

Integração da impressão 3D no Ensino de Ciências da Natureza: uma revisão sistemática da literatura

DOI: <https://doi.org/10.33871/23594381.2025.23.3.10112>

Hávila Cristina dos Santos¹, José Euzebio Simões Neto², João Roberto Ratis Tenório da Silva³, Bruno Silva Leite⁴

Resumo: A impressão 3D tem se configurado como uma das tecnologias mais promissoras nos últimos anos, em que é possível ser utilizada em diferentes áreas, como indústria, medicina, engenharia, entretenimento e Educação. Na Educação a impressão 3D apresenta diversas possibilidades para contribuir com a facilitação do processo de ensino e aprendizagem, tais como a criação de material didático personalizado e a criação de protótipo para visualização de conceitos abstratos através de modelos tridimensionais. Neste sentido, o presente artigo tem por objetivo realizar uma revisão sistemática da literatura no Google Acadêmico no período de 2018 a 2023 para investigar e analisar trabalhos que utilizaram a impressão 3D como ferramenta de ensino no contexto das Ciências da natureza no Ensino Médio. Os resultados revelam que o uso da impressão 3D está concentrado em três focos: (i) como ferramenta para suprir a carência de material didático; (ii) como ferramenta para construção de material acessivo para estudantes com deficiência e (iii) como recurso para o processo de ensino e aprendizagem. Além disso, as pesquisas apontam que o uso da impressão 3D pode agregar conhecimento aos estudantes, facilitando a aprendizagem de temas abstratos e de difícil visualização.

Palavras-chaves: Impressão 3D, Ciências da Natureza, Ensino médio, Revisão Sistemática.

Integration of 3D printing in nature science teaching in high school: a systematic literature review

Abstract: 3D printing has emerged as one of the most promising technologies in recent years, which can be used in different areas, such as industry, medicine, engineering, entertainment, and education. In education, 3D printing presents several possibilities to contribute to facilitating the teaching and learning process. In this sense, the present article aims to carry out a systematic review of the literature on Google Scholar from 2018 to 2023 to investigate and analyze works that used 3D printing as a teaching tool in the context of Natural Sciences in high school. The results reveal that the use of 3D printing is concentrated in three areas: (i) as a tool to overcome the lack of teaching material; (ii) as a tool for creating accessible material for students with disabilities and (iii) as a resource for the teaching and learning process. Furthermore, research shows that the use of 3D printing can add knowledge to students, facilitating the learning of abstract topics that are difficult to visualize.

Keywords: 3D printing, natural sciences, high school, Systematic Review.

¹ Graduanda em Licenciatura em Química pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife/PE, ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-5287-6488>, E-mail: havilasanttos30@gmail.com

² Doutor em Ensino de Ciências e Matemática. Docente na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife/PE, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5599-5047>, E-mail: euzebio.simoese@ufrpe.br

³ Doutor em Psicologia Cognitiva. Docente na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife/PE, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9682-8889>, E-mail: joao.rtsilva@ufrpe.br

⁴ Doutor em Química. Docente na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife/PE, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9402-936X>, E-mail: brunoleite@ufrpe.br

Introdução

As tecnologias compreendem um conjunto de conhecimentos práticos, habilidades, métodos e abordagens na fabricação de bens ou serviços. Em diferentes situações cotidianas as tecnologias estão presentes, desde a forma como nos comunicamos na vida moderna, aprendemos, trabalhamos, no desenvolvimento de medicamentos, novos meios de transportes, e em novas formas de energia. Diversos autores, entre eles Kenski (2003) e Leite (2022) sinalizam que tecnologia é uma palavra polissêmica que pode apresentar diferentes significados, tais como: conjunto de conhecimentos e princípios científicos que se aplicam ao planejamento, à construção e à utilização de um equipamento em um determinado tipo de atividade; conjunto de ferramentas e as técnicas que correspondem aos usos que lhes destinamos em cada época; procedimento ou grupo de métodos que se organiza num domínio específico: tecnologia médica; e teoria ou análise organizada das técnicas, procedimentos, métodos, regras, âmbitos ou campos da ação humana (Kenski, 2003; Leite, 2022).

A tecnologia tem um papel fundamental na sociedade, contribuindo em seu desenvolvimento em diferentes sentidos. Uma das principais contribuições da tecnologia para a sociedade é a melhoria da qualidade de vida das pessoas. Atualmente, a tecnologia proporciona acesso a bens e serviços que antes não eram disponíveis. Um bom exemplo são as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) que permitem que pessoas de todos os lugares se comuniquem, interajam, compartilhem e construam, entre outras ações, de forma imediata.

O uso das TDIC pode contribuir de forma significativa para o processo de ensino e aprendizagem de ciências, pois elas tornam o ensino mais contextualizado e dinâmico, o que pode ajudar os estudantes a compreenderem melhor os conceitos científicos. Dentre as diversas tecnologias, pode-se citar algumas que marcaram a sociedade, o rádio, a televisão, o computador, o celular/smartphone e a Internet. Outras também têm contribuído para melhorias na sociedade e uma delas é a impressão 3D. É possível afirmar que essas tecnologias potencializam diversos campos da sociedade, especialmente o campo educacional. Segundo Locatelli, Zoch e Trentin (2015, p. 2), os diferentes recursos didáticos digitais

oferecem novas possibilidades, propiciando aos professores a oportunidade de novas formas de ensinar, rompendo velhos

paradigmas, e aos alunos melhores condições para construir seu conhecimento. Assim, um novo modelo de aprendizagem é possível, centrado no aluno, no qual ele passa a ter um papel ativo e autônomo no seu aprendizado (Locatelli; Zoch; Trentin, 2015, p. 2).

