



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS – UFAL
INSTITUTO DE FÍSICA – IF



MAIARA MOTA MONTEIRO

**A INSERÇÃO DOS CONCEITOS DE NANOTECNOLOGIA NO ENSINO MÉDIO:
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA**

Maceió – AL

2024

MAIARA MOTA MONTEIRO

**A INSERÇÃO DOS CONCEITOS DE NANOTECNOLOGIA NO ENSINO MÉDIO:
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto de Física (IF) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), como requisito parcial para obtenção do grau de Licenciatura em Física.

Orientadora: Profa. Dra. Anielle Christine Almeida Silva

Maceió – AL

2024

**Catálogo na Fonte Universidade
Federal de Alagoas Biblioteca
Central
Divisão de Tratamento Técnico**

Bibliotecária: Sânela Rouse de Brito Silva – CRB-4 – 6023

M775i Monteiro, Maiara Mota.
A inserção dos conceitos de nanotecnologia no ensino médio : uma revisão sistemática da literatura / Maiara Mota Monteiro. – 2024.
37 f. : il.

Orientadora: Anielle Christine Almeida Silva.
Monografia (Trabalho de conclusão de curso em Física: licenciatura) –
Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Física. Maceió, 2024.

Bibliografia: f. 35-37.

1. Nanotecnologia. 2. Ensino – Ensino médio. 3. Física - Estudo e ensino.
I. Título.

CDU: 371.33:539.2

FOLHA DE APROVAÇÃO

MAIARA MOTA MONTEIRO

A INSERÇÃO DOS CONCEITOS DE NANOTECNOLOGIA NO ENSINO MÉDIO:
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA.

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito para
obtenção do Grau de Licenciado em
Física pela Universidade Federal de
Alagoas.

Documento assinado digitalmente
 ANIELLE CHRISTINE ALMEIDA SILVA
Data: 04/04/2024 15:24:58-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Anielle Christine Almeida Silva
(Orientadora)

Documento assinado digitalmente
 SERGIO HENRIQUE ALBUQUERQUE LIRA
Data: 04/04/2024 11:31:14-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Sérgio Henrique Albuquerque Lira
(Avaliador)

Documento assinado digitalmente
 DAVI PORFIRIO DA SILVA
Data: 04/04/2024 17:44:46-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

MSc. Davi Porfirio da Silva
(Avaliador)

RESUMO

O presente trabalho é uma revisão sistemática sobre a inserção do assunto Nanociência e Nanotecnologia no Ensino Médio Brasileiro na disciplina de Física. **Objetivo:** buscar na literatura trabalhos sobre a inserção de N&N no ensino de Física Básica. **Método:** uma revisão sistemática da literatura, através da seleção de trabalhos presentes nas bases de dados, que posteriormente passou pelo protocolo de inclusão e exclusão para eleger os trabalhos pertinentes ao objetivo. **Resultados e Discussões:** os trabalhos selecionados foram extraídos os dados de identificação (título, ano de publicação, local) e analíticos (métodos e resultados) para responder a pergunta da revisão. **Considerações Finais:** após a análise dos métodos e resultados resumido a revisão e concluindo com a importância dela para promover o ensino de FMC.

Palavras-chave: ensino de física; nanotecnologia; revisão sistemática.

ABSTRACT

The present work is a systematic review on the inclusion of the subject Nanoscience and Nanotechnology in Brazilian High School in the Physics discipline. Objective: to search the literature for works on the inclusion of N&N in the teaching of Basic Physics. Method: a systematic review of the literature, through the selection of works present in the databases, which subsequently went through the inclusion and exclusion protocol to choose the works relevant to the objective. Results and Discussions: identification data (title, year of publication, location) and analytical data (methods and results) were extracted from the selected works to answer the review question. Final Considerations: after analyzing the methods and results, the review is summarized and concluding with its importance for promoting the teaching of FMC.

Keywords: teaching physics; nanotechnology; sistematic review.

AGRADECIMENTO

Início agradecendo de maneira geral a todos que fizeram parte da minha jornada, não apenas acadêmica, mas também de vida. Cada pessoa que teve participação na minha formação, pois uma graduação não se trata apenas do conteúdo ensinado ou aprendido, mas de como isso repercute na vida.

Agradeço imensamente a todos os colegas e amigos que estiveram juntamente comigo, tornando-se inspiração, sempre apoiando e também orientando, em especial ao Anderson Pontual, Flávio D'amato e principalmente a Luana Estefhane minha parceira desde o início, não me deixou desistir e foi minha base, por quem tenho imensa admiração, além de uma amizade única e consistente.

Agradeço a toda orientação da minha Orientadora Dra. Anielle Christine Almeida Silva e ao Me. Davi Silva que me guiaram durante todo o processo de produção do trabalho.

