

A IMPORTÂNCIA DAS METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE QUÍMICA: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

Cláudia Maria Pinto da Costa

Doutor. Coordenadora do Programa de Pós-graduações em lato Sensu e Professora da Faculdade Escola Sobral de Oliveira –FAESDO
<http://lattes.cnpq.br/5366031094187795>
<https://orcid.org/0009-0006-2217-7335>
E-mail: claudinhapc@gmail.com

Micheline Soares Costa Oliveira

Pós-Doc em Ciência, Tecnologia e Educação e Professora Associada N da Universidade Estadual do Ceará – UECE
<http://lattes.cnpq.br/3217763920666518>
<https://orcid.org/0000-0003-4112-8062>
E-mail: micheline.oliveira@uece.br

Danilo Sobral de Oliveira

Doutor. Advogado, Diretor geral e Professor da Faculdade Escola Sobral de Oliveira – FAESDO
<http://lattes.cnpq.br/1635891041004372>
<https://orcid.org/0009-0008-5928-442X>
E-mail: danilosobralct@hotmail.com

DOI-Geral: <http://dx.doi.org/10.47538/RA-2026.V5N1>

DOI-Individual: <http://dx.doi.org/10.47538/RA-2026.V5N1-38>

RESUMO: A educação brasileira tem sido historicamente marcada por práticas tradicionais centradas no professor, o que tem limitado a participação discente e a construção ativa do conhecimento. Diante das demandas da sociedade contemporânea, cresce a necessidade de metodologias que favoreçam autonomia, criticidade e aprendizagem significativa. Nesse contexto, este estudo apresenta uma revisão integrativa da literatura sobre o uso de Metodologias Ativas no ensino de Química, com o objetivo de identificar práticas pedagógicas atuais, compreender seus benefícios e desafios e analisar os fatores que influenciam sua eficácia. A pesquisa abrangeu publicações nacionais entre 2020 e 2025, consultadas nas bases SciELO, Portal CAPES e Google Acadêmico, resultando na seleção de sete estudos que atenderam aos critérios de inclusão. As práticas analisadas envolveram Sequência Didática, *Design Thinking*, Aprendizagem Baseada em Problemas, Aprendizagem Baseada em Projetos, Ensino Híbrido, Sala de Aula Invertida e estratégias de gamificação. Os resultados indicam que tais Metodologias promovem maior engajamento, motivação e participação dos estudantes, contribuindo para o desenvolvimento de habilidades cognitivas e socioemocionais, como pensamento crítico, criatividade, colaboração e tomada de decisão. Evidenciaram-se, ainda, avanços quanto à contextualização dos conteúdos e à articulação entre teoria e prática. Contudo, os estudos também apontam desafios relevantes, como resistência inicial dos alunos, limitações estruturais e tecnológicas, desigualdade de acesso à internet, falta de formação docente específica e ausência de instrumentos avaliativos robustos que mensurem o impacto conceitual das práticas. Conclui-se que as Metodologias Ativas configuram estratégias promissoras para o ensino de Química, desde que acompanhadas de planejamento pedagógico consistente, mediação qualificada e condições adequadas de implementação. Recomenda-se que futuras pesquisas ampliem a amostragem,



aprofundem análises sobre a aprendizagem e investiguem modelos de aplicação que possam orientar de maneira mais efetiva a prática docente.

PALAVRAS-CHAVE: Metodologias ativas. Ensino de química. Aprendizagem significativa. Inovação pedagógica. Revisão integrativa.

THE IMPORTANCE OF ACTIVE METHODOLOGIES IN CHEMISTRY TEACHING: AN INTEGRATIVE REVIEW

ABSTRACT: Brazilian education has historically been marked by traditional, teacher-centered practices, which have limited student participation and the active construction of knowledge. Faced with the demands of contemporary society, there is a growing need for methodologies that promote autonomy, critical thinking, and meaningful learning. In this context, this study presents an integrative literature review on the use of active methodologies in chemistry teaching, aiming to identify current pedagogical practices, understand their benefits and challenges, and analyze the factors that influence their effectiveness. The research encompassed national publications between 2020 and 2025, consulted in the *SciELO*, CAPES Portal, and *Google Scholar* databases, resulting in the selection of seven studies that met the inclusion criteria. The practices analyzed involved Didactic Sequences, Design Thinking, Problem-Based Learning, Project-Based Learning, Blended Learning, Flipped Classroom, and gamification strategies. The results indicate that such methodologies promote greater student engagement, motivation, and participation, contributing to the development of cognitive and socio-emotional skills, such as critical thinking, creativity, collaboration, and decision-making. Advances were also evident in the contextualization of content and the articulation between theory and practice. However, the studies also point to relevant challenges, such as initial student resistance, structural and technological limitations, unequal access to the internet, lack of specific teacher training, and the absence of robust assessment instruments to measure the conceptual impact of the practices. It is concluded that active methodologies represent promising strategies for teaching Chemistry, provided they are accompanied by consistent pedagogical planning, qualified mediation, and adequate implementation conditions. It is recommended that future research expand the sample size, deepen analyses of learning, and investigate application models that can more effectively guide teaching practice.

KEYWORDS: Active methodologies. Chemistry teaching. Meaningful learning. Pedagogical innovation. Integrative review.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, as discussões sobre inovação pedagógica têm evidenciado a necessidade de romper com práticas tradicionais centradas na transmissão de conteúdos, ainda predominantes tanto no Ensino Médio quanto no Ensino Superior (Azevedo, 2021; Costa, 2021; Sousa, 2023). No modelo tradicional, o professor assume o papel de transmissor do conhecimento e o estudante desempenha função passiva, limitando-se à recepção de informações. Entretanto, no ensino de Química, essa dinâmica tende a intensificar dificuldades, pois a área exige interpretação de fenômenos abstratos,



compreensão de modelos e relações complexas entre ciência, tecnologia e sociedade.