Atualmente as tecnologias também têm contribuído com a educação e o ensino de ciências da natureza de diferentes formas. Conforme as tecnologias vão surgindo e se integrando cada vez mais no nosso cotidiano, torna-se crucial explorar como essas tecnologias podem transformar o cenário educacional. A tecnologia permite que os estudantes tenham acesso a uma grande quantidade de informação de forma rápida e mais simples, o que pode ajudá-lo a obter conhecimento de maneira mais eficiente. A tecnologia também pode contribuir para que os estudantes aprendam em seu próprio ritmo, dando a eles a possibilidade de estudar de acordo com os recursos que melhor contribuem para seu aprendizado (Leite, 2022).

Nas instituições de Ensino Médio, o processo de ensino e aprendizagem tem sido, em sua maioria, voltado para abordagens teóricas com aulas expositivas, apresentando poucas atividades práticas e com uma relutância, por parte dos professores, em adotar recursos didáticos que vão além dos métodos tradicionais (Reis *et al.*, 2019; Jara; Fonseca, 2024). Diante desse cenário, é imprescindível promover uma transformação significativa no método de ensino, buscando a implementação de metodologias mais dinâmicas e aplicadas em sala de aula e o uso das tecnologias, em especial da impressão 3D pode se mostrar pertinente, pois permite uma maior interação dos estudantes com o conteúdo científico. Além disso, a impressão 3D contribui também na criação de modelos tridimensionais de conceitos abstrato, facilitando a visualização e compreensão dos temas estudados.

Charles W. Hull, um engenheiro norte americano, considerado o pai da impressão 3D, em 1983 utilizou um processo que é conhecido atualmente como estereolitografia. Este método utiliza um feixe de luz ultravioleta para solidificar camadas sucessivas de resina líquida fotossensível, criando um objeto tridimensional (Lonjon, 2017). Embora tenha sido criada em 1983, a impressora 3D ainda não está acessível para todos.

Na Educação, a impressão 3D tem o potencial de contribuir com o ensino aprendizagem, pois ela pode ser utilizada para promover um aprendizado mais envolvente e ativo entre os estudantes. Através do uso dessa tecnologia os profissionais da Educação podem criar ambientes com maior engajamento entre os estudantes em sala de aula, criando modelos de estruturas moleculares complexas, órgãos do corpo humano, modelos

de células, animais, que podem ajudar os estudantes a compreenderem conceitos de forma mais visual, facilitando assim a aprendizagem (Gibson *et al.*, 2015; Silva *et al.*, 2022).

Nesse sentido, é importante compreender de que forma a impressão 3D está sendo inserida no contexto do ensino e aprendizagem de Ciências da Natureza no Ensino Médio, além de entender como essa tecnologia tem sido utilizada na contribuição da construção de conhecimento. Para isso, esta pesquisa, por meio de uma Revisão Sistemática de Literatura, visa identificar quais foram as abordagens adotadas, as metodologias utilizadas e os benefícios percebidos durante o uso da impressão 3D em trabalhos da área de Ciências da Natureza no ensino médio. Destarte, esta pesquisa investigará as diferentes maneiras pelas quais essa tecnologia vem sendo utilizada, as metodologias empregadas, os benefícios percebidos pelos usuários e os desafios enfrentados na sua implementação no ambiente educacional.

Desenvolvimento metodológico

Esta pesquisa trata-se de um estudo de Revisão Sistemática da Literatura (RSL) que tem como objetivo reunir, avaliar e analisar de maneira detalhada o conhecimento existente sobre um assunto específico. De acordo com Sampaio e Mancini (2007) a revisão sistemática é um método de pesquisa que utiliza a literatura atualizada relacionada ao tema como sua fonte de dados. Não há um consenso sobre quantas etapas devem existir na RSL. Para esta pesquisa adotou-se cinco etapas: (1) delimitação da questão norteadora (pergunta de pesquisa); (2) escolha da fonte dos dados; (3) seleção dos artigos; (4) extração dos dados dos artigos selecionados (análise e síntese dos estudos); (5) publicação dos resultados (Kitchenham, 2004; Leite 2021).

Nesse sentido, na primeira etapa foi proposta a seguinte pergunta de pesquisa: *Como a impressão 3D tem sido integrada no ensino de ciências da natureza (Química/Física/Biologia) no Ensino Médio?* (QP1) Acredita-se que as respostas a esse questionamento podem ser desdobradas em outros questionamentos, tais como: *Qual o objetivo principal dos trabalhos analisados?* (QP2); *Como a impressão 3D tem abordado exclusivamente assuntos de Química, Biologia e Física?* (QP3); *Quais as dificuldades encontradas nesse contexto?* (QP4). Os dados obtidos na RSL permitiram levantar elementos que contribuem para responder a essas questões.

