


**INOVAÇÃO PEDAGÓGICA POR MEIO DE METODOLOGIAS ATIVAS E DA
NANOTECNOLOGIA: ESTRATÉGIAS INTERDISCIPLINARES PARA A TRANSFORMAÇÃO
DO PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM**

 <https://doi.org/10.63330/aurumpub.032-010>

José Heber de Souza Aguiar

Mestre em Teologia

Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão - UEMASUL, Imperatriz MA

E-mail: jose.aguiar@uemasul.edu.br

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/3151220359090239>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1815-0368>

Suely Maria da Silva

Mestre em Gestão Pública

Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, Recife PE

E-mail: suely.a1220@gmail.com

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/4120997931294435>

Isaac Peron Cunha Carvalho

Pós-graduado em Ensino de História do Brasil e do Mundo Contemporânea

Universidade Federal do Piauí - UFPI, Teresina PI

E-mail: isaaccunha21@gmail.com

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/6538117997685230>

Andélson José do Nascimento

Graduado em Pedagogia

Faculdade Evangélica Cristo Rei - FECR, João Pessoa PB

E-mail: andelson.nascimento@professor.pb.gov.br

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/5369837800750812>

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-6943-4216>

Boaventura da Silva Leite Filho

Mestrando em Ciências da Educação

Universidad Del Sol - UNADES, Asunción PY

E-mail: boaventureprof@yahoo.com.hr

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/6265097111700070>

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-5173-4238>

Hélio Mauro Viana Martins

Mestre em Administração

Universidade Nove de Julho - UNINOVE, São Paulo SP

E-mail: professormauroviana@gmail.com

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/8540733132019778>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6689-0040>

Lia Andrea Barbato Tafarel

Doutoranda em Estudos Fronteiriços
Universidade Federal do Mato Grosso do Sul - UFMS, Campo Grande MS
E-mail: liaandrea@hotmail.com

Rafaela Neco Rocha

Graduanda em Letras Português e Francês
Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS, Feira de Santans BA
E-mail: rafaelaneco9@gmail.com

Joelden Roberto Alves da Rocha

Graduando em Administração
Centro Universitário Leonardo da Vinci - UNIASSELVI, Castanhal PA
E-mail: joelden.rocha@ufra.edu.br

Luis Antônio Marques Tavares

Mestrando em Ensino de Ciências e Matemática
Universidade de Passo Fundo - UPF, Passo Fundo RS
E-mail: 210709@upf.br
Lattes: <https://lattes.cnpq.br/4343964506606619>

RESUMO

A crescente complexidade das demandas científicas, tecnológicas e sociais do século XXI tem exigido a reconfiguração das práticas educacionais e a adoção de estratégias pedagógicas inovadoras capazes de promover aprendizagem significativa e formação integral. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo analisar como a articulação entre metodologias ativas e nanotecnologia, em perspectiva interdisciplinar, pode contribuir para a transformação do processo ensino-aprendizagem. Trata-se de uma revisão sistemática da literatura, de abordagem qualitativa e caráter descritivo-analítico, realizada a partir de publicações indexadas no período de 2021 a 2026, em bases de dados nacionais e internacionais. Foram utilizados descritores relacionados à inovação pedagógica, metodologias ativas, interdisciplinaridade e nanotecnologia, com critérios de inclusão e exclusão previamente definidos. Os resultados evidenciaram que as metodologias ativas, como aprendizagem baseada em projetos, Team Based Learning, cultura maker e design instrucional estruturado, promovem maior protagonismo discente, desenvolvimento de competências críticas e integração entre teoria e prática. A interdisciplinaridade mostrou-se elemento central para a consolidação dessas estratégias, favorecendo a articulação entre diferentes áreas do conhecimento em torno de problemas reais e socialmente relevantes. No que se refere à nanotecnologia, os estudos analisados indicam que sua inserção curricular, quando associada a abordagens ativas, potencializa a formação científica, a inovação e a reflexão ética sobre tecnologias emergentes. Conclui-se que a inovação pedagógica sustentada por metodologias ativas e pela integração da nanotecnologia contribui para uma educação mais dinâmica, crítica e alinhada às demandas do século

XXI, fortalecendo a formação interdisciplinar e o desenvolvimento de competências tecnocientíficas.

Palavras-chave: Inovação pedagógica; Interdisciplinaridade; Metodologias ativas; Nanotecnologia; Processo ensino-aprendizagem.

