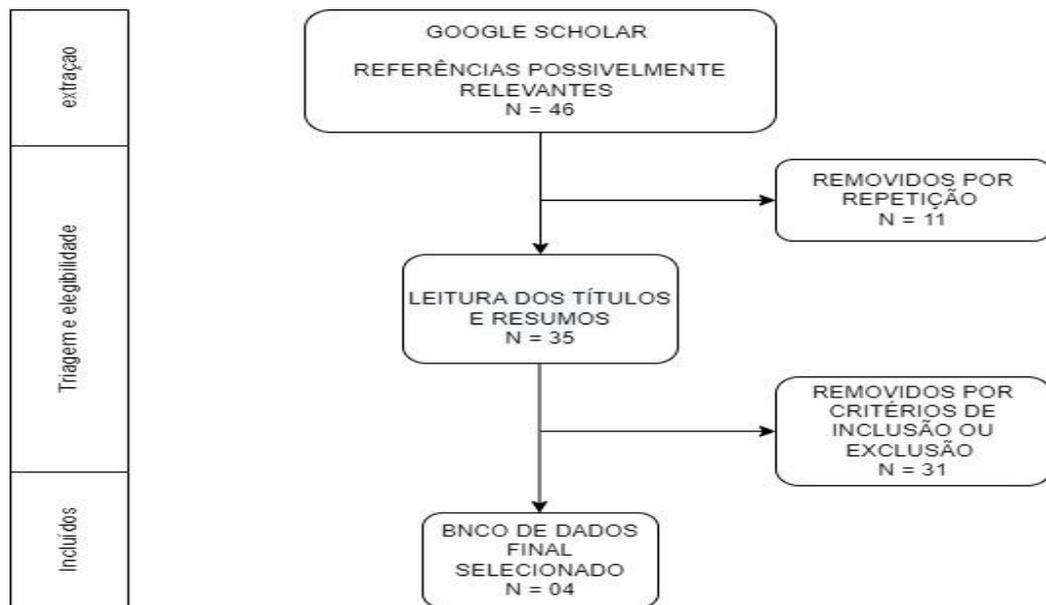
Na sequência, por meio de leitura interpretativa, identificamos e discutimos os resultados presentes nos artigos incluídos segundo as categorias de contexto da pesquisa, objetivos e elementos principais da mesma.

Outras categorias não foram utilizadas em decorrência do foco do estudo e limitação de espaço no artigo, embora haja viabilidade de expansão das categorias analisadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para esta pesquisa de RIL foram encontrados 46 artigos em diversos periódicos a partir das buscas na base de dados escolhida. Após a remoção dos repetidos, restaram 35 artigos para análise da elegibilidade pelas leituras dos títulos, resumos e, em alguns casos, do texto na íntegra. Finalmente, restaram 4 artigos dentro do escopo pré-estabelecido da pesquisa, que foram lidos integralmente e incluídos no estudo, conforme fluxograma a seguir (Figura 1):

Figura 1: Processo de extração, triagem e seleção dos artigos.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

No que tange à densidade de publicações brasileiras relacionadas ao problema desta pesquisa, consideramos o resultado obtido — 4 artigos no intervalo temporal de 10 anos — como incipiente, o que evidencia a necessidade de se produzir mais pesquisas que abordem a Educação STEAM no contexto do ensino de Química.

Todos os trabalhos analisados estão inseridos no contexto do ensino de Química no ensino básico e, em geral, versam sobre propostas de práticas pedagógicas para se trabalhar conteúdos em sala de aula.

Quanto ao tipo de pesquisa declarado nos estudos examinados, dois são revisões bibliográficas, um é estudo empírico, e o último seria uma proposta metodológica de ensino. Todos os artigos trouxeram alguma definição teórica para a Educação STEAM e buscaram relacioná-la com conceitos bastante presentes e discutidos no cerne da educação, tais como interdisciplinaridade (3 artigos), metodologias ativas e gamificação (1 artigo).

Os estudos incluídos estão listados no quadro de identificação dos trabalhos (Quadro 1), contendo as seguintes informações: título do artigo, palavras-chave, autores, periódico, ano de publicação e tipo de pesquisa.