A segunda etapa da pesquisa, escolha das fontes, foi realizada na plataforma *Google Acadêmico*. Essa plataforma foi selecionada como base de dados para esta revisão sistemática devido a sua grande diversidade de fontes acadêmicas (Harzing; Alakangas,

2016). No decorrer do processo de pesquisa foram utilizadas as seguintes palavras chaves: “impressão 3D”, “ciências da natureza” e “ensino médio”. Ainda no processo de pesquisa foram empregadas estratégias de buscas utilizando o operador booleano “E” (AND) nas seguintes palavras: "Impressão 3D" e "ciências" e "ensino"; "Impressão 3D" e "educação científica " e "ensino médio"; "Impressão 3D" e "química" e "física" e "biologia"; "Impressão tridimensional" e "ensino médio"; "ciências da natureza" e "modelos tridimensionais". Buscou-se também o cruzamento dessas palavras-chave com os termos ensino/educação, ciências e ensino médio. Devido a extensão dos dados do Google (Harzing; Alakangas, 2016; Pinto *et al.*, 2020), no processo de seleção de dados foi adotado um critério de análise das dez primeiras páginas de resultados do mecanismo de busca do *Google Acadêmico* para cada termo utilizado. Esse critério foi escolhido para garantir uma busca inicial da literatura relevante, considerando que os trabalhos de maior impacto normalmente são encontrados nas primeiras páginas de resultados (Harzing; Alakangas, 2016).

Ademais, com o objetivo de refinar a amostra, foram utilizados critérios de inclusão e exclusão. Como critério de inclusão foram considerados artigos científicos, Trabalhos de Conclusão de Cursos (TCC), Teses e dissertações publicados entre 2018 e 2023 provenientes de estudos desenvolvidos em língua portuguesa. A delimitação de tempo deu-se pois nos últimos anos a impressora 3D passou por constantes aprimoramentos e está se tornando mais acessível. Já os critérios de exclusão definidos para esta pesquisa foram trabalhos publicados em eventos, trabalhos sem contexto educacional, artigos científicos de revisão sistemática da literatura, trabalhos desenvolvidos em outros idiomas e textos fora do contexto da pesquisa.

Em relação a seleção dos artigos (terceira etapa), realizou-se o levantamento das publicações no *Google Acadêmico* através do mecanismo de busca deste, selecionando referências potencialmente elegíveis dentro dos critérios predefinidos. Nesse contexto, Donato e Donato (2019), afirmam que apenas uma porção destas referências são incluídas na RSL, assim não ocorrendo “perdas” de dados.

A quarta etapa (extração dos dados) consistiu na análise e síntese dos estudos por meio da leitura das publicações selecionadas a partir dos critérios de inclusão e exclusão pré-estabelecidos e que envolvem a temática (Impressão 3D no ensino de ciências da natureza). A fim de obter evidências coerentes com a temática investigada foi realizada a leitura dos títulos, resumos, palavras-chaves e corpo do texto, no intuito de identificar se as publicações disponibilizadas no *Google Acadêmico* se encaixavam em alguns dos

critérios estabelecidos para esta RSL. Também foi realizada uma análise mais aprofundada do conteúdo dos trabalhos buscando identificar o objetivo do estudo, as metodologias utilizadas, como a impressão 3D tem sido abordada exclusivamente no ensino de Química, Física e Biologia, quais as dificuldades e problemáticas encontrada no processo e os principais resultados das publicações.

Por fim, na quinta etapa foi realizada a interpretação, redação e publicação dos resultados em que se procurou descrever o maior número de detalhes dos dados obtidos na pesquisa. A publicação dos resultados visa apresentar informações suficientes para que outros pesquisadores possam, independentemente, reproduzirem todo o procedimento da pesquisa. Nesse sentido, buscou-se expor uma escrita clara e precisa, tendo todos os processos pormenorizadamente detalhados, conforme preconizam Donato e Donato (2019).

Resultados e Discussão

A partir dos procedimentos descritos para a RSL, inicialmente, 135 trabalhos foram retornados pela plataforma do Google Acadêmico. O processo de escolha da fonte dos dados (segunda etapa da pesquisa) para compor o *corpus* de análise está sumarizado na Figura 1.

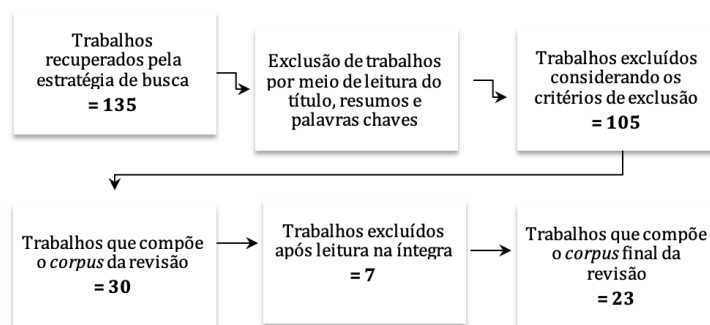


Figura 1: Processo de escolha de dados
Fonte: Dados da pesquisa (2024)

Como apresentado na Figura 1, 135 trabalhos foram recuperados pela estratégia de busca, destes, 105 foram excluídos após a leitura do título, resumo e palavras-chave por não indicarem relação com a área de investigação. Por meio desse processo, a amostra final foi constituída de 23 publicações que foram lidas na íntegra a fim de identificar qual o objetivo do estudo, e como a impressão 3D tem sido usada exclusivamente para o ensino de Química, Física e Biologia.

Os trabalhos que foram selecionados para compor o *corpus* de análise desta pesquisa, estão caracterizados no Quadro 1 por código de identificação, título, tipo de publicação e ano de publicação.