Aos professores dessa instituição, cada um com sua particular forma de ensino e comprometimento, não apenas com o conteúdo. Muitos que compreendem as adversidades que os discentes passam e ajudam da melhor forma possível para que não desistam, mesmo que para muitos o processo seja mais árduo.

Agradeço a minha família, pois sempre me direcionaram ao caminho da educação, sempre sendo suporte financeiro e emocional também. Desde sempre tive em minha vida carinho e amor principalmente dos meus pais, Maria Aparecida e Manoel Monteiro. Eles apesar de terem formação escolar incompleta sempre valorizaram e foram comprometidos com a formação dos seus filhos. Todo respeito, vontade de seguir meus sonhos, toda força para trilhar meu caminho veio da minha formação familiar, pois além do exemplo diário, foram muitos conselhos que hoje vejo a diferença imensa para o meu desenvolvimento.

Durante minha graduação tive duas perdas imensuráveis, meu avô Eluizio, por quem muito amor e carinho, e minha tia Maria Elizângela (Bia). A última por quem além de muito amor, havia também uma grande admiração, além de um vínculo de parceria em vários momentos da minha vida, sempre demonstrou um carinho e orgulho sem medida. Independente de onde esteja sempre será lembrada pela sua essência, seu riso e tudo que fez por quem amava.

Também agradeço a todos os momentos e palavras vindas das minhas tias Flávia, Luciene e Simone, além de agradecer a minha vò (Ilza), todas sempre foram a base de inspiração para a mulher que me tornei, com todo exemplo de força, coragem e determinação.

Aos meus irmãos Murilo, Isaias, Manoel e Breno, todos serviram de apoio ou de motivo para que eu continuasse minha jornada, um orgulho mútuo. E em especial a minha irmã, parceira de sempre, Izabela (Bel). Esteve comigo e me ajudou de inúmeras formas durante, além de me inspirar por toda sua inteligência e sabedoria de vida, muito obrigado por tudo.

LISTA DE SIGLAS

AFM	Microscópio de Força Atômica
BTDT	Bases de Teses e Dissertações
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
CTSA	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
ERIC	Educational Resources Information Center
FMC	Física Moderna e Contemporânea
FMC	Física Moderna e Contemporânea
HRTEM	Microscópio Eletrônico de Trasmissão
MBE	Medicina Baseada em Evidência
MNPEF	Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física
N&N	Nanociência e Nanotecnologia
PBE	Prática Baseada em Evidência
PCNs	Parâmetros curriculares nacionais
PICO	Paciente, Intervenção, Comparação, Outcomes (Desfecho)
PIO	Paciente, Intervenção, Outcomes (Desfecho)
PRISMA	Principais Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta Análises
SAI	Sala de Aula Invertida
SciELO	Scientific Electronic Library Online
STM	Microscópio de Tunelamento
TICs	Tecnologias da Informação e da Comunicação
UFCG	Universidade Federal de Campina Grande

UnB Universidade de Brasília

UNIRIO Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

USP Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1 JUSTIFICATIVA	14
2. O ENSINO DE NANOTECNOLOGIA NA FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA DO ENSINO MÉDIO	14
3. OBJETIVOS	16
3.1. OBJETIVO GERAL	16
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
4. METODOLOGIA	17
3.1 REVISÃO SISTEMÁTICA: CONCEITO E PRODUÇÃO	17
3.2 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO	20
3.2.1 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO	22
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	24
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
6. REFERÊNCIAS	35

1. INTRODUÇÃO

Tendo visto que a abordagem tradicional de ensino de Física, focada em fórmulas e aplicação mecânica, pode causar desinteresse em muitos estudantes. Incorporar métodos de ensino mais dinâmicos e práticos pode ajudar a tornar a disciplina mais envolvente. A Física Moderna certamente traz conceitos fascinantes que podem despertar o interesse dos alunos, então é ótimo quando há espaço no currículo para uma introdução a ela.

A ciência contemporânea é deixada a margem no ensino básico. Ainda que os meios de divulgação de informações sejam de fácil acesso para a maior parte da população, ainda não se tem um conhecimento básico necessário para entender o que tais tecnologias trazem e no que impactam seja de maneira positiva ou negativa. Com isso, o trecho abaixo explica:

Podemos afirmar que a ciência busca permanentemente soluções para problemas científicos de naturezas diversas, principalmente os problemas da sociedade contemporânea e, neste contexto, as tecnologias têm deflagrado mudanças na vida das pessoas do ponto de vista social, econômico e cultural. Além disso, o desenvolvimento de novos conhecimentos e soluções para problemas da vida cotidiana têm propiciado a criação de novas subáreas do conhecimento e, também, áreas profissionais, impactando de maneira significativa nas práticas sociais e no mundo do trabalho. (TOMKELSKI; SCREMIN; FAGAN, 2019, p. 667).