Diante desse quadro, tornam-se essenciais abordagens didáticas capazes de promover maior participação, interação e autonomia dos estudantes. As Metodologias Ativas configuram-se como alternativas potentes nesse processo, pois deslocam o foco da aula para a ação do aluno, estimulando-o a investigar, colaborar, problematizar e construir conhecimento de forma significativa (Andrade *et al.* (2021); Pereira; Leite (2024); Pereira; Silva (2021); Serbim; Santos (2021); Silva-Neto; Leite (2023); Silva *et al.* (2020); Silva *et al.* (2024)). Nesse sentido, ao assumir papel protagonista, o estudante desenvolve habilidades cognitivas e socioemocionais, como pensamento crítico, resolução de problemas, argumentação, criatividade e tomada de decisão, aspectos fundamentais para a formação científica e cidadã.

No ensino de Química, as Metodologias ativas têm se mostrado alinhadas ao perfil dos estudantes contemporâneos e às demandas da sociedade tecnológica, uma vez que possibilitam conectar os conteúdos disciplinares à realidade social, ambiental e econômica dos aprendizes. Esse movimento é coerente com as tendências atuais da educação, que buscam integrar ciência, tecnologia e sustentabilidade como pilares da formação escolar (Bacich; Morán, 2018). Por meio de atividades investigativas, colaborativas e contextualizadas, as aulas tornam-se ambientes mais dinâmicos, favorecendo o engajamento e a permanência dos estudantes no processo de aprendizagem.

Todas essas abordagens, quando bem planejadas, contribuem para tornar o ensino mais responsável ao perfil da turma e às necessidades de aprendizagem, ampliando a compreensão conceitual dos estudantes.

Entretanto, o uso de Metodologias Ativas não se resume à aplicação de atividades diferenciadas. Sua efetividade depende de fatores como planejamento adequado, mediação pedagógica qualificada, disponibilidade de recursos, compreensão das características da turma e clareza dos objetivos educacionais. Assim, cabe ao professor mapear o perfil dos estudantes, identificar suas dificuldades e interesses e, a partir disso, selecionar estratégias que favoreçam aprendizagens significativas, evitando o uso superficial ou meramente lúdico das Metodologias.



Diante desse cenário, o presente estudo busca responder às seguintes questões:

(i) Quais Metodologias Ativas têm sido utilizadas no ensino de Química e quais contribuições são atribuídas a elas?

(ii) De que forma essas Metodologias influenciam a compreensão, o engajamento e a motivação dos estudantes?

(iii) Quais fatores pedagógicos, estruturais e tecnológicos determinam a eficácia dessas práticas no contexto escolar?

Para responder a essas questões, este trabalho analisa pesquisas recentes que abordam Metodologias ativas aplicadas ao ensino de Química, com foco nas abordagens identificadas na literatura: abordagem da Sequência Didática (SD), *Design Thinking* (DT), a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABP), a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABPj), Ensino Híbrido/Sala de Aula Invertida. (Andrade *et al.* (2021) Pereira; Leite, 2024; Pereira e Silva 2021; Serbim; Santos, 2021; Silva, 2020; Silva-Neto; Leite, 2023). A partir dessa análise, busca-se compreender em que medida tais Metodologias favorecem a aprendizagem significativa e quais desafios emergem na sua implementação.

OBJETIVOS GERAL

Realizar uma revisão integrativa da literatura para identificar e analisar as Metodologias Ativas utilizadas no ensino de Química, examinando seus benefícios, desafios, relação com o uso de tecnologias e condições que influenciam sua eficácia.

ESPECÍFICOS

- a) Identificar, na literatura recente, os principais tipos de Metodologias Ativas aplicadas ao ensino de Química;
- b) Analisar os benefícios e desafios associados à utilização dessas Metodologias na aprendizagem de conceitos químicos;
- c) Investigar de que forma tecnologias educacionais têm sido integradas às



Metodologias ativas no ensino de Química;

REVISÃO DE LITERATURA

O ensino tradicional de química geralmente adota uma abordagem teórica e memorística, com foco na transmissão do conhecimento. Nesse modelo, o professor transmite informações e conceitos químicos aos alunos por meio de aulas expositivas. Os alunos de química são incentivados a memorizar fórmulas, equações e reações químicas, além de conceitos teóricos como a tabela periódica, estrutura atômica e ligação química (Assai; Bedin, 2024; Azevedo, 2021; Pereira; Silva, 2021; Silva *et al.*, 2024; Sousa, 2023). Os livros didáticos são o recurso principal nesse tipo de ensino, e as avaliações são baseadas em provas e testes que avaliam principalmente a capacidade dos alunos de memorizar e aplicar conceitos químicos. Essa abordagem pode limitar a compreensão profunda e a aplicação prática dos conceitos químicos.

Com a aplicação das Metodologias Ativas, o professor é apenas um mediador e o aluno passa a ser o centro do processo de aprendizagem, e com isso a sua participação ativa é fundamental, uma vez que à medida que ele se estimula na busca do conhecimento, resolução de problemas, desenvolve suas habilidades, pensamento crítico, se prepara para o mundo real e do mercado de trabalho.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) define as aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo da Educação Básica. Em seu teor relacionado às ciências da natureza, trata-se de que:

Na Educação Básica, a área de Ciências da Natureza deve contribuir com a construção de uma base de conhecimentos contextualizada, que prepare os estudantes para fazer julgamentos, tomar iniciativas, elaborar argumentos e apresentar proposições alternativas, bem como fazer uso criterioso de diversas tecnologias” (BRASIL, 2024, p. 547).

Sendo assim, as Metodologias Ativas são abordagens pedagógicas que buscam promover a participação ativa e autônoma do estudante no processo de ensino-aprendizagem, contribuindo e corroborando a trajetória dos estudantes durante a sua vida acadêmica, para inserção na sociedade atual e seus desafios do cotidiano.



HISTÓRICO E EVOLUÇÃO DAS METODOLOGIAS ATIVAS

Uma das formas mais antigas de aprendizagem ativa remonta ao período socrático, quando Sócrates (470-399 a.C.) desenvolveu a arte de conduzir os discípulos a produzir seu próprio conhecimento por meio de perguntas e questionamentos. Essa abordagem, conhecida como maiêutica ou "arte de parir o conhecimento", leva o interlocutor a descobrir a verdade por meio do diálogo e da reflexão, estimulando o pensamento crítico e a autonomia no processo de aprendizado (Costa, 2021).