Quadro 1: Publicações selecionadas para compor o *corpus* de análise da RSL

Id	Título (Tipo de publicação)	Autoria	Ano
T1	Impressão 3D como recurso para o desenvolvimento de material didático (Artigo)	SANTOS, J. T. G.; ANDRADE, A. F.	2020
T2	Limites e possibilidades da impressão 3D como ferramenta de abordagem STEAM no ensino de Biologia: um estudo de caso (Artigo)	LEDO, R. M. D.; SILVA, C. P. L.	2021
T3	Impressão 3D: recurso para a concepção de material didático para educando com necessidades educativas especiais na visão (TCC)	PIRES, E. S.	2019
T4	Impressão 3D e conhecimento astronômico com ferramenta de iniciação e divulgação da ciência (Artigo)	BARROS, H. W. S.; LEITE, Y. P.; NUNES, K. M.; CARVALHO, F. G.	2022
T5	Representação em relevo de modelos orgânicos por impressão 3D (TCC)	FANTINATTI, S. C. G.	2019
T6	Grafeno no ensino médio: uma proposta didática para o ensino de nanomateriais utilizando modelos 3D (TCC)	SILVA, E. N.	2023
T7	Modelos de dentes de mamíferos impressos em 3D e sua aplicação ao ensino de Biologia (Artigo)	SILVA, R. G.; SANTOS, A. L.; SILVA, M. L.; CARVALHO, Y. K.	2023
T8	Ver com as mãos e dar à luz um mundo: tecnologia 3D e suas possibilidades cognitivas para pessoas cegas (Artigo)	SOBRAL, J. E. C.; EVERLING, M. T.; CAVALCANTI, A. L. M. S.	2020
T9	Proposta de uma tabela periódica adaptada com vistas à acessibilidade de estudantes com deficiência visual: um recurso didático para o ensino inclusivo (Artigo)	SILVA, G. D. S.; STADLER, J. P.	2022
T10	Modelos tridimensionais: reflexão de futuros professores de química para o ensino aprendizagem da interação ensino-substrato (Artigo)	ALMEIDA, J. F.; BOSSOLANI- KIILL, K.	2022
T11	Recurso didático com ênfase no ensino de alunos com deficiência visual produzido por fabricação digital (TCC)	KAUFFMANN, A. R.	2019
T12	Impressão 3D como recurso para o ensino aprendizagem de citologia (Dissertação)	CRUZ, D. S.	2022
T13	Modelos atômicos e a impressão 3D: Proposta para a inclusão de alunos deficientes visuais no ensino de química (Artigo)	TOLEDO, K. C.; RIZZATTI, I. M.	2021
T14	Produção de modelos moleculares usando impressão 3D: caminhos de um futuro professor de química (TCC)	BONACHELA, S. R.	2021
T15	O uso da impressão 3D na construção de geometria moleculares como uma proposta didática no ensino de química, adaptado para pessoas com deficiência visual (Artigo)	TOLEDO, K. C.; SANTOS, B. M.; RIZZATTI, I. M.	2019
T16	Modelos confeccionados em impressora 3D para o ensino de geometria molecular química (Dissertação)	ANDRADE, N. O.	2019

T17	Desenvolvimento de modelos tridimensionais e uma sequência didática para o ensino de sistemas cardiovascular para alunos com deficiência visual (Dissertação)	REGO, F. L.	2020
T18	A criação de um atlas histologia vegetal tátil para cegos (TCC)	ROSA, F. M.	2018
T19	Materiais digitais no ensino de Biologia: com a palavra professores e licenciandos (Tese)	KAPP, A. M.	2022
T20	Educamol: um protótipo de sistema educativo para a construção de modelos de estruturas moleculares (TCC)	LIMA JÚNIOR, J. B.	2019
T21	Desenvolvimento de modelos impressos em 3D para o ensino de ciências (Artigo)	PATREZE, C. M.; PALAIO, S. C. S.; ALMEIDA, M. V. L.	2018
T22	A impressão 3d no ensino de química: projeto e fabricação de modelos moleculares e sua aplicação no ensino de isomeria geométrica e ótica (Dissertação)	GUSMÃO, R. M.	2019
T23	Uma sequência didática para abordagem de conceitos de cinemática através de dois carrinhos impressos em 3D e uso de Arduino (Dissertação)	RIBEIRO, J. P. J.	2020

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

No que diz respeito a quais os objetivos principais dos trabalhos analisados (QP2), através dos dados é possível destacar três pontos: (1) impressão 3D como ferramenta para atenuar a falta de materiais didáticos nas escolas (T1, T14, T16, T20); (2) recursos de acessibilidade para pessoas com deficiência visual (T3, T8, T9, T11, T13, T15, T17, T18); (3) desenvolvimento de materiais didáticos para aprimorar o processo de aprendizagem dos alunos (T2, T4, T5, T6, T7, T10, T12, T19, T21, T22, T23).

Os dados da pesquisa revelaram que 26,1% dos trabalhos (06 trabalhos) analisados utilizaram a impressão 3D como ferramenta para combater a carência de materiais didáticos nas escolas. A impressão 3D surge como ferramenta para suprir carências de materiais didáticos, em que os trabalhos exploram o potencial da impressora 3D como solução inovadora para minimizar a escassez de recursos pedagógicos em ambiente escolar, sobretudo em regiões com acesso limitado a materiais. Um exemplo é o trabalho T1, desenvolvido em uma escola na Paraíba, que demonstra a viabilidade dessa abordagem. O trabalho T1 teve como objetivo principal a criação de materiais didáticos que estavam em falta no laboratório de ciências da escola, utilizando a impressora 3D como agente da resolução do problema. No trabalho é relatado que os alunos realizaram uma pesquisa para identificar as deficiências de materiais no laboratório, em seguida utilizando *software* de modelagem 3D, elaboraram desenhos de peças ósseas, órgãos do corpo humano, modelo de célula animal e vegetal, além de réplicas de vidrarias de laboratório como espátulas, tubos de ensaio e bastão. As peças foram impressas em 3D e disponibilizadas para uso nas aulas de ciências.