A preocupação com o ensino de ciências, especialmente a física no ensino médio, que não tem acompanhado o desenvolvimento atual e as necessidades dos alunos em relação aos conhecimentos científicos mais recentes. Existem diversos fatores que contribuem para essa situação, sendo um deles a defasagem entre o conteúdo do currículo atual de física e o que os alunos são informados pela mídia sobre os avanços e descobertas científicas no campo da física, tanto no Brasil quanto no mundo. Essa desconexão pode levar os alunos a perderem o interesse pela disciplina, já que não conseguem visualizar a relevância e aplicabilidade dos conceitos aprendidos em sala de aula. (OLIVEIRA; VIANNA; GERBASSI, 2007).

Por isso é importante incorporar temas atuais dentro do currículo da Física Básica, como a Nanotecnologia. Que pode ser realmente uma área fascinante e promissora, com aplicações em uma ampla gama de campos, desde a medicina até a indústria cosmética. Ela se baseia em uma abordagem multidisciplinar, transdisciplinar e interdisciplinar, incorporando conhecimentos de diversas áreas, como tecnologia da informação, medicina, engenharia, química, física e biologia. (ANTUNES; BACKX, 2020).

O uso de tecnologias, como realidade virtual, simuladores e até mesmo recursos mais comuns, como projeção de slides e vídeos, pode dinamizar e aprimorar significativamente o processo de ensino-aprendizagem em todas as áreas educacionais. Métodos ativos de aprendizagem, como jogos e dinâmicas em grupo, que fazem uso de aplicativos em dispositivos móveis, proporcionam estratégias didáticas mais envolventes e atrativas para os alunos, motivando-os a aprender. Essas abordagens não apenas tornam o ambiente educacional mais dinâmico e interessante, mas também facilitam a compreensão de conceitos complexos, como os relacionados à nanotecnologia. E quando se trata de temas como a nanoescala, em que conceitos abstratos podem ser desafiadores para o público em geral, o uso de recursos tecnológicos pode simplificar as informações e facilitar a compreensão. (ANTUNES; BACKX, 2020).

O acesso a informação se tornou prático, mas a busca por informações verídicas está afunilando, pois a disseminação de falsas notícias ou teoria da conspiração são mais virais e são mais facilmente alcançados pelo público, na sua maioria, que são em grande parte leigos.

Em 2022 começou um novo modelo da organização na grade do ensino médio, em que a física é parte integrante da área de ciências da natureza. A proposta que está em vigor é um ensino em que as disciplinas da área de ciências da natureza, por exemplo, sejam ministradas de forma a interligar os conceitos entre as subáreas (biologia, física e química). (BRASIL, 2021).

Os itinerários formativos são caminhos de aprendizagem que os estudantes podem escolher de acordo com seus interesses e objetivos profissionais. A ampliação da carga horária para 3000 horas, em vez de 2400 horas, pode permitir uma maior especialização e aprofundamento em áreas específicas. (BRASIL, 2021).

A redução na carga horária da disciplina de física pode refletir a priorização de outras áreas consideradas mais relevantes para a formação profissional dos alunos. No entanto, é importante lembrar que a física é uma disciplina fundamental que contribui para o desenvolvimento do pensamento crítico, da resolução de problemas e da compreensão do mundo ao nosso redor.

Com base na exposição breve sobre a importância de inserir novos temas na Física do Ensino Médio, será realizado o estudo através de uma Revisão da literatura em busca de trabalhos que abordem a inserção dos temas Nanociência e Nanotecnologia nas aulas de Física do ensino básico.

O método escolhido para esse trabalho é a Revisão Sistemática de Literatura que é de fato uma ferramenta crucial no contexto atual de produção científica crescente e rápida disseminação do conhecimento. Sua aplicação é especialmente relevante nas ciências da educação, onde a síntese de pesquisas existentes pode fornecer insights valiosos para orientar novos estudos e práticas educacionais. Essa abordagem metodológica não apenas coleta e organiza informações relevantes, mas também busca garantir sua qualidade e confiabilidade através da aplicação de critérios rigorosos e transparentes. Ao minimizar vieses e garantir uma avaliação criteriosa das evidências disponíveis, a revisão sistemática oferece uma base sólida para o avanço do conhecimento no campo educacional. (CAMPOS; CAETANO; GOMES, 2023).

Ao realizar uma revisão sistemática sobre abordagens no ensino de física no ensino básico, é importante estabelecer uma pergunta norteadora clara e específica, que guiará a busca e seleção dos estudos. Além disso, é fundamental identificar as bases de dados mais renomadas na área da educação e da física, a fim de garantir uma busca abrangente e abordar diferentes perspectivas sobre o tema.