Segundo Costa (2021), Platão (428-348 a. C), discípulo de Sócrates, desenvolveu um modelo educacional conhecido como Dialética. Essa abordagem inovadora, se baseava na troca e no diálogo, superando o ensino tradicional focado na repetição. Para Platão, o ensino deveria estimular o aluno a pensar criticamente e questionar, alcançando o conhecimento por meio da reflexão e do debate.

O termo “Metodologia Ativa” ganhou destaque no século XX, especialmente nas décadas de 1950 e 1960, quando os educadores começaram a buscar alternativas ao ensino tradicional (Costa, 2021). Com o tempo, as Metodologias Ativas se diversificaram e incorporaram novas tecnologias e abordagens (Costa, 2021; Sousa, 2023). Apesar dessa evolução, o ensino tradicional ainda predomina em muitas salas de aula, e os professores enfrentam desafios significativos na implementação de práticas mais inovadoras e centradas no aluno.

As metodologias ativas, que priorizam a participação ativa dos alunos no processo de aprendizagem, têm raízes em movimentos educacionais do século XX, como o da escola nova, influenciados por pensadores como John Dewey (1859-1952) e Paulo Freire (Costa, 2021; Sousa, 2023; Pereira; Leite, 2024). Com as origens que remontam à maiêutica de Sócrates, essas metodologias ganharam destaque recentemente, impulsionadas pelas novas tecnologias e pela busca por uma educação mais dinâmica e inclusiva, incluindo abordagens como a Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL).

Apesar dos avanços nas Metodologias Ativas, o ensino tradicional ainda prevalece em muitas escolas, caracterizado pela exposição verbal e demonstração da matéria, com o professor no centro do processo e mínima participação dos alunos. Isso gera insatisfação, especialmente em disciplinas práticas, e limita a investigação da realidade (Albuquerque



Filho, 2022; Costa, 2021; Sousa, 2023).

Não obstante, as Metodologias Ativas vêm sendo desenvolvidas e aplicadas por educadores há muitos anos. Mas, recentemente, as novas tecnologias vêm impulsionando e ganhando destaque na educação mais dinâmica, interativa e inclusiva. Isso reflete uma mudança significativa na forma como a educação é abordada, priorizando a participação ativa dos alunos e a personalização do aprendizado.

DEFINIÇÃO, CLASSIFICAÇÃO E BENEFÍCIOS DAS METODOLOGIAS ATIVAS

As Metodologias Ativas são abordagens de ensino que enfatizam a participação ativa dos estudantes no processo de aprendizagem (Azevedo, 2021; Lobo *et al.*, 2024; Soares *et. al.*, 2023). Elas podem ser classificadas em diferentes categorias, incluindo Sequência Didática (SD), *Design Thinking* (DT), Aprendizagem baseada em resolução de problemas (ABP), Aprendizagem Baseada em Projetos (ABPj) E Ensino Híbrido/Sala de Aula Invertida. (Andrade *et al.*, Assai *et al.*, 2024; Azevedo, 2021; Soares *et. al.*, 2023; Sousa, 2023). Os benefícios das Metodologias Ativas incluem a melhoria da motivação e do engajamento dos estudantes, a desenvolvimento de habilidades críticas e criativas, e a melhoria da retenção de conhecimento.

De acordo com Silva e colaboradores (2024), a SD é uma estratégia educacional eficaz que consiste em um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para alcançar objetivos de aprendizagem específicos. Seu propósito central é favorecer o desenvolvimento progressivo de habilidades e conhecimentos, possibilitando que o estudante avance de forma gradual, sistemática e contextualizada na compreensão de um determinado conteúdo. Além de organizar o percurso formativo, a SD permite ao professor identificar e intervir nas dificuldades reais encontradas pelos alunos, ajustando o processo conforme suas necessidades.

Pesquisas apontam que esse tipo de organização didática contribui para promover uma lógica interna de continuidade, reflexão e evolução conceitual, tornando o ensino mais significativo (Serbim; Santos, 2021; Silva *et al.*, 2024; Silva *et al.*, 2024). Ademais, a sequência didática favorece o planejamento intencional da prática docente, integra



diferentes Metodologias — como resolução de problemas, trabalhos colaborativos, experimentação e uso de tecnologias — e estabelece relações mais claras entre objetivos, atividades e avaliação, o que amplia o engajamento dos estudantes e fortalece a aprendizagem ao atribuir sentido às etapas do processo.

O “*Design Thinking* (DT) é uma abordagem criativa e colaborativa que pode ser aplicada à educação para promover a inovação e a resolução de problemas de forma eficaz. De acordo com Silva-Neto; Leite (2023), o DT ressalta características fundamentais para o aprendizado, como “criatividade, empatia, engajamento, protagonismo e trabalho coletivo”. Essas características são essenciais para desenvolver soluções inovadoras em trabalhos em grupo, fomentar a construção coletiva de conhecimento e cultivar valores sociocognitivos na resolução de problemas reais.

A ABRP foi desenvolvida na década de 1960 na McMaster University no Canadá, é também conhecida em inglês como (Problem-Based Learning - BPL) trata- se de uma abordagem pedagógica que envolve os alunos na resolução de problemas reais ou simulados, estimulando o pensamento crítico, a criatividade e a colaboração (Assai *et al.*, 2024; Lobo *et al.*, 2024). Nesta abordagem o aluno como protagonista, lhe é apresentado um problema que devem resolver, trabalham em equipe e assim estimulados a pensar criticamente e a encontrar soluções criativa. Dessa forma, torna o aprendizado mais significativo e retêm melhor as informações, preparando-o assim a lidar com problemas reais e complexos. Os benefícios dessa abordagem é promover a aprendizagem desenvolvendo habilidades de um pensamento crítico e com resolução de problemas.