Por outro lado, 39,1% dos trabalhos analisados (09 trabalhos) se concentram em investigar o uso da impressão 3D como ferramenta para diminuir barreiras educacionais para estudantes com deficiência visual. Nesse contexto, pesquisas têm identificado algumas dificuldades que podem prejudicar o processo de ensino e aprendizagem, como o grau de abstração para compreensão dos conteúdos, a falta de contextualização, utilização de linguagem não acessível aos estudantes, falta de relação dos conceitos a serem ensinados com os conhecimentos prévios dos estudantes, ensino centrado exclusivamente no professor (Souza *et al.*, 2015; Simões Neto; Silva, 2021; Tavares *et al.*, 2023; Albano; Delou, 2024).

Compreendendo essas dificuldades, os trabalhos analisados apresentam diferentes ideias de como utilizar a impressão 3D no Ensino de Ciências no Ensino Médio. Os trabalhos focam na construção de ferramentas e metodologias que visem promover a inclusão educacional de pessoas com deficiência visual. O trabalho T8, por exemplo, destaca a viabilidade da tecnologia na criação de recursos pedagógicos tridimensionais direcionando ao desenvolvimento de um atlas tátil de histologia vegetal. É importante destacar que a relevância da visualidade no processo de aprendizagem é um ponto crucial a ser considerado, especialmente para estudantes com deficiência visual. Berger (2000, p. 13) reforça essa ideia ao afirmar que “a vista chega antes das palavras, pois uma criança vê antes de falar”. Destarte, nos trabalhos analisados (39,1%, 09 trabalhos) os modelos 3D se configuram como ferramentas inovadoras para a Educação Inclusiva, pois são capazes de possibilitar a exploração tátil e auditiva de diferentes conceitos e objetos.

Os dados da pesquisa também indicaram que 34,8% dos trabalhos analisados (08 trabalhos) focaram no desenvolvimento de materiais didáticos que visavam aprimorar o processo de ensino aprendizagem dos estudantes. Neste sentido, os trabalhos descreviam o uso da impressão 3D na elaboração de materiais instrucionais que contribuíssem para o processo de ensino e aprendizagem, sendo considerado como um recurso auxiliar. Diferente dos trabalhos que visavam a elaboração de material didático para suprir as lacunas de materiais para o ensino nas escolas, os trabalhos identificados nesta categoria apontam que a impressão de materiais em 3D servia para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem do conteúdo proposto. O foco central está na criação de recursos pedagógicos tangíveis com o objetivo de otimizar o processo de aprendizagem dos estudantes. A título de ilustração, o trabalho T5 propõe uma representação tridimensional em relevo de uma molécula orgânica, possibilitando aos alunos uma experiência sensorial

e interativa com a estrutura da molécula, muitas vezes considerado assunto abstrato para os alunos.

Em relação à QP3, referente a temática abordada pelos trabalhos, a análise revelou que 34,8% dos estudos concentraram-se exclusivamente em tópicos de Química (T5, T9, T10, T13, T14, T15, T16 e T22). Já 26,1% dos trabalhos exploraram temas da área de Biologia (T2, T7, T12, T17, T18 e T19), enquanto apenas 8,69% se dedicaram a assuntos relacionados à Física (T4 e T23).

A análise da distribuição temática revelou a prevalência de trabalhos relacionados a Química, e a abordagens de assuntos como tabela periódica e Química Orgânica. Por exemplo, a proposta do trabalho T9 se baseou na utilização da impressão 3D no desenvolvimento de uma tabela periódica. Um modelo 3D da tabela periódica foi criado utilizando um *software* específico de modelagem 3D, o modelo foi impresso em acrílico, um material resistente e durável. Essa tabela foi utilizada por estudantes com deficiência visual como recurso facilitador do processo de aprendizagem em aulas de Química sobre tabela periódica (Silva; Stadler, 2022). Já o trabalho T5 focou na área de Química Orgânica no tópico de funções orgânicas, com o objetivo de construir modelos de estruturas moleculares e suas respectivas nomenclaturas em Braille. A metodologia se baseou na confecção de placas bidimensionais com representação em relevo de moléculas orgânicas. Os dados descritos em T5 revelam que através do *software* de modelagem 3D foi possível criar modelos tridimensionais das moléculas orgânicas considerando suas estruturas espaciais, permitindo a exploração tátil por estudantes com deficiência visual.