Essa revisão irá sistematizar a busca de trabalhos primários para responder a seguinte questão: quais são as estratégias metodológicas disponíveis no ensino de nanociência e nanotecnologia nas aulas de física do ensino médio? Partindo do pressuposto que há docentes que buscam superar o método conservador e embarcar em novas abordagens para a otimização do processo de ensino e aprendizagem. E com isso disponibilizar um trabalho ao qual estudantes do curso de Licenciatura em Física ou Professores recém formados na área possam consultar esse material e implementar no Ensino Médio temas de FMC.

Ao final da revisão sistemática, espera-se que identificar e sintetizar as abordagens da do tema Nanotecnologia existentes no ensino de física no ensino básico, destacando as práticas mais eficazes, as lacunas de conhecimento e possíveis direções para futuras pesquisas e intervenções educacionais.

A educação contextualizada foca na formação do sujeito crítico. Pois todo conhecimento adquirido não deve ser tratado como verdade absoluta, mas sim como algo a ser observado, compreendido e também questionado.

1.1 Justificativa

Em consequência do currículo tradicional, que aborda no ensino médio apenas a física clássica, mesmo com a evolução científica e tecnológica, o currículo comum resiste ao novo. A necessidade de incorporar no ensino básico assunto de física moderna e contemporânea de forma efetiva, não apenas no final do último ano do ensino médio e de forma superficial. A Nanotecnologia e Nanociência devem ser inseridas ainda durante a formação básica dos estudantes, pois fazem parte da ciência e seus produtos estão presentes no contexto social, com uso em diversas áreas. Com isso recorrer a literatura para conhecer os trabalhos que trazem essa inserção e como foi trilhada nas turmas do ensino médio, e com isso relatar em forma de uma Revisão Sistemática da Literatura.

2. O ENSINO DE NANOTECNOLOGIA NA FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA DO ENSINO MÉDIO

A Física Moderna e Contemporânea (FMC) ainda não faz parte da programação base do ensino, isso dificulta o entendimento do mundo em que o indivíduo está inserido. Levando em consideração que toda a ciência e tecnologia afeta no modelo de sociedade e de vida da população. Isso implica na necessidade urgente de um currículo que contribua para uma formação condizente com a realidade, a física clássica faz parte da base da ciência, no entanto não há mais como inserir apenas ela no contexto atual, pois pertence a um cenário e modelo de funcionamento social antigo. Alvaretti (1999, p. 27) relata que:

A inserção do ensino de conceitos contemporâneos no ensino médio, em particular a FMC, requer uma concepção nova de currículo, que, simultaneamente, contemple uma educação para a cidadania e aspectos epistemológicos da ciência física. Uma concepção tradicional do ensino da física, mais próxima a idéias empiristas sobre a ciência, e fragmentária, por excelência, pode repetir com o ensino de conceitos da FMC o que realiza com os desconexos conteúdos programáticos tradicionais.

Existem na literatura abordagens sobre inovações no processo de ensino, uma nova maneira de ensinar e aprender. Mas há também a necessidade de complementar dentro dos conteúdos programáticos temáticas que fazem parte da realidade contemporânea. Para a física do ensino médio, o conteúdo da idade moderna e contemporânea ficam à margem. É evidente que o método de abordar um assunto novo, nessa disciplina ainda no ensino básico, requer um incentivo da própria metodologia adotada que ajude na compreensão, a adequação do tema ao formato de ensino (ELLWANGER; MOTA; FAGAN, 2014, P. 95).

A evolução da ciência para chegar na Nanotecnologia, se deve a todo o desenvolvimento tecnológico anterior. A partir do momento que técnicas experimentais realizadas pelo microscópio eletrônico de transmissão (HRTEM), o microscópio de tunelamento (STM) e o microscópio de força atômica (AFM) possibilitaram examinar partes elementares da matéria para em seguida possibilitar a manipulação da matéria em escalas jamais antes imaginado (SILVA, 2008).

A Nanotecnologia e a Nanociência (N&N) trata-se de áreas multidisciplinares pois envolve diversos campos do conhecimento científico e tecnológico. Contribui para a otimização em diversos setores como engenharia, medicina, tecnologias da informação, química, por exemplo (Filho e Backx, 2020).

Vale salientar que a N&N não estão presentes no currículo do ensino básico, apesar da importância do aprendizado das ciências de forma interdisciplinar. Enquanto o emprego de metodologias ativas e de Tecnologias da Informação e da Comunicação (TICs) estão em ascensão na sala de aula, implica o uso da nanoeletrônica em dispositivos e produtos que fazem parte do cotidiano escolar, com projetores, quadros multimídias. Logo, propaga-se essas inovações na educação de maneira prática. Com isso essa tecnologia é aplicada nas ferramentas do processo de ensino e aprendizagem (Filho e Backx, 2020).