1 INTRODUÇÃO

A contemporaneidade educacional é marcada por profundas transformações decorrentes do avanço científico-tecnológico e das mudanças nas demandas sociais, econômicas e culturais. Nesse cenário, a inovação pedagógica emerge como elemento central para a ressignificação do processo ensino-aprendizagem, exigindo das instituições educacionais a adoção de estratégias que promovam autonomia, pensamento crítico e integração entre saberes. As projeções sobre o futuro do ensino superior indicam que a incorporação de tecnologias emergentes e metodologias inovadoras será determinante para a formação de profissionais capazes de atuar em contextos complexos e dinâmicos (Aithal; Prabhu; Aithal, 2024). Assim, a inovação pedagógica não se restringe à inserção de recursos tecnológicos, mas envolve uma transformação estrutural das práticas didáticas, currículos e concepções de aprendizagem.

Nesse contexto, as metodologias ativas consolidam-se como estratégias fundamentais para a promoção de uma aprendizagem significativa, centrada no estudante como protagonista do próprio processo formativo. Diferentemente do modelo tradicional, pautado na transmissão passiva de conteúdos, as metodologias ativas estimulam a problematização, a colaboração, a investigação e a construção coletiva do conhecimento (Santos; Pereira, 2023). Estudos evidenciam que tais abordagens favorecem o desenvolvimento de competências socioemocionais e cognitivas, além de fortalecerem a integração entre ensino, pesquisa e extensão (Costa et al., 2026). A percepção docente acerca dessas metodologias também revela potencialidades relacionadas ao engajamento discente e à melhoria do desempenho acadêmico, embora persistam desafios estruturais e formativos (Valente et al., 2025).

Entre as estratégias ativas, destacam-se modelos como o Team Based Learning (TBL), que promove a aprendizagem colaborativa e a responsabilização individual e coletiva (Costa; Cani; Sandrini, 2021), bem como a aplicação do design instrucional por meio do modelo ADDIE, que organiza o planejamento pedagógico de forma sistemática e alinhada aos objetivos educacionais (Convento, 2025). A complementaridade entre metodologias, como o método do arco e os itinerários transdisciplinares, também evidencia a importância da articulação entre teoria e prática na construção do conhecimento científico (Martins; Carneiro, 2025). Além disso, experiências com modelagem e prototipagem 3D demonstram que a integração entre tecnologia e metodologias ativas potencializa o aprendizado em diferentes níveis de ensino (Soares; Ferreira, 2025).

A interdisciplinaridade configura-se como eixo estruturante dessa inovação pedagógica, ao romper com a fragmentação do conhecimento e promover conexões entre diferentes áreas. Estratégias didáticas voltadas à implementação da interdisciplinaridade desde a educação infantil até os anos iniciais contribuem para a formação integral do estudante (Boesing; Gubiani; De Santana, 2025). A integração entre projetos, levantamento de interesses dos estudantes e mediação tecnológica reforça a construção de aprendizagens contextualizadas e socialmente relevantes (Santos; Schimiguel, 2025). Ademais, a articulação entre educação ambiental, sustentabilidade e tecnologia evidencia o potencial transformador da inovação pedagógica na formação de cidadãos críticos e comprometidos com o desenvolvimento sustentável (Nunes et al., 2024).

A incorporação das tecnologias digitais no ambiente educacional intensificou-se especialmente no período da pandemia da COVID-19, quando novas estratégias precisaram ser implementadas para garantir a continuidade do ensino (Dionízio; De Paiva, 2021). O ensino híbrido (B-learning) consolidou-se como alternativa viável, combinando atividades presenciais e virtuais e ampliando as possibilidades de personalização da aprendizagem (Leal, 2025). Nesse cenário, as tecnologias também desempenham papel fundamental na inclusão educacional, embora ainda enfrentem desafios relacionados ao acesso, à formação docente e à infraestrutura (Almeida et al., 2025; Santos et al., 2025). A cultura maker e o uso de ferramentas digitais, por sua vez, fortalecem o letramento científico e o combate à desinformação, estimulando a experimentação e a autoria discente (Vieira-Neto et al., 2025).

Paralelamente às transformações metodológicas, a nanotecnologia desponta como área estratégica para o desenvolvimento científico e tecnológico contemporâneo. Caracterizada pela manipulação da matéria em escala nanométrica, essa área apresenta aplicações em setores como saúde, energia, meio ambiente e indústria (Khan; Asmatulu; Asmatulu, 2025). As discussões sobre seu desenvolvimento e implantação ressaltam tanto seu potencial inovador quanto as implicações sociais, econômicas e éticas associadas (Verma et al., 2024). No âmbito educacional, a inserção de conteúdos relacionados à nanotecnologia favorece a aproximação entre ciência de ponta e formação acadêmica, estimulando a cultura da inovação e da segurança tecnológica (Deng-Guang et al., 2023).