Em Biologia, os assuntos abordados foram na área de sistema cardiovascular e citologia. O trabalho T17, por exemplo, propôs o desenvolvimento de modelos tridimensionais e uma sequência didática para o ensino de sistema cardiovascular a estudantes com deficiência visual. Utilizando *software* de modelos 3D foram criados modelos de vasos sanguíneos, promovendo a exploração tátil dessa estrutura vascular (Rego, 2020). A sequência didática descrita em T17 visava inicialmente apresentar o assunto de forma teórica e expositiva e em seguida apresentar os modelos 3D impressos para avaliar a experiência dos alunos. Por outro lado, o trabalho T12 mostrou a utilização da impressão 3D como ferramenta para o ensino de citologia. A metodologia adotada consistiu em uma pesquisa de caráter quantitativo e qualitativo através de questionários aplicados a professores e alunos com o foco na superação de carências de recursos didáticos e aprimoramento da aprendizagem dos estudantes (Cruz, 2022). Diante do cenário, foi desenvolvido um curso virtual contendo tutoriais sobre o funcionamento da

impressora 3D. O curso também ofereceu um repositório digital com modelos 3D de células prontas para impressão e utilização em salas de aula. Essa proposta visou promover a exploração tridimensional das estruturas celulares pelos alunos, estimulando o raciocínio e a criatividade.

Já em Física, os assuntos abordados foram da área da Astronomia e Cinemática. O trabalho T4 apresentou um projeto desenvolvido com estudantes do ensino médio em uma experiência envolvendo o ensino de astronomia com a utilização de uma impressora 3D na construção de um relógio solar digital (Barros *et al.*, 2022). A metodologia envolveu uma série de etapas desde uma roda de conversa sobre conceitos astronômicos até a confecção de modelos 3D. A combinação do ensino de astronomia com a impressão 3D, segundo Barros *et al.* (2022) gerou um grande engajamento e participação dos estudantes, aprimorando a comunicação e trabalho em grupo. Sobre a temática da cinemática, o trabalho T23 utilizou a impressão em 3D para a confecção de dois carrinhos miniaturas a serem utilizados em uma sequência didática para abordar movimento retilíneo uniforme e movimento retilíneo uniformemente (Araújo, 2020).

Na análise dos trabalhos, a QP4 buscava identificar quais as dificuldades encontradas nos trabalhos investigados. É possível destacar que a integração da impressão 3D em escolas de Ensino Médio apresenta vários desafios, sendo eles: infraestrutura, formação dos professores e custo. No trabalho T4, durante o processo de modelagem do relógio solar, os alunos apresentaram dificuldades para utilizar a impressora 3D relatando situações que dificultaram o processo de impressão, consequência do ambiente em que estava a impressora (Barros *et al.*, 2022). Dessa forma é possível observar que uma boa infraestrutura é essencial para o uso da impressora, já que o vento e a temperatura podem dificultar a fixação do filamento na mesa de impressão influenciando diretamente o processo de impressão. Os trabalhos T5 e T11 destacam a falta de capacitação dos professores como um dos desafios para integração da impressão 3D no ensino médio. O trabalho T5 aborda o fato de alguns professores nunca terem tido contato com esse recurso tecnológico antes, fato que evidencia uma grande defasagem na formação e capacitação de alguns profissionais da Educação, dificultando dessa forma a utilização dessa ferramenta pelos professores.

A dificuldade que se destaca nesse processo de integração é o alto custo de obtenção e manutenção de tecnologias avançadas, como a impressão 3D, em escolas de ensino médio que muitas vezes não possuem recursos básicos. É importante destacar que a mera presença de uma impressora 3D em sala de aula ou no laboratório *maker* não

garante que ela seja utilizada de forma eficaz no processo de ensino e aprendizagem. Para que a tecnologia da impressão 3D atinja o pleno potencial dela é necessário integrá-la estrategicamente ao conteúdo abordado pelo professor (Sullivan; McCartney, 2017).

A revisão dos trabalhos selecionados forneceu informações relevantes para responder à pergunta principal da pesquisa (*Como a impressão 3D tem sido integrada no ensino de ciências da natureza no Ensino Médio?*). Durante a revisão, foi possível observar que os trabalhos tinham como objetivo a facilitação do ensino e aprendizagem de temas abstratos e de difícil visualização na Física, na Química e na Biologia a partir da impressão de artefatos com o uso da impressora 3D. Na análise dos trabalhos foi possível perceber que, embora a tecnologia de impressão 3D apresente um potencial transformador para a educação, ainda há uma escassez de pesquisas dedicadas a essa área. A maioria dos estudos que existem concentram-se no Ensino Superior, fato este que sinaliza uma grande defasagem sobre as aplicações e desafios na integração da impressão 3D na Educação Básica.

Um aspecto interessante na análise dos trabalhos selecionados nessa revisão é a desigualdade na distribuição de pesquisas por área de conhecimento. Enquanto Química se destaca possuindo o maior número de trabalhos, a Física apresenta (atualmente) um cenário menos expressivo. Esse fato fica evidente quando dos 23 trabalhos identificados, 8 focaram exclusivamente em assuntos de Química e apenas 2 trabalharam assuntos de Física. É possível destacar também o foco dado a utilização da impressão 3D como ferramenta para auxiliar estudantes com deficiência visual. Dos trabalhos selecionados, 9 deles tinham como objetivo a criação de modelos tridimensionais e táteis, capazes de colaborar com os processos de ensino e aprendizagem de estudantes com deficiência visual.

A capacidade de criar modelos tridimensionais de conceitos abstratos, como moléculas orgânicas ou modelos anatômicos, permite que os estudantes visualizem e interajam com o conteúdo de maneira mais engajada. Essa abordagem, além de estimular a criatividade, promove a autonomia dos estudantes ao possibilitar a construção do conhecimento de maneira ativa. De acordo com Basniak e Liziero (2017), o uso da impressão 3D traz novas perspectivas para o ensino, fato que enriquece o processo de aprendizagem com materiais concretos e tem potencial para auxiliar nos processos de compreensão de conceitos complexos.