Então, no ensino de FMC os conceitos da mecânica quântica fundamenta tecnologias atuais, favorecendo o ensino da Nanotecnologia e Nanociência. Entretanto, na formação de professores de física, o conteúdo da FMC focaliza ainda na proposta de exercícios e problemas com cálculos, o que gera insegurança para que insiram conteúdos da área no ensino básico (LIMA, ALMEIDA, 2013).

Pela explanação acima conclui-se que o receio em propor temas como Nanociência e Nanotecnologia advém da insegurança docente, por ter geralmente acesso a uma FMC combinada a uma linguagem mais complexa que dificulta o acesso dos estudantes do ensino básico, que geralmente tem déficit na matemática básica. No entanto, é necessário ter uma perspectiva com foco em uma abordagem possível e escolha de temas que vinculem ao ensino da física clássica.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

Investigar as estratégias utilizadas no ensino de nanociência e nanotecnologia nas aulas de física de ensino médio.

3.2. Objetivos específicos

- Listar as abordagens metodológicas relatadas na literatura para inserção de conceitos básicos de nanociência e nanotecnologia;
- Analisar o impacto das estratégias de ensino e as dificuldades de abordagem da temática no ensino médio brasileiro.

4. METODOLOGIA

O estudo realizado trata-se de uma revisão sistemática da literatura na modalidade qualitativa, sobre as metodologias de ensino de Nanotecnologia e Nanociência nas aulas de Física do Ensino Médio. Através desse estudo busca-se obter conhecimento sobre as diversas maneiras de abordar esse tema ainda na Educação Básica.

A escolha da revisão sistemática foi motivado pelo fato de se tratar de uma síntese precisa e metódica, com especificidades. A busca é realizada a partir de um protocolo definido segundo os objetivos do estudo e uma pergunta norteadora.(CASARIN et al., 2020).

3.1 Revisão sistemática: conceito e produção

A revisão é sistemática pois ela segue um sistema, partindo de uma questão objetiva, além de delimitar os trabalhos segundo protocolos pré-definidos, etapas seguidas de forma ordenada .

Essa síntese da literatura segue criterios rígidos para responder uma pergunta norteadora e clara, baseada na análise de trabalhos originais e, em geral, pesquisa experimental para estudo da qualidade de uma intervenção para solução de um problema na área da saúde. Logo, é importante esclarecer que essa revisão é comum na área da saúde.(ERCOLE; MELO; ALCOFORADO, 2014)

Devido ao alto volume de informações na área da saúde geradas pelas pesquisas, as sínteses são um atalho que facilita o acesso às informações dos diversos estudos que são sintetizados através da revisão. A Medicina Baseada em Evidência (MBE) enfatiza a necessidade dela para as decisões de práticas com pacientes, já que esses estudos une as evidencias produzidas em pesquisa com experiência clínica. (CORDEIRO, 2007).

O agrupamento de evidencia sumarizada com precisão e capacidade de análise é de suma importância como recurso nas ciências da saúde para prevenção e tratamento de várias doenças. As revisões sistemáticas promovem a reunião objetiva da evidencia ajudando na resolução de impasses entre estudos primários e na construção de questões que estão relacionadas com as lacunas de comprovações. (BAENA, 2014).

Essa investigação científica identifica os trabalhos relevantes seguindo um protocolo previamente definido, no qual deixa claro o motivo da inclusão ou exclusão dos trabalhos durante o processo de seleção, triagem, elegibilidade e inclusão.(DONATO e DONATO,2019).

Após a breve explanação sobre o conceito da revisão sistemática e sua área de aplicação, é necessário entender como são realizadas as etapas do processo de revisão dos estudos. Entender o processo de construção da pergunta da pesquisa, procedimento de seleção dos trabalhos, critérios de inclusão e exclusão, e análise dos estudos.

A estratégia PICO é solicitada na PBE (Prática Baseada em Evidência), para organizar e decompor os problemas clínicos que surgem. O acrônimo significa Paciente, Intervenção, Comparação, Outcomes (Desfecho) e engloba esses componentes para fundamentar a pergunta da pesquisa. Se a pergunta é elaborada segundo esse padrão propicia clareza de informações que leva a resolução dela. E nisso amplia a retomada desses estudos nas bases de dados, focalizando no objetivo da pesquisa e evitando buscas desnecessárias. (SANTOS, PIMENTA e NOBRE, 2007).