A articulação entre metodologias ativas e nanotecnologia constitui, portanto, uma estratégia interdisciplinar capaz de promover a transformação do processo ensino-aprendizagem. Ao integrar conhecimentos das ciências exatas, biológicas, sociais e tecnológicas, essa abordagem possibilita o desenvolvimento de projetos investigativos, resolução de problemas reais e construção de soluções inovadoras. Tal integração favorece não apenas a aquisição de conteúdos, mas também o desenvolvimento de competências essenciais para o século XXI, como pensamento crítico, criatividade, colaboração e responsabilidade socioambiental.

Dessa forma, a inovação pedagógica por meio de metodologias ativas e da nanotecnologia

configura-se como caminho promissor para a construção de uma educação mais dinâmica, inclusiva e alinhada às demandas contemporâneas. Ao promover a interdisciplinaridade, a integração tecnológica e o protagonismo discente, essas estratégias contribuem para a ressignificação das práticas educativas e para a formação de sujeitos críticos e inovadores. Assim, o presente estudo tem como objetivo analisar como a articulação entre metodologias ativas e nanotecnologia, em perspectiva interdisciplinar, pode transformar o processo ensino-aprendizagem, potencializando a formação acadêmica e científica em diferentes níveis educacionais.

2 METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão sistemática da literatura, de abordagem qualitativa e caráter descritivo-analítico, conduzida com o objetivo de identificar, analisar e sintetizar evidências científicas acerca da inovação pedagógica por meio de metodologias ativas e da nanotecnologia, com ênfase em estratégias interdisciplinares voltadas à transformação do processo ensino-aprendizagem. A revisão sistemática foi escolhida por permitir maior rigor metodológico na busca, seleção, avaliação e síntese dos estudos, assegurando transparência e reprodutibilidade do percurso investigativo.

A pesquisa foi realizada no período de 2021 a 2026, considerando publicações indexadas nesse intervalo temporal, a fim de contemplar produções científicas recentes relacionadas às transformações educacionais intensificadas no contexto pós-pandêmico e ao avanço das tecnologias emergentes. As bases de dados selecionadas foram: Scopus, Web of Science, ERIC (Education Resources Information Center), SciELO e Google Scholar, por abrangerem produções nacionais e internacionais relevantes nas áreas da Educação, Ciências e Tecnologia.

Para a construção da estratégia de busca, foram utilizados descritores controlados e não controlados, combinados por meio dos operadores booleanos AND e OR, nos idiomas português e inglês. Os principais descritores utilizados foram: “Inovação pedagógica”, “Metodologias ativas”, “Aprendizagem baseada em projetos”, “Interdisciplinaridade”, “Ensino superior”, “Educação básica”, “Nanotecnologia”, “Nanotechnology education”, “Active learning” e “Interdisciplinary strategies”.

Os critérios de inclusão adotados foram: (1) artigos originais, revisões sistemáticas ou integrativas, relatos de experiência e estudos teóricos publicados entre 2021 e 2026; (2) estudos que abordassem metodologias ativas associadas à inovação pedagógica; (3) pesquisas que relacionassem nanotecnologia ao contexto educacional ou à formação científica; (4) publicações em português, inglês ou espanhol; e (5) textos disponíveis na íntegra em meio eletrônico.

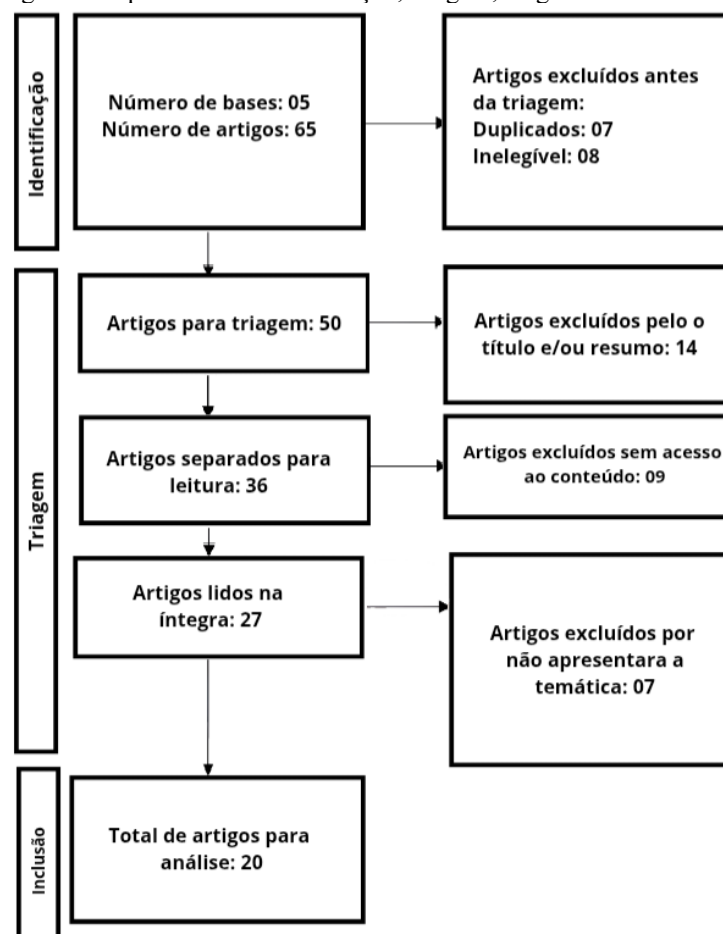
Foram estabelecidos como critérios de exclusão: (1) estudos publicados antes de 2021; (2) trabalhos duplicados nas bases de dados; (3) produções que abordassem exclusivamente aspectos técnicos da