Considerações finais

Ao longo dessa RSL, foi analisado como a tecnologia 3D se desdobra como um instrumento inovador no cenário educacional, podendo ser um recurso didático capaz de gerar aos estudantes experiências de aprendizagens mais imersiva e eficaz, e agir como elemento motivador na participação dos estudantes nas aulas, considerando sua capacidade de criar objetos tridimensionais complexos (Novak; Wisdom, 2018), despertando o interesse dos estudantes especificamente em ciências da natureza.

No que diz respeito à pergunta de pesquisa (*Como a impressão 3D tem sido integrada no ensino de ciências da natureza no Ensino Médio?*), observou-se que os trabalhos visam facilitar o ensino de conceitos abstratos em Química, Biologia e Física (Ciências da Natureza) por meio da impressão 3D, mas ainda são escassas as pesquisas na área, sobretudo na Educação Básica, já que a maioria se concentra no Ensino Superior. Em relação ao objetivo principal dos trabalhos analisados (QP2), esta investigação identificou que os trabalhos destacam a impressão 3D como suporte para suprir a carência de materiais didáticos, promover acessibilidade a estudantes com deficiência visual e desenvolver recursos que aprimorem a aprendizagem. A pesquisa também identificou que os assuntos de Química foram os mais abordados nos trabalhos investigados (QP3).

No entanto, constata-se que para que tecnologia seja plenamente integrada no Ensino de Ciências, em especial no que tange às Ciências da Natureza no Ensino Médio, é preciso superar as dificuldades enfrentadas nesse processo (QP4), como o alto custo das impressoras, a necessidade de capacitação dos professores e a infraestrutura limitada das instituições escolares, em especial, aquelas vinculadas às redes públicas.

Ao concluirmos, torna-se evidente o potencial transformador da tecnologia 3D. Assim, essa tecnologia emerge como uma ferramenta poderosa para superar os limites da educação, abrindo um universo de possibilidades para melhorar o processo de ensino aprendizagem em ciências da natureza.

Referências

AGUIAR, Leonardo de Conti Dias. **Um processo para utilizar a tecnologia de impressão 3D na construção de instrumentos didáticos para o ensino de ciências**. 226 f. Dissertação. Mestrado Profissional Educação para a ciência. Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2016.

ALBANO, Wladimir Mattos; DELOU, Cristina Maria Carvalho. Principais dificuldades descritas no aprendizagem de química para o Ensino Médio: revisão sistemática. **Debates em Educação**, v. 16, n. 38, p. e16890, 2024. Disponível em: <https://www.seer.ufal.br/index.php/debateseducacao/article/view/16890>. Acesso em: 23 out. 2024.

ARAÚJO, Alexandre Amaral Cardoso de. **Uma sequência didática para abordagem de conceitos de cinemática através de dois carrinhos impressos em 3D e uso do Arduino**. 183 f. Dissertação. Mestrado Profissional em Ensino de Física em Rede Nacional. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2020.

BARROS, Heitor W. S.; LEITE, Yasmim Picanço; NUNES, Karlyana Madeira; CARVALHO, Felipe Gato. Impressão 3D e conhecimento astronômico como ferramenta de iniciação e divulgação da ciência. **Revista Interdisciplinar de Tecnologias na Educação (RInTE)**, v. 8, n. 1, 2022. Disponível em: <https://ojs.ifsp.edu.br/index.php/rinte/article/view/2021>. Acesso em 20 out. 2024.

BASNIAK, Maria Ivete; LIZIERO, André Rafael. A impressora 3D e novas perspectivas para o ensino: possibilidades permeadas pelo uso de materiais concretos. **Revista Observatório**, v. 3, n. 4, p. 445-466, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.20873/uft.2447-4266.2017v3n4p445>. Acesso em: 14 out. 2024.

BERGER, John. **Modos de ver**. Barcelona: Gustavo Gili, 2000.

CRUZ, Denys Santos da. **Impressão 3D como recurso para o ensino e aprendizagem de citologia**. 122 f. Dissertação. Mestrado Profissional em Ensino Tecnológico. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Manaus, 2022.

DONATO, Helena; DONATO, Mariana. Stages for undertaking a systematic review. **Acta medica portuguesa**, v. 32, n. 3, p. 227-235, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.20344/amp.11923>. Acesso em: 12 set. 2024.

GIBSON, Ian; ROSEN, David; STUKER, Brent. **Additive manufacturing technologies 3D printing, rapid prototyping, and direct digital manufacturing**. Springer New York Heidelberg Dordrecht London. New York: Springer, 2015. Disponível em: https://eprints.ukh.ac.id/id/eprint/183/1/2015_Book_AdditiveManufacturingTechnolog.pdf. Acesso: 08 jun. 2024.

HARZING, Anne-Wil; ALAKANGAS, Satu. Google Scholar, Scopus and the Web of Science: a longitudinal and cross-disciplinary comparison. **Scientometrics**, v. 106, p. 787-804, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11192-015-1798-9>. Acesso em: 14 set. 2024.

JARA, Rozilene de Oliveira; FONSECA, Janete Rosa da. Dificuldades na aprendizagem—o que dizem as pesquisas: uma revisão de literatura. **Revista Diálogos Interdisciplinares**, v. 4, n. 16, p. 816-830, 2024. Disponível em: <https://periodicos.ufms.br/index.php/deaint/article/view/22446>. Acesso em: 23 set. 2024.