O trabalho desenvolvido em equipe traz o maior engajamento entre os estudantes, cada um no seu processo de aprendizado, ritmo e estilo, favorecendo uma aprendizagem personalizada. Outros benefícios de melhoria na memorização e retenção do conhecimento. A abordagem pode ajudar a desenvolver a confiança dos alunos em suas habilidades. E assim o aluno estar preparado para colaborar com outros em ambientes profissionais.

A Sala de aula invertida é uma abordagem pedagógica em que o processo tradicional de ensino é reorganizado: os conteúdos teóricos são estudados previamente pelos estudantes, geralmente por meio de vídeos, textos ou outros materiais disponibilizados pelo professor, enquanto o tempo em sala de aula é dedicado a atividades



práticas, resolução de problemas, discussões e aplicação dos conhecimentos. Dessa forma, o foco da aula presencial desloca-se da transmissão de conteúdo para a construção colaborativa do conhecimento, permitindo maior autonomia ao estudante e possibilitando ao professor atuar como mediador do processo de aprendizagem (Pereira; Silva, 2021).

Essas abordagens podem ser aplicadas em diversas disciplinas e níveis de ensino, desde o ensino fundamental até o ensino superior, tornando-se uma ferramenta valiosa para professores que buscam inovar e melhorar a aprendizagem em suas aulas. Ao promover a participação ativa dos alunos e a personalização do aprendizado, as Metodologias Ativas representam uma mudança significativa na forma como o ensino é realizado, priorizando a construção do conhecimento pelo estudante e não apenas a transmissão de informações. Com isso, os professores podem criar ambientes de aprendizagem mais dinâmicos e eficazes, preparando os alunos para os desafios do século XXI.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DAS METODOLOGIAS ATIVAS

As Metodologias Ativas compartilham algumas características principais, incluindo: participação ativa dos estudantes, interação e colaboração na realização do trabalho em equipe, consequentemente o fortalecimento do senso crítico na resolução de problemas e tomada de decisões. O uso das Tecnologia Digitais da Informação e Comunicação - TDICs de um modo geral, fazem parte da construção do conhecimento de forma integrada, principalmente quando são usados em simulações dos experimentos (Bacich; Morán, 2018; Soares *et. al*, 2023; Sousa, 2023; Souza, 2025).

- Participação ativa dos estudantes: Os alunos são protagonistas do processo de aprendizagem, engajando-seativamente em atividades que promovem a construção do conhecimento.
- Interação e colaboração: O trabalho em equipe é fundamental, permitindo que os estudantes compartilhem ideias, discutam e aprendam uns com os outros, fortalecendo a comunicação e o respeito mútuo.
- Fortalecimento do senso crítico: As Metodologias Ativas incentivam os alunos a questionarem, analisar e refletir sobre os conteúdos, desenvolvendo o pensamento



crítico e a resolução de problemas de forma autônoma.

- Uso das TDICs: A integração de tecnologias, como simulações, ferramentas digitais e recursos online, enriquece o processo de ensino-aprendizagem, tornando-o mais dinâmico e contextualizado.

Essas abordagens colocam o estudante no centro do processo, preparando-o para lidar com desafios reais e desenvolver competências essenciais para o século XXI.

Apresentação das seis fases do processo de elaboração da revisão integrativa: elaboração da pergunta norteadora, busca ou amostragem na literatura, coleta de dados, análise crítica dos estudos incluídos, discussão dos resultados e apresentação da revisão integrativa (Souza, 2010).

A revisão integrativa, por sua natureza, reúne, analisa e sintetiza abordagens metodológicas distintas, permitindo uma compreensão ampliada do fenômeno investigado. Esse método possibilita não apenas a identificação de temas recorrentes, mas também lacunas, convergências e divergências entre os estudos. Assim, o processo envolveu a seleção criteriosa das pesquisas, a análise minuciosa dos conteúdos e a síntese interpretativa dos resultados, o que garantiu uma visão abrangente e crítica sobre o uso das Metodologias Ativas no ensino de Química (Souza, 2010).

METODOLOGIA

Este estudo é uma pesquisa qualitativa exploratória e bibliográfica, realizada por meio de uma Revisão Integrativa. Essa abordagem permite incluir estudos experimentais e não experimentais, proporcionando uma compreensão abrangente do fenômeno estudado, ao combinar dados teóricos e empíricos. Ela é útil para definir conceitos, revisar teorias e evidências, e analisar problemas metodológicos específicos.

A elaboração desta Revisão Integrativa seguiu as seis fases propostas por Souza (2010), que conferem rigor metodológico e sistematização ao processo investigativo. As etapas compreendem: (1) formulação da pergunta norteadora, responsável por delimitar o foco da investigação; (2) busca e seleção da literatura, realizada mediante critérios explícitos de inclusão e exclusão; (3) coleta e organização dos dados, etapa em que as



informações essenciais de cada estudo são registradas de forma padronizada; (4) avaliação crítica dos estudos incluídos, examinando sua qualidade metodológica, coerência interna e contribuição para o tema; (5) análise, interpretação e síntese dos resultados, com integração das evidências provenientes das diferentes pesquisas; e (6) apresentação da revisão, na qual os achados são descritos, discutidos e contextualizados de maneira articulada.

Neste estudo, a revisão integrativa da literatura foi realizada entre agosto e outubro de 2025. Os instrumentos de coleta utilizados para o desenvolvimento da pesquisa foram realizados utilizando a bases de periódicos brasileiros: biblioteca eletrônica *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), e *Google Acadêmico*, totalizando 99 artigos encontrados, dos quais foi realizada uma seleção de 07 artigos seguindo alguns critérios de inclusão e exclusão.

COLETA DE DADOS – SELEÇÃO, CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

De forma a garantir a representatividade da pesquisa estabeleceu-se os seguintes critérios em cada fase:

FASE DE BUSCA: CRITÉRIOS DE SELEÇÃO E INCLUSÃO NAS BASES DE DADOS;

As estratégias de busca nas bases foram as seguintes palavras-chave utilizadas: “Metodologias Ativas”, “Metodologia ativa AND química”, “Active learning methodology”, “Active teaching methods”, “Ensino-aprendizagem”.