nanotecnologia sem relação com o contexto educacional; (4) artigos que tratassem de metodologias tradicionais sem interface com abordagens ativas; e (5) resumos simples, editoriais, cartas ao leitor e trabalhos sem revisão por pares.

O processo de seleção dos estudos ocorreu em quatro etapas: (1) identificação dos registros nas bases de dados; (2) triagem por leitura de títulos e resumos; (3) avaliação da elegibilidade mediante leitura do texto completo; e (4) inclusão final dos estudos que atenderam aos critérios estabelecidos. A organização e o gerenciamento das referências foram realizados com auxílio de software gerenciador bibliográfico, possibilitando a exclusão de duplicidades e a sistematização dos dados.

A qualidade metodológica dos estudos incluídos foi avaliada com base em critérios adaptados de protocolos internacionais para revisões sistemáticas, considerando clareza dos objetivos, delineamento metodológico, coerência entre métodos e resultados, e consistência das conclusões. Tal procedimento visou assegurar maior confiabilidade às evidências sintetizadas. A sistematização do processo de busca e seleção dos estudos será apresentada em fluxograma, conforme ilustrado a seguir:

Figura 1 – Fluxograma do processo de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão dos estudos.



Dessa forma, a metodologia adotada assegura rigor científico e transparência na condução da revisão sistemática, possibilitando uma análise consistente das evidências acerca da articulação entre metodologias ativas e nanotecnologia como estratégias interdisciplinares para a transformação do processo ensino-aprendizagem.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos estudos selecionados evidenciou que a inovação pedagógica, articulada às metodologias ativas e à nanotecnologia, tem promovido transformações significativas no processo ensino-aprendizagem em diferentes níveis educacionais. Os resultados foram organizados em três eixos analíticos: (1) consolidação das metodologias ativas como estratégia de protagonismo discente; (2) integração interdisciplinar e tecnológica no currículo; e (3) inserção da nanotecnologia como campo estratégico para a formação científica e inovadora.

No primeiro eixo, observou-se que as metodologias ativas vêm sendo amplamente reconhecidas como catalisadoras da aprendizagem significativa. Santos e Pereira (2023) destacam que tais metodologias favorecem o desenvolvimento de competências críticas e reflexivas, ao deslocarem o foco da transmissão de conteúdo para a construção colaborativa do conhecimento. Nessa perspectiva, Costa et al. (2026) enfatizam que a integração entre ensino, pesquisa e extensão fortalece a formação acadêmica, ampliando a articulação entre teoria e prática.

Com ênfase no autor, Aithal, Prabhu e Aithal (2024) argumentam que a inovação no ensino superior depende da incorporação de tecnologias emergentes associadas a novas abordagens pedagógicas, afirmando que:

A transformação do ensino superior exige a convergência entre previsão tecnológica, inovação curricular e metodologias centradas no estudante, capazes de antecipar demandas sociais e profissionais emergentes.

Essa afirmação reforça a necessidade de alinhar práticas pedagógicas às tendências científicas e tecnológicas contemporâneas. O Team Based Learning (TBL), por exemplo, demonstrou impacto positivo no engajamento discente e na aprendizagem colaborativa (Costa; Cani; Sandrini, 2021), enquanto o modelo ADDIE contribuiu para o planejamento estruturado de experiências formativas inovadoras (Convento, 2025).

Além disso, Trindade e Santos (2025) ressaltam que a aplicação de metodologias ativas no ensino de Língua Portuguesa promove maior participação discente e contextualização do conteúdo. De modo semelhante, Santos e Schimiguel (2025) evidenciam que projetos mediados por tecnologia e baseados nos

INOVAÇÃO PEDAGÓGICA POR MEIO DE METODOLOGIAS ATIVAS E DA NANOTECNOLOGIA: ESTRATÉGIAS INTERDISCIPLINARES PARA A TRANSFORMAÇÃO DO PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM

interesses dos estudantes potencializam o engajamento e a autonomia.