Quadro 1: Identificação dos trabalhos.

TÍTULO (CÓDIGO)	PALAVRAS -CHAVE	AUTOR, ANO	PERIÓDICO	TIPO
Investigação dos limites e possibilidades de estratégias de ensino utilizadas no contexto de atividades interdisciplinares (P1)	Interdisciplin aridade; estratégias de ensino; sequências de ensino	(MACHA DO; JUNIOR, 2018)	Revista dos Trabalhos de Iniciação Científica da UNICAMP	Revisão bibliogr áfica
Integração entre a gamificação e a abordagem STEAM no ensino de química (P2)	Ensino de química; gamificação; STEAM.	(CLEOP HAS, 2021)	Revasf	Estudo empíric o
Interdisciplinaridade na investigação dos princípios do STEM/STEAM education: definições, perspectivas, possibilidades e contribuições para o ensino de química (P3)	Interdisciplin aridade; STEAM <i>education</i> ; Ensino de química.	(MACHA DO; JÚNIOR, 2019)	Scientia Naturalis	Revisão bibliogr áfica
O uso da metodologia STEM (<i>Science, Technology, Engineering and Mathematics</i>) no ensino de química: uma proposta a ser aplicada (P4)	Sem palavras- chave listadas	(ANTONI O <i>et al.</i> , 2019)	VI Conedu	Proposta metodol ógica de ensino

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Para sintetizar os resultados após a leitura integral dos artigos, extraímos os dados mais relevantes para o contexto da pesquisa e organizamos as informações conforme as categorias de contexto da pesquisa, objetivos e elementos principais da pesquisa.

Contexto da pesquisa

O artigo de Machado e Júnior (2018) é uma revisão de bibliografia, com destaque nas maneiras de se construir sequências de ensino e com foco na interdisciplinaridade, acrescido de uma pesquisa de opinião com professores de Química sobre interdisciplinaridade a partir da proposta STEAM.

A pesquisa de Cleophas (2021) é referente a uma proposta de sequência didática gamificada, com foco na abordagem STEAM em um workshop para 19 participantes, entre professores e alunos de graduação.

Machado e Júnior (2019) trazem uma pesquisa bibliográfica realizada nos trabalhos e documentos do XI Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências – ENPEC (2017), com enfoque principal nas maneiras de se construir sequências de ensino interdisciplinares na disciplina de Química, baseadas na educação STEM/STEAM e no âmbito do Ensino Médio.

Antonio *et al.* (2019) apresentam um trabalho em três etapas. A primeira é bibliográfica, abordando sucintamente alguns conceitos e definições sobre Educação STEAM e interdisciplinaridade. A segunda é a elaboração de uma proposta didática de ensino de Química para o Ensino Médio baseada na educação STEM. A terceira etapa remete à aplicação da metodologia em sala de aula (esta etapa foi citada, porém não executada, e não há dados referentes a uma eventual aplicação da metodologia proposta).

Objetivos

Em relação aos objetivos de pesquisa, Machado e Júnior (2018) discutem a proposta STEAM como possibilidade para o ensino e com foco na interdisciplinaridade; Cleophas (2021) ocupa-se de apresentar uma proposta de sequência didática para o ensino de Química com gamificação e com abordagem STEAM; Machado e Júnior (2019) buscam falar da proposta STEAM para o ensino com destaque para a interdisciplinaridade; e Antonio *et al.* (2019) discutem a abordagem STEM (Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática) para o ensino de Química e salientando a interdisciplinaridade.

Elementos principais da pesquisa

Além do fato de que todos os artigos tratam da educação STEM/STEAM no ensino de Química, buscamos identificar os principais elementos abordados em cada um deles.

A interdisciplinaridade é o elemento mais abordado nas pesquisas, sendo elemento central nas pesquisas de Machado e Júnior (2018), Machado e Júnior (2019) e Antonio *et al.* (2019). Machado e Júnior (2018) também tratam de sequências de ensino e Aprendizagem Baseada em Problemas (APB), enquanto Antonio *et al.* (2019) abordam as metodologias ativas e a gamificação.