CRITÉRIOS DE SELEÇÃO

Os seguintes critérios de seleção:

Relevância: artigos que abordem Metodologias Ativas especificamente no contexto do ensino de Química;



Período de publicação: artigos publicados em um período determinado nos últimos 5 anos;

Disponibilidade: texto integral disponível em formato eletrônico, “acesso aberto”, “produção nacional” e “revisado por pares”.

CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO ADOTADOS - IRRELEVÂNCIA

Os artigos que não abordassem Metodologias Ativas no ensino de Química, foram excluídos.

ANÁLISE DESCRIPTIVA DOS ARTIGOS

A análise descritiva dos artigos considerou os seguintes aspectos:

- a. **Tipo de estudo:** estudos experimentais, quase-experimentais, estudos de caso, revisões sistemáticas etc.
- b. **Nível de ensino:** contemplar os artigos que abordassem Metodologias Ativas na área do ensino de Química em diferentes níveis de ensino (médio e superior). Apresentando os benefícios e desafios de sua operacionalização.
- c. **Descritores:** artigos que continham descritores específicos relacionados à Metodologia Ativa no ensino de Química como: *Desing thinking; Sequência Didática - Rotação por Estação e Aprendizagem baseada em problemas*"

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Revisão Integrativa resultou na seleção de sete artigos científicos publicados entre 2020 e 2025, identificados nas bases SciELO, Portal CAPES e Google Acadêmico, conforme critérios previamente estabelecidos. Os estudos contemplam diferentes Metodologias Ativas aplicadas ao ensino de Química em níveis médio e superior, oferecendo um panorama diversificado de estratégias, potencialidades e limitações.



DISTRIBUIÇÃO DOS ESTUDOS SELECIONADOS

Tabela 1 - Distribuição do número de artigos encontrados e selecionados (2020 e 2025).

Metodologias Ativas AND Ensino de Química		
Base de Dados	Artigos Encontrados	Artigos Selecionados
SciELO	04	03
CAPES	99	02
Google Acadêmico	72	02
Total	175	07

Fonte: Dados de pesquisa, 2025.

A seleção final revelou uma predominância de estudos que aplicam Sequências Didáticas (SDs) em diferentes formatos (tradicional, experimental e Rotação por Estações) e estudos que exploram Metodologias como *Design Thinking*, Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), Aprendizagem Baseada em Projetos (ABPj) e Ensino Híbrido/Sala de Aula Invertida.

O interesse crescente pela área confirma tendências descritas em Azevedo (2021), indicando aumento significativo da produção científica sobre Metodologias Ativas no ensino de Química pós-2020.

Antes de 2020, apenas três artigos foram publicados, sendo um em 2016 e outro em 2019. Após 2020 houve um salto significativo, com seis trabalhos publicados no ano seguinte. Isso sugere que a comunidade acadêmica está cada vez mais interessada em explorar a Metodologia Ativa como uma abordagem eficaz para o ensino de Química.



CARACTERIZAÇÃO DOS ESTUDOS

Tabela 2 – Caracterização dos artigos selecionados

CÓD	AUTORES/ANO	TIPO DE METODOLOGIA	NIVEL DE ENSINO	PERIÓDICO
A1	Silva <i>et al.</i> (2020)	Sequência Didática (tema gerador)	Superior	RSD
A2	Andrade <i>et al.</i> (2021)	SD com atividades diversificadas	Médio Técnico	Scientia Naturalis
A3	Pereira; Silva (2021)	Ensino Híbrido / Sala Invertida	Médio	EDaPECI
A4	Serbim; Santos (2021)	SD – Rotação por Estações	Médio	REEC
A5	Silva-Neto; Leite (2023)	<i>Design Thinking</i>	Superior	Ciência & Educação
A6	Silva <i>et al.</i> (2024)	SD híbrida (modelagem, experimento e jogos)	Médio	RIEP
A7	Pereira; Leite (2024)	Gamificação	Superior	REIEC

Fonte: elaborador pela autora.

CATEGORIZAÇÃO TEMÁTICA DOS RESULTADOS

A partir da análise dos sete artigos, emergiram duas categorias analíticas, que organizam os achados e permitem compreender tendências e desafios no uso das Metodologias Ativas no ensino de Química:

Categoria 1 - Concepções de Metodologias Ativas e Fundamentação Teórica

Os autores dos artigos revisados convergem ao caracterizar Metodologias Ativas como abordagens centradas no estudante, capazes de promover protagonismo, autonomia, colaboração e resolução de problemas. Entretanto, a forma como esses princípios são operacionalizados varia significativamente.

Em alguns estudos, como A1 e A6, a adoção das Metodologias Ativas aparece mais como intenção do que como prática efetiva: a aula expositiva permanece estruturante e os estudantes assumem papel mais receptivo do que construtivo. Por outro lado, A4 e A5 apresentam maior rigor e coerência metodológica, articulando etapas claras, atividades diversificadas e espaços reais de participação dos estudantes (Figura 1).





Figura 1. Abordagens utilizadas em A5

Dois estudos se destacam na fundamentação do Ensino Híbrido e da Sala de Aula Invertida: A3 e A7. O primeiro apresenta uma experiência consistente ao utilizar videoaulas em um contexto real do Ensino Médio, discutindo barreiras como acesso desigual à internet, resistência inicial dos estudantes e dificuldades na autonomia. Já o segundo reforça o potencial do ensino híbrido para ampliar o tempo de contato com os conteúdos e promover maior engajamento.

No campo do *Design Thinking*, dois estudos aparecem na amostra: A4 e o incorporado nesta discussão, A5. Ambos oferecem contribuições importantes, mas com focos distintos: enquanto A5, utiliza o DT para apoiar investigação e criação de soluções em nível escolar, o estudo de 2023 — conduzido com licenciandos — traz um aprofundamento teórico e metodológico raro na área, discutindo em detalhe as cinco etapas do DT, a construção de protótipos e o papel da empatia na aprendizagem. Esse estudo amplia a compreensão das Metodologias Ativas ao mostrar como futuros professores vivenciam o processo e como esse percurso formativo pode desenvolver autonomia, criticidade e tomada de decisão.