O segundo eixo analítico revelou que a interdisciplinaridade constitui elemento essencial para a consolidação da inovação pedagógica. Boesing, Gubiani e De Santana (2025) demonstram que estratégias interdisciplinares desde a educação infantil favorecem a construção de conhecimentos integrados e contextualizados. Martins e Carneiro (2025) defendem a complementaridade entre o método do arco e itinerários transdisciplinares, fortalecendo a articulação entre diferentes campos do saber.

Quadro 1 – Estratégias interdisciplinares e metodologias ativas identificadas nos estudos analisados

Autor(es)/Ano	Metodologia ou Estratégia Pedagógica	Principais Contribuições para a Inovação do Processo Ensino-Aprendizagem
Costa et al. (2026)	Integração ensino–pesquisa–extensão	Fortalecimento da formação crítica e reflexiva; articulação entre teoria e prática; ampliação do protagonismo discente em contextos reais de aprendizagem.
Convento (2025)	Design instrucional (Modelo ADDIE) associado a metodologias ativas	Planejamento pedagógico sistematizado; alinhamento entre objetivos, estratégias e avaliação; promoção de aprendizagem significativa e estruturada.
Costa; Cani; Sandrini (2021)	Team Based Learning (TBL)	Estímulo à aprendizagem colaborativa; desenvolvimento da responsabilização individual e coletiva; aprimoramento do raciocínio lógico e argumentativo.
Martins; Carneiro (2025)	Método do Arco e itinerários transdisciplinares	Integração entre teoria e prática; contextualização do conhecimento científico; promoção da interdisciplinaridade e da problematização da realidade.
Soares; Ferreira (2025)	Modelagem e prototipagem 3D com abordagem ativa	Desenvolvimento de competências tecnológicas e criativas; estímulo à cultura maker; fortalecimento da aprendizagem experiencial e investigativa.

Vieira-Neto et al. (2025)	Cultura maker e ferramentas digitais	Ampliação do letramento científico; combate à desinformação; incentivo à autoria, experimentação e inovação.
---------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fonte: Autoria própria (2026)

A cultura maker e o uso de ferramentas digitais também se destacaram como estratégias interdisciplinares relevantes. Vieira-Neto et al. (2025) evidenciam que tais abordagens fortalecem o letramento científico e o combate à desinformação, promovendo aprendizagem ativa e contextualizada. Nunes et al. (2024) reforçam que a educação ambiental na era digital amplia a consciência socioambiental ao integrar tecnologia e inovação.

No contexto da inclusão educacional, Almeida et al. (2025) destacam que o uso das tecnologias pode reduzir barreiras pedagógicas, embora desafios relacionados à infraestrutura e formação docente ainda persistam. Santos et al. (2025) corroboram essa análise ao afirmar que a integração das tecnologias digitais nos anos iniciais requer planejamento pedagógico consistente e formação continuada.

Com ênfase no autor, Leal (2025) observa que o ensino híbrido (B-learning) representa uma das principais estratégias de transformação educacional contemporânea, ao combinar ambientes presenciais e virtuais de forma articulada. Segundo a autora:

O ensino híbrido amplia as possibilidades de personalização da aprendizagem e fortalece a autonomia discente, ao integrar tecnologias digitais a práticas pedagógicas inovadoras.

Essa perspectiva dialoga com os achados de Dionízio e De Paiva (2021), que identificaram, durante a pandemia da COVID-19, a necessidade de reconfiguração das práticas didáticas para assegurar a continuidade do processo formativo.

O terceiro eixo evidenciou a relevância da nanotecnologia como campo estratégico para a inovação educacional. Khan, Asmatulu e Asmatulu (2025) destacam que a nanotecnologia apresenta tendências emergentes com impacto significativo em diversos setores produtivos, exigindo formação acadêmica alinhada às demandas tecnocientíficas globais. Verma et al. (2024) ressaltam que o desenvolvimento e a implantação da nanotecnologia envolvem não apenas aspectos técnicos, mas também implicações sociais e éticas.

Com ênfase no autor, Deng-Guang et al. (2023) defendem a integração entre educação para a inovação e educação para a segurança no ensino superior, afirmando que:

A formação científica contemporânea deve combinar inovação tecnológica com consciência ética e segurança, especialmente em áreas estratégicas como a nanotecnologia.

INOVAÇÃO PEDAGÓGICA POR MEIO DE METODOLOGIAS ATIVAS E DA NANOTECNOLOGIA: ESTRATÉGIAS INTERDISCIPLINARES PARA A TRANSFORMAÇÃO DO PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM

Essa abordagem evidencia que a inserção da nanotecnologia no currículo deve ocorrer de forma interdisciplinar e responsável, promovendo tanto competências técnicas quanto reflexão crítica.