Apesar de termos encontrado um número pequeno de trabalhos dentro do escopo delimitado para a pesquisa, destacamos a variedade de abordagens encontradas em relação ao ensino de Química sob uma perspectiva da Educação STEAM.

Discussão

De acordo com os resultados obtidos a partir da análise dos artigos, buscaremos sinteticamente discutir os pontos mais relevantes de cada um deles, no intuito de estabelecer correlações entre tais estudos e o referencial adotado com fins de responder à pergunta de pesquisa e cumprir o objetivo deste estudo.

A publicação P1 é um trabalho extremamente resumido e sem aprofundamento sobre a temática em estudo. Os autores definem o STEAM como uma proposta educacional e estabelecem uma relação entre o STEAM e a ABP. Eles instituem esta última como uma metodologia de ensino capaz de ancorar a prática da proposta STEAM, onde o ensino deve partir de uma questão disparadora, um problema real, para, em torno da resolução deste problema, trabalhar os conceitos e definições relacionados à proposta STEAM no contexto do ensino interdisciplinar.

Esta aderência da Educação STEAM à metodologia de ensino ABP, proposta em P1, possui relação com o entendimento de Bacich e Holanda (2020), que destacam o papel fundamental da resolução de problemas associado à Educação STEAM no sentido de estimular a busca por soluções diversas, criativas e inovadoras, com intuito de promover nos educandos um senso de relevância dos conhecimentos científicos desenvolvidos.

O artigo P1 faz menção aos trabalhos apresentados no XI Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências – ENPEC, porém não traz detalhes ou informações de tais trabalhos, bem como também faz referência a uma pesquisa com professores de Ensino Médio de Química sobre os limites e as possibilidades para o ensino interdisciplinar através de suas experiências, com propostas envolvendo ABP e STEAM, contudo não apresenta os resultados nem o delineamento da pesquisa citada.

Entendemos P1 como um breve recorte de uma suposta obra mais ampla e aprofundada sobre a temática, de modo que é inviável realizar um exame mais minucioso e preciso em relação à sua proposta.

Em P2, a autora propõe o uso educacional de uma sequência didática com a metodologia da gamificação e baseada nos princípios da Educação STEAM. Para a pesquisadora, as metodologias ativas aplicadas no contexto do ensino de Química são capazes de promover as habilidades e competências necessárias aos alunos para atender

às necessidades do século XXI, sendo esta perspectiva um dos elos entre as metodologias ativas e a Educação STEAM.

Bacich e Holanda (2020) destacam que a Educação STEAM não se trata de uma metodologia em si, mas de uma forma de pensar e fazer educação ao despendar maior atenção ao entorno dos conteúdos estudados. Ela ressignifica a aprendizagem e a interação dos estudantes com o conhecimento, e várias metodologias de ensino, sobretudo as que focam nos alunos como elementos principais deste processo (como é o caso das metodologias ativas) têm aderência à Educação STEAM, desde que trabalhadas sistematicamente e dentro de um robusto planejamento.

O artigo P2 dá especial destaque à elaboração e apresentação da proposta de sequência didática através da metodologia ativa da gamificação, com enfoque na Educação STEAM. A autora prioriza os componentes do acrônimo presentes na proposta e mostra a correlação deles com os conteúdos de Química trabalhados em cada etapa.

É salutar, como a própria autora de P2 destaca, a iniciativa de professores em buscar meios alternativos de ensino que promovam uma repaginação dos modelos com enfoques unicamente tradicionais e disciplinares. Porém, também é preciso destacar que a Educação STEAM vai além da pontual aplicação de uma atividade que contenha elementos que possam ser associados aos elementos do acrônimo.

Como destacam Bacich e Holanda (2020), é uma questão de postura pedagógica, de aprofundamento dos conhecimentos científicos, de formação integral dos educandos, de desenvolvimento de habilidades e competências alinhadas às necessidades para enfrentar os desafios do século XXI. É imprescindível o docente trazer bem definido em sua mente o porquê e para que utilizar STEAM, e fundamentar a incorporação à sua prática pedagógica mediante um amplo planejamento e apropriação epistemológica.