Então, o paciente seria os estudantes, é o grupo específico do estudo; intervenção é o método adotado para tentativa de solucionar o problema daquela população; Comparação é o que esse método difere de outro e os efeitos provocados por cada um. Por fim, o Desfecho que implica nos resultados obtidos dessa aplicação. Para definir a pergunta é necessário que cada componente seja claramente identificado pelo pesquisador e assim obter uma pergunta objetiva que irá nortear toda a pesquisa. Lembrando que aqui o pesquisador já sabe o porquê da escolha da revisão, baseada na necessidade para um tema específico e com alta relevância na sua área de conhecimento.

Após a elaboração da pergunta, segue para o próximo passo: a criação de protocolo de busca segundo os objetivos estabelecidos para o estudo. Esse momento inicia com a escolha das palavras-chaves ou descritores (termo comum na área da saúde). Para isso Donato e Donato (2019) aborda que o protocolo estabelece a questão a ser tratada na pesquisa e quais os métodos que vão ser utilizados para atingir tal objetivo. Assim, será escolhido os termos de buscas e as bases de dados que identifiquem trabalhos da área de interesse. Além de estruturar os critérios de inclusão e exclusão, e apontar os pontos mais relevantes para a síntese dos trabalhos que forem inclusos para análise.

Os termos de busca, palavras-chave, são determinados pela própria pergunta do estudo. Pois, esses termos vão delimitar o que os trabalhos necessitam abordar para serem utilizados na pesquisa. Além disso as bases de dados também devem ser escolhidas levando em consideração a área da pesquisa. Por exemplo, nas ciências da saúde existem bases que são

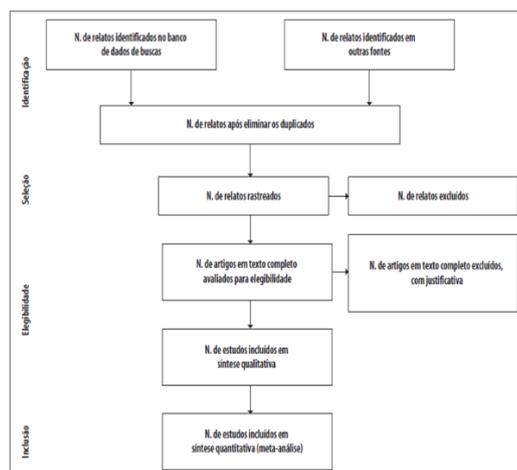
próprias da mesma. Há outras áreas que não tem bases centradas apenas nela, por isso, pode-se optar por bases que são multidisciplinares, como o Google Scholar.

Para organizar os critérios de inclusão e exclusão dos trabalhos segundo o objetivo da pesquisa, é importante ter fundamento no objetivo. Então, os critérios são os detalhes significativos encontrados nos trabalhos, a busca por algo específico (inclusão) e as informações que não oferecem relevância ou que não ajudará no resultado final, que não responderá a pergunta central da pesquisa (exclusão).

Os Principais Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta Análises (PRISMA) consiste em um checklist de 27 itens e um fluxograma de quatro etapas (seleção, triagem, elegibilidade e inclusão). Com o intuito de auxiliar os autores no relato das revisões, pois identificam os elementos a serem introduzidos na revisão sistemática e meta análises. Enquanto isso, o fluxograma incluirá ou excluirá deixando claro as razões. (GALVÃO, PANSANI e HARRAD, 2015).

Abaixo está um exemplo de modelo de fluxograma PRISMA utilizado para mostrar os critérios seleção dos estudos, deixando evidente quais foram incluídos em cada etapa e quais foram excluídos.

Figura 1- Exemplo de um fluxograma PRISMA.



Fonte: GALVÃO, PANSANI e HARRAD, 2015.

Acima a imagem descreve o que o fluxograma deve conter e sua organização para melhor entendimento do leitor, pois deixa bem claro a quantidade de trabalhos selecionados a cada etapa, funcionando como um filtro que vai facilitando a seleção dos trabalhos pois os

critérios vão ajudar na exclusão ou inclusão sem a necessidade de leitura completa dos trabalhos na parte inicial, isso agiliza no processo evitando perda de tempo e sem perder a qualidade do trabalho pois os pontos importantes estão seguindo o sistema de busca.

Definimos previamente quais informações serão retiradas dos estudos incluídos, com isso, evitamos leituras desnecessárias. A princípio é importante coletar dados como, autor, data de publicação, número de participantes, tipo de estudo, intervenção, resultados, duração. A avaliação da qualidade dos estudos irá determinar a credibilidade do resultado da revisão. (PEREIRA e GALVÃO, 2014).

Diante do exposto é evidente que esse tipo de revisão da literatura tem o objetivo de qualificar os estudos, não apenas expor um assunto como outras revisões. Além de compreender o que já foi trabalhado sobre determinado tema, realiza-se todo o estudo seguindo parâmetros segundo o objetivo, em que toda a pesquisa é feita a partir de um sistema. Isso facilita a quem buscará na literatura um estudo que acople o tema e que releve os melhores e mais qualificados trabalhos para essa finalidade.