KENSKI, Vani Moreira. **Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação**. São Paulo: Papirus editora, 2003.

KITCHENHAM, Barbara. **Procedures for performing systematic reviews**. Keele University Technical Report, Keele, UK, v. 33, n. 2004, p. 1-26, 2004.

LEITE, Bruno Silva. Pesquisas sobre as tecnologias digitais no ensino de química. **Debates em Educação**, v. 13, n. Esp2, p. 244–269, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.28998/2175-6600.2021v13nEsp2p244-269>. Acesso em: 14 set. 2024.

LEITE, Bruno Silva. **Tecnologias digitais na educação**: da formação à aplicação. São Paulo: Livraria da Física, 2022.

LOCATELLI, Aline; ZOCH, Alana Neto; TRENTIN, Marco Antonio Sandini. TICs no Ensino de Química: Um Recorte do “Estado da Arte”. **Revista Tecnologias na Educação**, v. 7, n. 12, p. 1-12, 2015. Disponível em: <https://tecedu.pro.br/wp-content/uploads/2015/07/Art19-vol12-julho2015.pdf>. Acesso em: 23 set. 2024.

LONJON, Capucine. The history of 3d printer: from rapid prototyping to additive fabrication. *Sculpteo*, 1 mar. 2017. Disponível em: <https://www.sculpteo.com/blog/2017/03/01/whos-behind-the-three-main-3d-printing-technologies>. Acesso em 12 jun. 2024.

NOVAK, Elena; WISDOM, Sonya. Effects of 3D Printing Project-based Learning on Preservice Elementary Teachers’ Science Attitudes, Science Content Knowledge, and Anxiety About Teaching Science. **Journal of Science Education and Technology**, v. 27, n. 5, p. 412-432, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10956-018-9733-5>. Acesso em 23 set. 2024.

PINTO, Adilson Luiz; CANTO, Fabio Lorensi do; GAVRON, Edson Mario; TALAU, Marcos. Periódicos científicos brasileiros indexados no Google Scholar Metrics. **Informação & Sociedade: Estudos**, v. 30, n. 4, p. 1-18, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.22478/ufpb.1809-4783.2020v30n4.57048>. Acesso em 24 set. 2024.

REGO, Filipe Lima. **Desenvolvimento de modelos tridimensionais e de uma sequência didática para o ensino de sistema cardiovascular para alunos com deficiência visual**. 93 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) – Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020.

REIS, Rafaela da Silva; LEITE, Bruno Silva; LEÃO, Marcelo Brito Carneiro. Percepções sobre a incorporação das TIC em cursos de licenciatura em Química no Brasil. **Debates em Educação**, v. 11, n. 23, p. 01–18, 2019. Disponível em: <https://seer.ufal.br/index.php/debateseducacao/article/view/5125>. Acesso em: 23 set. 2024.

SAMPAIO, Rosana Ferreira; MANCINI, Marisa Cotta. Estudos de Revisão Sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, São Carlos, v. 11, n. 1, p. 83-89, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-35552007000100013>. Acesso em 13 set. 2024.

SILVA, Andréia Santos; ALVES, Gustavo Henrique Varela Saturnino; FERREIRA, Alessandra Teles Sirvinskas; FRAGEL-MADEIRA, Lucianne. Avaliação de modelos 3D como recurso educacional para o ensino de Biologia: uma revisão da literatura. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 13, n. 2, p. 1-28, 2022. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/3200>. Acesso em 23 nov. 2024.

SILVA, Grazielle Del Sent da; STADLER, João Paulo. Proposta de uma Tabela Periódica adaptada com vistas à acessibilidade de estudantes com deficiência visual: um recurso didático para o ensino inclusivo. **Revista Insignare Scientia**, v. 5, n. 3, p. 409-430, 2022.

Disponível em: <https://doi.org/10.36661/2595-4520.2022v5n3.12885>. Acesso em: 25 set. 2024.

SIMÕES NETO, José Euzebio. SILVA, João Roberto Ratis Tenório da. (Org.). **Ensino de química novos olhares de uma nova geração**. 1. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2021.

SOUZA, Jéssica Itaiane Ramos de; LEITE, Quesia dos Santos Souza; LEITE, Bruno Silva. Avaliação das dificuldades dos ingressos no curso de licenciatura em Química no sertão pernambucano. **Revista Docência do Ensino Superior**, v. 5, n. 1, p. 135-159, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.35699/2237-5864.2015.1976>. Acesso em 19 out. 2024.

SULLIVAN, Pamela; MCCARTNEY, Holly. Integrating 3D printing into an early childhood teacher preparation course: Reflections on practice. **Journal of Early Childhood Teacher Education**, v. 38, n. 1, p. 39-51, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10901027.2016.1274694>. Acesso em 20 set. 2024.

TAVARES, Ricarte; FARIAS, Maria José Gomes dos Santos; SANTOS, Loice Lorena Meira; ALENCAR, Elaine Paula Gonçalves. Perspectiva de discentes do curso de química sobre o senso comum na aprendizagem. **Ensino & Pesquisa**, v. 21, n. 3, p. 63-75, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.33871/23594381.2023.21.3.7377>. Acesso em 19 out. 2024.

Submissão: 23/12/2024. **Aprovação:** 03/09/2025. **Publicação:** 15/12/2025.