Também relacionada ao ensino de Química no âmbito do Ensino Médio, a publicação P3 tem por enfoque principal uma análise da interdisciplinaridade no ensino, destacando a Educação STEAM como modo eficiente de se promover tal abordagem. Os autores baseiam-se em uma literatura que classifica o STEAM como uma metodologia de ensino, o que difere do entendimento de Bacich e Holanda (2020), referencial adotado para esta pesquisa. Por outro lado, há convergência de ideias quando eles destacam que o STEAM se preocupa com o desenvolvimento de habilidades práticas para lidar com os desafios contemporâneos, que foca na formação integral dos alunos e que privilegia o ensino de forma interdisciplinar.

No tocante ao ensino de Química, os autores do artigo P3 pontuam dificuldades geralmente vivenciadas pelos alunos do Ensino Médio; sobretudo, destacam as questões relativas à dificuldade de conseguirem atribuir significação real aos conteúdos estudados, e trazem também pontos de relevância como a familiaridade dos estudantes com as tecnologias. Dos pontos destacados anteriormente, e pelo fato da Química não ser uma ciência pautada em fenômenos disciplinares, emerge a demanda de se buscar meios para trabalhar o ensino de Química interdisciplinarmente, sendo esses fatores elencados os principais componentes da base de justificativas dos autores para aderência do ensino de Química à Educação STEAM.

Por último, a publicação P4 é um artigo originado de uma apresentação em evento educacional, e traz uma proposta para o ensino de Química sob a perspectiva da Educação STEAM com interdisciplinaridade. Algumas características dela são trazidas no texto, porém entendemos que ela transcende a mera elaboração e aplicação de sequências de ensino que abordem temas de áreas diversas. De acordo com Bacich e Holanda (2020), a Educação STEAM envolve mais que apenas conteúdos: envolve valores, oferece uma formação íntegra ao educando, e acontece a partir da correlação entre as áreas envolvidas em função de um problema real, por uma abordagem interdisciplinar.

Respondendo à pergunta de pesquisa — que abordagens da Educação STEAM são identificadas no ensino de Química? —, identificamos que todos os artigos convergem para uma mesma abordagem do STEAM, como base teórica para subsidiar o desenvolvimento e a implementação de sequências didáticas para o ensino de Química e que despertem criatividade, criticidade, inovação, espírito colaborativo e autonomia aos alunos, sobretudo se aliadas às metodologias ativas.

Compreendemos que a adoção da Educação STEAM como abordagem educacional privilegia a interdisciplinaridade, o uso de tecnologias digitais, a valorização da criatividade dos discentes e a resolução de problemas do mundo real, potencializando a integração entre diferentes áreas do conhecimento e contribuindo para uma formação crítica, reflexiva e inovadora. Tudo isso lhes permite lidarem de maneira mais segura e confortável com os problemas da atualidade, desenvolvendo habilidades como trabalho colaborativo, poder criativo, pensamento crítico, resolução de problemas, entre outros.

De modo geral, os achados deste estudo conduzem ao entendimento da Educação STEAM no contexto do ensino de Química, especialmente no âmbito do Ensino Médio, como uma abordagem emergente no cenário educacional brasileiro, fortemente relacionada a práticas e metodologias com caráter inovador e interdisciplinar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados postos a partir da análise dos artigos incluídos nesta pesquisa, foi possível identificar que a Educação STEAM como abordagem educacional para o ensino de Química, relaciona-se à busca de uma formação contextualizada, inovadora e interdisciplinar para os educandos. Esta abordagem gera possibilidades no que tange à utilização de alternativas metodológicas mais dinâmicas perante os modelos tradicionais de ensino, enfocando desenvolvimento de competências e habilidades que permitam aos alunos lidar com os desafios do mundo contemporâneo.

Os achados revelam que as metodologias ativas como a ABP, a sequência didática e a gamificação podem ser utilizadas em associação com a Educação STEAM para promover uma formação integral aos estudantes, privilegiando o desenvolvimento de habilidades que lhes sejam relevantes para o enfrentamento dos desafios atuais.