Quadro 2 – Contribuições da nanotecnologia para a inovação pedagógica interdisciplinar

Autor(es)/Ano	Enfoque Analítico	Contribuições Científicas	Implicações para a Formação Acadêmica e Inovação Educacional
Khan; Asmatulu; Asmatulu (2025)	Tendências emergentes, mercados e segurança em nanotecnologia	Análise das aplicações industriais, biomédicas e ambientais; identificação de desafios regulatórios e éticos.	Necessidade de atualização curricular; inserção de conteúdos interdisciplinares; formação alinhada às demandas tecnocientíficas globais.
Verma et al. (2024)	Desenvolvimento e implantação social da nanotecnologia	Discussão sobre impactos sociais, econômicos e tecnológicos da nanotecnologia no desenvolvimento sustentável.	Integração entre ciência, ética e sociedade; promoção de consciência crítica e responsabilidade social na formação científica.
Deng-Guang et al. (2023)	Educação para inovação e segurança no ensino superior	Proposição de modelo integrado que articula inovação tecnológica e formação para segurança científica.	Formação científica crítica e responsável; fortalecimento da cultura de inovação associada à ética e à segurança tecnológica.

Fonte: Autoria própria (2026)

Os resultados evidenciam que a articulação entre metodologias ativas e nanotecnologia potencializa a aprendizagem baseada em problemas concretos, favorecendo processos investigativos, experimentais e inovadores. Conforme sistematizado no Quadro 1, diferentes estratégias pedagógicas — como o Team Based Learning, o modelo ADDIE, a cultura maker e a prototipagem 3D — demonstram convergência quanto à promoção do protagonismo discente, da colaboração e da contextualização do conhecimento. Nesse sentido, Soares e Ferreira (2025) destacam que práticas envolvendo modelagem e prototipagem ampliam o interesse dos estudantes por áreas científicas e tecnológicas, ao integrarem teoria e prática em atividades experienciadas de forma ativa. Complementarmente, Valente et al. (2025) apontam que a

percepção docente em relação às metodologias ativas é predominantemente positiva, sobretudo no que se refere ao engajamento discente e à melhoria do desempenho acadêmico, ainda que enfatizem a necessidade de maior investimento institucional, formação continuada e infraestrutura adequada.

Observa-se, ainda, que a interdisciplinaridade constitui elemento estruturante desse processo inovador. Conforme demonstrado no Quadro 1, as estratégias analisadas ultrapassam a fragmentação disciplinar e promovem articulações entre diferentes áreas do conhecimento, permitindo que conteúdos científicos sejam trabalhados de maneira integrada e contextualizada. Essa integração é aprofundada quando associada à nanotecnologia, cuja inserção curricular, conforme apresentado no Quadro 2, amplia as possibilidades de abordagem interdisciplinar ao conectar dimensões científicas, tecnológicas, éticas e sociais. A literatura analisada converge ao indicar que a nanotecnologia não deve ser compreendida apenas como conteúdo técnico especializado, mas como campo estratégico para o desenvolvimento de competências investigativas e inovadoras.

Além disso, o Quadro 2 evidencia que a formação em nanotecnologia demanda atualização curricular e abordagem crítica, considerando tanto as tendências emergentes quanto os impactos sociais e éticos associados à sua aplicação. Ao ser incorporada por meio de metodologias ativas, a nanotecnologia passa a funcionar como eixo articulador de projetos interdisciplinares, favorecendo a resolução de problemas reais e o desenvolvimento de soluções inovadoras. Tal articulação fortalece a aprendizagem significativa, uma vez que aproxima os estudantes de contextos científicos contemporâneos e de demandas tecnológicas concretas.

De modo geral, os achados indicam convergência entre os estudos quanto ao potencial transformador das metodologias ativas quando associadas às tecnologias emergentes. A análise integrada dos Quadros 1 e 2 demonstra que a inovação pedagógica ocorre de maneira mais consistente quando há alinhamento entre planejamento didático estruturado, estratégias colaborativas e inserção de conteúdos científicos avançados, como a nanotecnologia. Dessa forma, os resultados reforçam que a inovação pedagógica sustentada por metodologias ativas e pela inserção estratégica da nanotecnologia no currículo contribui significativamente para a transformação do processo ensino-aprendizagem, alinhando-o às demandas do século XXI e fortalecendo a formação científica interdisciplinar, crítica e socialmente responsável.