3.2 Procedimento metodológico

Trata-se nesse tópico como foi feita toda a pesquisa, segundo o passo a passo da revisão sistemática da literatura para que o estudo tenha qualidade e relevância na área de atuação. Por ser uma adaptação para área de Ensino de Física, especificamente, foi seguido o protocolo conforme a literatura aborda, mas adequando ao que a área e os estudos tem a oferecer.

O primeiro passo para a pesquisa foi construir uma pergunta norteadora, que tivesse clareza segundo os objetivos do trabalho. Através da estratégia PICO, adaptado para a área da educação, formulou-se um acrônimo que corresponde ao objetivo e por isso foi utilizado o acrônimo PIO. Abaixo o Quadro 1, mostra cada letra e ao que corresponde.

Quadro 1 – Estratégia PIO utilizada no trabalho.

PIO	Corresponde
População	Alunos do ensino médio
Intervenção	Metodologias
Outcomes (Desfecho)	Resultados

Fonte: Autora, 2024.

A população são os alunos do ensino médio, a intervenção se trata do método de abordagem da N&N com ênfase nos conceitos da física e no desfecho a análise das impressões dessa intervenção.

Chegamos a pergunta pronta: quais são as estratégias metodológicas disponíveis no ensino de nanociência e nanotecnologia nas aulas de física do ensino médio? Para a busca dos trabalhos as palavras-chave que trariam resultados com o tema precisariam conter: ensino de física, ensino médio, nanociência e nanotecnologia. Feito essas combinações nas bases de dados mais relevantes que tem trabalhos voltados para ensino de física, como: Bases de Teses e Dissertações (BDTD), Educational Resources Information Center (ERIC), Google Acadêmico, Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e da Scientific Electronic Library Online (SciELO).

Determinando o que procurar e onde procurar, iniciou o processo de busca. Utilizando o operador Booleano AND (E), ele é adicional, conforme a pretensão que os trabalhos deveriam ter todos os termos que compusessem a descrição ou o título para seleção do estudo. Abaixo encontra-se a tabela com os resultados nas bases de dados e as combinações dos termos que foram realizados na busca.

Quadro 2- Resultados de busca nas bases de dados

Base de dados	Palavras chaves	Especificações	Resultados totais
Google acadêmico	(ensino de física) AND (ensino médio) AND (nanociência) AND (nanotecnologia)	Busca completa segundo as palavras chaves pré-estabelecidas. Sem filtro, na íntegra.	1370
	(ensino de física) AND (ensino médio) AND (nanociência)		1850
	(ensino de física) AND (ensino médio) AND (nanotecnologia)		11000
BDTD	"ensino de física" AND "ensino médio" AND "nanociência" AND "nanotecnologia"	Busca completa segundo as palavras chaves pré-estabelecidas. Sem filtro, na íntegra.	11
	"ensino de física" AND "ensino médio" AND "nanotecnologia"		15
	"ensino de física" AND "ensino médio" AND "nanociência"		15
SciELO	(ensino de física) AND (ensino médio) AND (nanociência e nanotecnologia)	Busca completa segundo as palavras chaves pré-estabelecidas. Sem filtro, na íntegra.	2
	(ensino de física) AND (nanociência)		3
	(ensino de física) AND (nanotecnologia)		4

Eric	physics teaching AND high school AND nanoscience	Busca completa segundo as palavras chaves pré-estabelecidas. Sem filtro, na íntegra.	11
	physics teaching AND high school AND nanoscience AND nanotechnology		7
	physics teaching AND nanoscience AND nanotechnology		15
Periódicos da CAPES	"ensino de física" AND "nanociência e nanotecnologia"	Busca completa segundo as palavras chaves pré-estabelecidas. Sem filtro, na íntegra.	2
	"nanociência" AND "nanotecnologia" AND "ensino de física"		3

Fonte: Autora, 2024.

3.2.1 Critérios de inclusão e exclusão

Com os resultados iniciou o processo de seleção, no qual a leitura do título e a descrição que continha os termos foi feita para identificar quais, possivelmente, iriam atender a proposta do estudo. Nesse passo apenas os trabalhos que não tinham os termos foram descartados. Em seguida, depois de selecionados de cada base, apenas o google scholar fornecia um número muito grande de trabalhos.

Para a triagem, o procedimento foi analisar o resumo de todos os trabalhos. Aqueles que incorporavam uma intervenção nas aulas de física sobre nanociência ou nanotecnologia foram selecionados. Enquanto os que se tratavam de outras disciplinas ou eram revisões (estudos secundários), foram descartados.