Em face da proposta inicial deste estudo e dos resultados obtidos com a análise dos trabalhos incluídos, percebemos que os desafios reais do mundo atual mudaram, evoluíram, se tornaram mais complexos e inter-relacionados, não podendo o meio educacional ficar aquém deste processo evolutivo.

Neste movimento, a Educação STEAM se mostra como uma abordagem que preconiza a interdisciplinaridade, a valorização do conhecimento científico, o estímulo de processos construtivos e criativos, a apropriação das tecnologias digitais e o fortalecimento do pensamento crítico e inovador. A abordagem STEAM apresenta-se como alternativa aos professores que buscam propiciar a seus estudantes meios de se adaptar a esta realidade e desenvolver o arcabouço de habilidades e competências necessárias para os desafios dos dias de hoje.

Dentre outras coisas, esta RIL levou-nos à compreensão de que os estudos e publicações sobre o STEAM no âmbito do ensino de Química, além de ainda bastante tímidos no Brasil, abordam exclusivamente o contexto do ensino básico, o que nos conduz a alguns questionamentos: Quais seriam as implicações da Educação STEAM no âmbito do ensino superior? De que maneira a Educação STEAM poderia promover uma formação crítica, reflexiva e inovadora ao licenciando em Química capaz de conferir-lhe habilidades e competências necessárias para os desafios atuais? Tais questionamentos podem servir de ponto de partida para novas e mais aprofundadas pesquisas sobre a Educação STEAM.

Finalizamos este estudo com a concepção de que as pesquisas examinadas oferecem singulares contribuições para refletirmos sobre a posição da Educação STEAM no contexto do ensino de Química no Brasil, bem como sobre as reais necessidades formativas dos alunos frente aos desafios e problemas da contemporaneidade.

REFERÊNCIAS

ANTONIO, F. *et al.* O uso da metodologia STEM (science, technology, engineering and mathematics) no ensino de química: uma proposta à ser aplicada. *In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 6., 2019, Fortaleza. Anais do Congresso Nacional de Educação.* Campina Grande: Realize Eventos Científicos e Editora Ltda., 2019.

BACICH, L.; HOLANDA, L. (Orgs.). **STEAM em sala de aula: a aprendizagem baseada em projetos integrando conhecimentos na educação básica.** 1. ed. (Série Desafios da Educação). Porto Alegre: Penso, 2020.

BOTELHO, L. L. R.; CUNHA, C. C. de A.; MACEDO, M. O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais. **Revista Eletrônica Gestão e Sociedade**, [S. l.], v. 5, n. 11, p. 121-136, maio/agosto 2011.

CLEOPHAS, M. das G. Integração entre a gamificação e a abordagem STEAM no ensino de química. **Revasf – Revista de Educação da Universidade Federal do Vale do São Francisco**, [S. l.], v. 10, n. 23, p. 78–109, 2020.

COSTA, A. B.; ZOLTOWSKI, A. P. C. Como escrever um artigo de revisão sistemática. *In: SAMPAIO, M. I. C.; SABADINI, A. A. Z. P.; KOLLER, S. H. (Orgs.). Produção científica: um guia prático.* São Paulo: Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo, 2022. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/323255862>. Acesso em: 17/01/2022.

MACHADO, E. da S.; JUNIOR, G. G. Investigação dos limites e possibilidades de estratégias de ensino utilizadas no contexto de atividades interdisciplinares. **Revista dos Trabalhos de Iniciação Científica da UNICAMP**, n. 26, 17 dez. 2018.

MACHADO, E. da S.; JÚNIOR, G. G. Interdisciplinaridade na investigação dos princípios do STEM/STEAM education: definições, perspectivas, possibilidades e contribuições para o ensino de química. **Scientia Naturalis**, Rio Branco, v. 1, n. 2, p. 43–57, 2019.

SANTANA, A. T. L. *et al.* Inovação no ensino: a aplicação da metodologia STEM no IFS. *In: SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 17., 2020, [S. l.]. Anais da 17ª Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT).* Uberaba: IFTM, v. 2, n. 1, p. 725–730, 2020.

SOUZA, M. T. de; SILVA, M. D. da; CARVALHO, R. de. Integrative review: what is it? How to do it? **Einstein**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 102–106, mar. 2010.