Assim, percebe-se que, embora o conceito de Metodologias Ativas seja amplamente citado, sua implementação ainda revela fragilidades teóricas e operacionais em parte dos estudos, sugerindo a necessidade de maior aprofundamento formativo e rigor metodológico.

CATEGORIA 2 - ESTRATÉGIAS METODOLÓGICAS APLICADAS

A literatura analisada apresenta um conjunto variado de estratégias:

SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS (A1, A2, A4, A6)

As Sequências Didáticas são o formato mais frequente. Pesquisas como A1 e A2 descrevem propostas com potencial, mas sem validação empírica robusta. Em contraste, A4 destaca-se ao empregar a Rotação por Estações, articulando macro, micro e simbólico e promovendo efetiva interação entre estudantes e recursos. A6, embora diversifique as atividades, ainda mantém forte centralidade docente e avaliações tradicionais.

ENSINO HÍBRIDO E SALA DE AULA INVERTIDA (A3, A4, A7)

A aplicação documentada por Pereira; Silva (2021) oferece elementos importantes à compreensão dessa metodologia: cerca de 2/3 dos estudantes assistiram às videoaulas com regularidade; parte dos alunos demonstrou preferência por utilizar vídeos apenas para revisão; houve resistência inicial ao modelo, exigindo adaptação; a organização prévia dos materiais e o uso de blog favoreceram o engajamento.

Assim como em A7, os achados indicam que a autonomia discente e o acesso desigual à internet são desafios centrais para a eficácia da Sala Invertida.

DESIGN THINKING (A5)

A incorporação do artigo de Silva-Neto; Leite (2023) fortalece de maneira significativa esta categoria.

O estudo analisou licenciandos de Química em uma atividade de resolução de problemas socioambientais - a emissão de gases poluentes na atmosfera - utilizando as cinco etapas do DT: descoberta, interpretação, ideação, experimentação e (potencial) evolução.

Os principais achados incluem:

- uso intenso de conhecimentos prévios, culturais, sociais e científicos;



- divergências e convergências nas interpretações da problemática, mostrando maturidade na fase interpretativa;
- produção de ideias variadas e contextualizadas (transporte público, combustíveis renováveis, educação ambiental, caronas coletivas etc.);
- elaboração de protótipos teóricos com fundamentação em empatia, colaboração e experimentação social;
- desenvolvimento de competências como autonomia, criticidade, mediação e trabalho coletivo.

Em comparação com A5 – que também utiliza DT – o estudo apresenta maior profundidade metodológica e analítica, incluindo Análise Textual Discursiva, validação interpretativa e discussão sobre formação docente. Trata-se, portanto, de um dos estudos mais rigorosos entre os analisados, ampliando a robustez teórica da revisão.

GAMIFICAÇÃO (A6, A7)

Os jogos digitais e analógicos apareceram como alternativa motivadora, mas parte dos estudantes percebeu os jogos como atividades desconectadas dos conteúdos químicos, reforçando a importância de planejar a gamificação de forma intencional, com feedback e desafios alinhados aos objetivos conceituais.

DIFICULDADES RELATADAS PELOS ESTUDOS

Várias dificuldades foram relatadas nos estudos analisados:

- pouca autonomia discente e resistência inicial às Metodologias Ativas (A3, A4, A5);
- carência de avaliações consistentes capazes de verificar aprendizagem profunda A1, A2, A6;
- infraestrutura limitada e acesso desigual à internet (A3);
- dificuldade de integração entre conteúdos e práticas inovadoras (A1, A6);



- desafios teóricos no entendimento do próprio processo metodológico, como a diferença entre descoberta e interpretação no *Design Thinking* (Silva-Neto; Leite, 2023).

Esses elementos indicam que o sucesso de Metodologias Ativas depende de planejamento sólido, mediação adequada e condições materiais para sua implementação.

EFEITOS E RESULTADOS OBSERVADOS

Apesar dos desafios, os estudos evidenciam resultados positivos, tais como: maior engajamento e participação dos estudantes (A2, A3, A4, A5, A6); fortalecimento de habilidades socioemocionais e cognitivas, como comunicação, colaboração, criatividade e tomada de decisão (A5), 2023); melhora na compreensão de conceitos quando apoiada por recursos multissemióticos e experimentação prática (A4, A6); uso produtivo de conhecimentos anteriores e vivências pessoais no processo de resolução de problemas (Silva-Neto; Leite, 2023).

Entretanto, poucos estudos apresentam avaliação objetiva da aprendizagem conceitual e da retenção de conhecimentos, o que torna difícil mensurar a profundidade dos impactos cognitivos dessas Metodologias.

A síntese geral dos sete estudos demonstra que:

- Estratégias como Rotação por Estações A4 e *Design Thinking* (A5), apresentam maior fidelidade aos princípios das Metodologias ativas.
- Experiências de Ensino Híbrido e Sala Invertida A3, A7 têm alto potencial, mas sua eficácia está condicionada à autonomia dos estudantes e ao acesso a recursos tecnológicos.
- Experiências estruturadas apenas em Sequências Didáticas A1, A6 apresentam avanços, porém ainda mantêm características transmissivas.
- Iniciativas baseadas em Gamificação têm forte apelo motivacional, mas demandam maior cuidado conceitual.

A inclusão do artigo de Silva-Neto; Leite (2023) amplia substancialmente a compreensão sobre Metodologias Ativas ao mostrar, com rigor de análise e profundidade



reflexiva, como o *Design Thinking* pode contribuir tanto para a formação de professores quanto para a construção de soluções contextualizadas e significativas.

Em conjunto, os estudos apontam para a necessidade de: desenvolvimento de instrumentos avaliativos robustos; formação inicial e continuada dos professores para práticas inovadoras; fortalecimento da infraestrutura escolar; e pesquisas que integrem análise de aprendizagem com análise do processo pedagógico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta revisão integrativa analisou Metodologias ativas no ensino de Química, evidenciando avanços, desafios e lacunas investigativas, bem como seu potencial para promover um ensino mais participativo, contextualizado e significativo.