4 CONCLUSÃO

A presente revisão sistemática evidenciou que a inovação pedagógica, quando articulada às metodologias ativas e à nanotecnologia, configura-se como estratégia potente para a transformação do processo ensino-aprendizagem. Os estudos analisados demonstram convergência quanto à necessidade de

superação de modelos tradicionais centrados na transmissão de conteúdos, indicando que práticas pedagógicas fundamentadas no protagonismo discente, na problematização e na aprendizagem colaborativa favorecem o desenvolvimento de competências cognitivas, socioemocionais e tecnocientíficas. Nesse contexto, a inovação não se restringe à inserção de recursos tecnológicos, mas implica reestruturação curricular, planejamento didático intencional e mudança de paradigmas educacionais.

Os resultados também revelaram que as metodologias ativas — como aprendizagem baseada em projetos, Team Based Learning, cultura maker e design instrucional estruturado — promovem maior engajamento dos estudantes e fortalecem a articulação entre teoria e prática. A interdisciplinaridade mostrou-se elemento estruturante desse processo, ao possibilitar a integração de diferentes áreas do conhecimento em torno de problemas complexos e socialmente relevantes. Tal integração favorece a construção de aprendizagens contextualizadas, críticas e alinhadas às demandas contemporâneas, ampliando o sentido social da educação.

No que se refere à nanotecnologia, constatou-se que sua inserção no contexto educacional ultrapassa a dimensão técnica, assumindo papel estratégico na formação científica e inovadora. Ao ser trabalhada por meio de metodologias ativas, a nanotecnologia torna-se eixo articulador de experiências interdisciplinares que estimulam investigação, experimentação e reflexão ética. Essa abordagem contribui para aproximar os estudantes das fronteiras do conhecimento científico, ao mesmo tempo em que promove consciência crítica acerca dos impactos sociais, ambientais e econômicos das tecnologias emergentes.

Ademais, a análise dos estudos reforça que a consolidação dessas práticas depende de investimento institucional, formação continuada de docentes e políticas educacionais que incentivem a inovação curricular. Embora as evidências apontem benefícios significativos, persistem desafios relacionados à infraestrutura, à resistência à mudança e à necessidade de maior integração entre ensino, pesquisa e extensão. Dessa forma, a efetivação da inovação pedagógica requer compromisso institucional e planejamento estratégico, garantindo sustentabilidade às transformações propostas.

A articulação entre metodologias ativas e nanotecnologia demonstra potencial para alinhar a educação às demandas do século XXI, promovendo formação crítica, criativa e socialmente responsável. Ao integrar conhecimento científico avançado, estratégias colaborativas e problematização da realidade, essa abordagem fortalece o desenvolvimento de competências essenciais para atuação em contextos complexos e tecnologicamente dinâmicos. Assim, a inovação pedagógica analisada nesta revisão configura-se como caminho promissor para a qualificação da educação básica e superior.

Como sugestão para pesquisas futuras, recomenda-se a realização de estudos empíricos de natureza quase-experimental ou longitudinal que investiguem os impactos da inserção da nanotecnologia associada a metodologias ativas no desempenho acadêmico, no desenvolvimento de competências científicas e na

formação ética dos estudantes. Além disso, pesquisas que avaliem a percepção discente e docente em diferentes níveis de ensino poderão contribuir para o aprimoramento das estratégias interdisciplinares e para a consolidação de práticas pedagógicas inovadoras sustentáveis e contextualizadas.