De maneira geral, constatou-se que as Metodologias ativas contribuem para ampliar a motivação dos estudantes, desenvolver habilidades cognitivas e socioemocionais - como pensamento crítico, criatividade, comunicação e colaboração- e favorecer maior autonomia na aprendizagem. Além disso, promovem a transição de um modelo predominantemente transmissivo para práticas que estimulam o protagonismo discente e a resolução de problemas reais, aproximando o ensino de Química de situações concretas do cotidiano e de demandas contemporâneas da sociedade.

Os estudos indicam que, quando bem estruturadas, essas Metodologias favorecem aprendizagens ativas, diversificam recursos didáticos e ampliam a interação entre os estudantes, contribuindo para o desenvolvimento de competências previstas na BNCC.

Reconhecem-se limitações quanto ao número de estudos e à diversidade metodológica, indicando a necessidade de pesquisas futuras que ampliem a amostragem e analisem de forma mais sistemática os efeitos das Metodologias Ativas na aprendizagem científica.

Em síntese, os resultados desta revisão reforçam que as Metodologias ativas representam caminhos promissores para o ensino de Química, desde que acompanhadas de planejamento crítico, mediação docente qualificada e condições adequadas de implementação. Assim, espera-se que este estudo contribua para a reflexão e



aprimoramento das práticas pedagógicas, incentivando a adoção de estratégias mais dialógicas, investigativas e centradas nos estudantes no contexto da educação científica.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, Letícia Sant'Anna; COSTA, Ingrid Freitas da.; MORAIS, Jones Carlos Pinto.; SANTOS, Ana Paula Bernado dos. O ensino de Química e as metodologias ativas: uma abordagem para o conteúdo de ligações químicas. *Scientia Naturalis*, Rio Branco, v. 3, n. 2, p. 746-759, 2021. DOI: 10.29327/269504.3.2-28. Disponível em: <https://doi.org/10.29327/269504.3.2-28>. Acesso em: set. 2025.
- ALBUQUERQUE FILHO, Neon Pereira. Metodologias ativas como ferramenta no ensino de Ciências: identificando desafios e possibilidades a partir de uma revisão integrativa. 2022. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/>. Acesso em: ago. 2025.
- ASSAI, Natany.; BEDIN, Everton. Resolução de problemas no ensino de Química: uma revisão integrativa. *Revista Diálogo Educacional*, Curitiba, v. 24, n. 82, p. 1104- 1120, 2024. DOI: 10.7213/1981-416X.24.082. AO05. Disponível em: <https://doi.org/10.7213/1981-416X.24.082.AO05>. Acesso em: ago. 2025.
- AZEVEDO, Cylla Nathana Nascimento. Metodologias ativas no processo de ensino-aprendizagem de Química: uma revisão integrativa. 2021. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2021. Disponível em: <https://dspace.sti.ufcg.edu.br/handle/riufcg/21687>. Acesso em: ago. 2025.
- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, DF: MEC, 2024. Disponível em: https://www.gov.br/mec/pt-br/cne/bncc_ensino_medio.pdf. Acesso em: set. 2025.
- COSTA, Ana Millena Almeida da. Avaliação sobre as concepções e avanços das metodologias ativas no ensino de Química na etapa do ensino médio: um estudo de caso na rede pública. 2021. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/79284/3/2021_tcc_amacosta.pdf. Acesso em: ago. 2025.
- MACEDO, Francisco Emerson Ferreira de.; LEITINHO, Janaina Lopes; FARIAS, Luís Gardênia Alves Tomé; QUINTELA, Solange Assunção; VIVEIROS, Denise Penha. A utilização de metodologias ativas e seu impacto no ensino de Química nos cursos de Engenharia: um estudo de caso do campus da UFC em Crateús. *Research, Society and Development*, Itabira, v. 11, n. 2, p. 1-19, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i2.24721. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i2.24721>. Acesso em: ago. 2025.
- LOBO, Ítalo Martins.; SILVA, Bruno Henrique Fernandes da.; PEREIRA, João Alves; SILVANY, Marco Antonio; ANDRADE FILHO, Marcos Antonio Soares de. Metodologia ativa: aprendizagem baseada em problemas: uma revisão de literatura. *Revista Ibero- Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, São Paulo, v. 10, n. 5,



maio 2024. ISSN 2675-3375. DOI: 10.51891/rease.v10i5.13820. Disponível em: <https://doi.org/10.51891/rease.v10i5.13820>. Acesso em: ago. 2025.

BACICH, Liliani; MORÁN, José. Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018. E-book. Disponível em: <https://doceru.com/doc/8e10x8c>. Acesso em: ago. 2025.

PEREIRA, Josimario Alves; LEITE, Bruno Silva. Tendências de pesquisas: uma revisão de artigos sobre gamificação aplicada no ensino de Química. Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias, Tandil, v. 19, n. 2, 2024. Disponível em: https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-66662024000200011. Acesso em: ago. 2025.

PEREIRA, Elen Gomes; SILVA, Luciano Dias da. Relato de experiência no ensino híbrido: como estudantes de Química em nível médio encaram a indicação de videoaulas? Revista EDaPECI, São Cristóvão, v. 21, n. 1, p. 72-84, 2021. DOI: 10.29276/redapeci.2021.21.115235.72-84. Disponível em: <https://doi.org/10.29276/redapeci.2021.21.115235.72-84>. Acesso em: set. 2025.

SERBIM, Flávia Braga do Nascimento; SANTOS, Adriana Cavalcanti dos. Metodologia ativa no ensino de Química: avaliação dos contributos de uma proposta de rotação por estações de aprendizagem. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v. 20, n. 1, p. 49-72, 2021. Disponível em: https://reec.uvigo.es/volumenes/volumen20/REEC_20_1_3_ex1539_93.pdf. Acesso em: set. 2025.

SILVA, J. C.; MARTINS, C. M.; SILVA, R. V. Elaboração de uma sequência didática no ensino de Química estruturada em uma metodologia ativa com tema gerador: o café. Research, Society and Development, v. 9, n. 9, e459997253, 2020. ISSN 2525-3409. Disponível em: <https://repositorio.ifggoiano.edu.br>. Acesso em: set. 2025.