REFERÊNCIAS

- AITHAL, Padiyath Shankaranarayana; PRABHU, Santhosh; AITHAL, Shubhrajyotsna. O futuro do ensino superior por meio da previsão e projeção tecnológica. **Poornaprajna International Journal of Management, Education, and Social Science**, v. 1, n. 1, p. 1-50, 2024.
- ALMEIDA, Amanda; TIMOTEO, Aline; DE MELO, Isabela; DE CASTRO RESENDE, Marcelo; DE OLIVEIRA, Sabrina. O uso das tecnologias no processo de inclusão educacional: desafios e possibilidades. **RCMOS – Revista Científica Multidisciplinar O Saber**, v. 1, n. 1, 2025.
- BOESING, Marcos; GUBIANI, Marcia; DE SANTANA, Felipe. Estratégias didáticas para implementação da interdisciplinaridade: na educação infantil e nos anos iniciais do ensino escolar. **ARACÊ**, 2025.
- CONVENTO, Caique. Design instrucional no ensino da matemática: aplicação do modelo ADDIE e metodologias ativas para aprendizagem significativa. **RCMOS – Revista Científica Multidisciplinar O Saber**, v. 1, n. 2, 2025.
- COSTA, Alene Prima da; MACHADO, Leandro Soares; ALVES, Patrícia Laranjeira; ROCHA, Joelden Roberto Alves da; SILVA, Marcus Vinícius da; SILVA, Bruno da; NASCIMENTO, Arthur Marroquim do; SILVA, Rivaldo Pereira; NARDOTTO, Rafael dos Santos; SILVA, Maria da Conceição Pereira da. Metodologias ativas e a integração ensino–pesquisa–extensão: desafios e potencialidades no ensino superior. **Lumen et Virtus**, v. 17, n. 57, p. e12024, 2026.
- COSTA, Ana; CANI, Juliana; SANDRINI, Eliane. A metodologia ativa team based learning (TBL) e suas contribuições para o ensino/aprendizagem de matemática. **Revista Ibero-Americana do Conhecimento**, v. 7, n. 1, 2021.
- DIONÍZIO, Thiago; DE PAIVA, Lucas. Estratégias didáticas para o avanço dos processos de ensino e de aprendizagem durante a pandemia da COVID-19. **Research, Society and Development**, v. 10, 2021.
- DENG-GUANG, Yu; LI, Qiang; SONG, Wenliang; XU, Lin; ZHANG, Kaihui; ZHOU, Tao. Combinação avançada, baseada em técnicas, de educação para a inovação e educação para a segurança no ensino superior. **Journal of Chemical Education**, v. 100, n. 2, p. 507-516, 2023.
- KHAN, Waseem Saeed; ASMATULU, Eylem; ASMATULU, Ramazan. Nanotecnologia: tendências emergentes, mercados e preocupações. In: ASMATULU, Ramazan; KHAN, Waseem Saeed; ASMATULU, Eylem (org.). **Segurança em nanotecnologia**. 2. ed. Elsevier, 2025. Cap. 1.
- LEAL, Daniela. Transformação educacional através do ensino híbrido (B-learning): o papel da tecnologia na educação. **Revista Interseção**, 2025.
- MARTINS, João; CARNEIRO, Carlos. Complementaridade dos métodos do arco e dos itinerários

transdisciplinares no ensino-aprendizagem de ciências. **Terrae Didatica**, v. 21, 2025.

NUNES, Wellington; PEREIRA, Larissa; MILLI, Camila; DE SOUZA, Ágata; PASSOS, Gabriel; DA SILVA BRITO, Rafael; MOTA, Mariana; BARBOSA, Lucas. Educação ambiental na era digital: promovendo a sustentabilidade por meio da tecnologia e da inovação. **Lumen et Virtus**, v. 15, n. 43, 2024.

SANTOS, Amanda; SCHIMIGUEL, Juliano. Tecnologia e aprendizagem: novos tempos, novos professores: o ensino de matemática mediado por projetos, por meio de levantamento de interesses dos estudantes. **ARACÊ**, 2025.

SANTOS, Patrícia; DE OLIVEIRA, Eduardo; CORRÊA, Simone; ZLUHAN, Michele; ALVES, Carla. Processos de ensino e aprendizagem nos anos iniciais e as tecnologias digitais. **Professare**, v. 13, 2025.

SANTOS, Márcio; PEREIRA, Gabriela. Metodologias pedagógicas ativas no ensino superior na contemporaneidade: desafios e potencialidades. **Revista Científica Cognitionis**, 2023.

SOARES, Larissa; FERREIRA, Carolina. Aplicação de metodologias ativas para o ensino da modelagem e prototipagem 3D: um relato de experiência no ensino médio. **RELACult – Revista Latino-Americana de Estudos em Cultura e Sociedade**, 2025.

TRINDADE, João; SANTOS, José. Metodologias ativas e sua importância para a inovação do ensino: contribuições para o ensino de Língua Portuguesa em São Tomé e Príncipe. **Revista Sêbê Non Linguagens**, 2025.

VALENTE, Bruna; CARVALHO, Daniela; DELALIBERA, Diego; GELLER, Gabriela. Percepções docentes sobre as metodologias ativas de aprendizagem no ensino superior. **Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas**, v. 25, n. 4, p. 857-863, 2025.

VERMA, Vivek; GUPTA, Pooja; SINGH, Pradeep; PANDEY, Narendra Kumar. Considerações sobre o desenvolvimento e a implantação da nanotecnologia. In: GEORGE, Susan Chacko; TAWIAH, Benjamin (org.). **Nanotecnologia no desenvolvimento social: tecnologias avançadas e mudança social**. Singapura: Springer, 2024.

VIEIRA-NETO, André; VIEIRA, Natália; DE SOUZA, Pedro; FERNANDES, Karina; ALMADA, Natália; JÚNIOR, Ubirajara; DE GUADALUPE ADERALDO LESSA, Maria; MONTEIRO-MOREIRA, Ana. Cultura maker e ferramentas digitais no ensino remoto: metodologias ativas para o letramento científico e combate à desinformação. **ARACÊ**, 2025.