SILVA, S. F.; FERREIRA Jr., J. M. PAIVA, M. M. P. C.; COLARES, R. P.; Metodologias Ativas no Ensino de Química: um relato de experiências. Ver. Nova Paideia – Revista Interdisciplinar em Educação e Pesquisa. BSB-DF, V. 6, n. 2 p. 170-184, 2024. ISSN 2674-5976. <https://ojs.novapaideia.org/index.php/RIEP/article/view/404/339>. Acesso em: setembro 2025.

SILVA NETO, Sebastião da Silva; LEITE, Bruno Silva. Design Thinking aplicado como metodologia para a solução de problemas no ensino de Química: um estudo de caso a partir de uma problemática ambiental. Ciência & Educação, Bauru, v. 29, e23043, 2023. DOI: 10.1590/1516-731320230043. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1516-731320230043>. Acesso em: set. 2025.

SOARES, L. C.; REIS, P. B.; BICHARA, C. N. C.; PAULA, M. T. de; PONTES, A. N. A importância da utilização de metodologias ativas no processo de ensino-aprendizagem de Biologia e Química. Scientia Naturalis, Rio Branco, v. 5, n. 2, p. 779-793, 2023. DOI: 10.29327/269504.5.2-20. Disponível em: <https://doi.org/10.29327/269504.5.2-20>. Acesso em: set. 2025.

SOUSA, Natália Costa Franco de. As metodologias ativas no ensino de Química nas séries finais da educação básica. 2023. 49 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) – Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, 2023. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11612/6351>. Acesso em: set. 2025.

COSTA, C.M.P.; OLIVEIRA, M.S.C.; OLIVEIRA, D.S. A importância das metodologias ativas no ensino de química: uma revisão integrativa. **Revista Eletrônica Amplamente**, Natal/RN, v. 5, n. 1, p. 516-538, jan./mar., 2026.



SOUZA, Marcela Tavares de; SILVA, Michelly Dias da; CARVALHO, Rachel de. Revisão integrativa: o que é e como fazer. Einstein, São Paulo, v. 8, n. 1, pt. 1, p. 102-106, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/eins/a/ZQTBkVJZqcWrTT34cXLjtBx>. Acesso em: set. 2025.

SOUZA, Luciane Oliveira do Santos; SILVA, Nilce Santos da.; SILVA, Rozemeire Pinheiro da., A Eficácia das Metodologia Ativas no Ensino Aprendizagem, Editora Multiatual, 2025. <https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/922437/2/A%20efic%C3%A1cia%20das%20metodologias%20ativas.pdf#page=3>. 29. Acesso em: outubro de 2025.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ. Sistema de Bibliotecas. Guia de normalização de trabalhos acadêmicos. 5. ed. Fortaleza: UECE, 2024. 178 p. Disponível em: <https://www.uece.br/biblioteca/wp-content/uploads/sites/27/2024/09/GUIA-UECE-2024-Atualizado-1.pdf>. Acesso em: ago. 2025.

Submissão: outubro de 2025. Aceite: novembro de 2025. Publicação: fevereiro de 2026.

APÊNDICE A – REFERÊNCIA DOS ARTIGOS SELECIONADOS PARA REVISÃO DE LITERATURA

Cód	Referências dos trabalhos	Localizador
A1	SILVA, J. C., MARTINS, C. M., SILVA, R. V. Elaboração de uma sequência didática no ensino de Química estruturada em uma Metodologia ativa com tema gerador: o café. Research, Society and Development , v. 9, n. 9, e459997253, 2020. ISSN 2525-3409.	https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/pr_efix/1400/2/7253-Article-109080-1-10- 20200826%20PUBLICADO.pdf
A2	ANDRADE, L. S.; COSTA, I. F. da.; MORAIS, J. C. P. F.; SANTOS, A. P. B. dos. O ensino de química e as Metodologias Ativas: uma abordagem para o conteúdo de ligações química. Scientia Naturalis , v. 3, n. 2, p. 746-759, 2021.	https://doi.org/10.29327/269504.3.2-28
A3	PEREIRA, Elen Gomes; SILVA, Luciano Dias da. Relato de experiência no ensino híbrido: como estudantes de química em nível médio encaram a indicação de videoaulas? Revista EDaPECI , v. 21, n. 1, p. 72-84, 2021. ISSN: 2176-171X.	https://doi.org/10.29276/redapeci.2021.2_1.11_5235.72-84
A4	SERBIM, Flávia Braga do Nascimento e SANTOS, Adriana Cavalcanti dos Santos. Metodologia ativa no ensino de Química: avaliação dos contributos de uma proposta de rotação por estações de aprendizagem. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias , V. 20, n. 1, 49-72. 2021.	https://reec.uvigo.es/volumenes/volumen_20/_REEC_20_1_3_ex1539_93.pdf



A5	SILVA NETO, S. L. e LEITE, B. S. Design Thinking aplicado como Metodologia para a solução de problemas no ensino de Química: um estudo de caso a partir de uma problemática ambiental. Ciência e Educação , v. 29, e23043; 2023. 20 p.	https://doi.org/10.1590/1516-731320230043 .
A6	SILVA, S. F.; FERREIRA Jr., J. M. PAIVA, M. M. P. C.; COLARES, R. P.; Metodologias Ativas no Ensino de Química: um relato de experiências. Ver. Nova Paideia – Revista Interdisciplinar em Educação e Pesquisa . BSB-DF, V. 6, n. 2 p. 170-184, 2024. ISSN 2674-5976.	https://ojs.novapaideia.org/index.php/RIP/article/view/404/339
A7	PEREIRA, Josimario Alves; LEITE, Bruno Silva. Tendências de Pesquisas: Uma Revisão de Artigos sobre Gamificação Aplicada no Ensino de Química. Revista Electrónica Investigación Educación en Ciencias . vol.19, n. 2 Tandil dic. 2024. versión On-line ISSN 1850-6666. https://dx.doi.org/10.54343/reiec.v19.i2.395	https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-66662024000200011