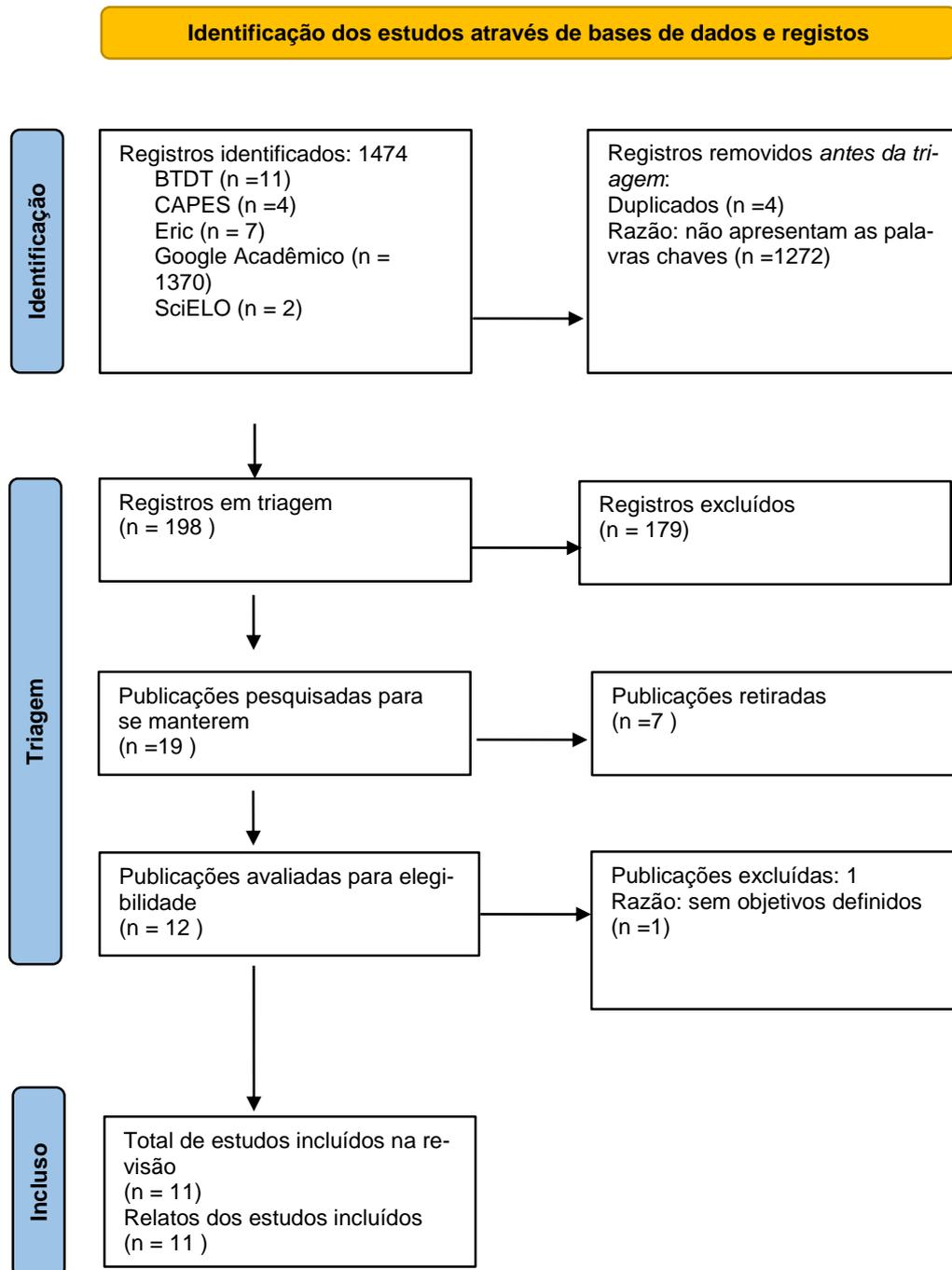
Após o rastreamento dos trabalhos mais próximos a proposta, perante a leitura do resumo, seguimos para a etapa de elegibilidade, em que a leitura dos trabalhos deve ser completa para concluir se tratava de um trabalho sobre a intervenção do tema N&N nas aulas de física no ensino médio. Considerável parcela dos trabalhos eram dissertações de mestrado profissional de física e por serem mais densos, a leitura de três tópicos foram suficientes para elegê-los (objetivos, metodologia e resultados). Nessa etapa os trabalhos que não tinham intervenção, ou seja, apenas propostas não realizadas em sala de aula, como o tema nanociência ou nanotecnologia era apenas citado e não o foco do trabalho, e por isso foram excluídos.

Por fim, na inclusão depois de filtrar bastante a amostragem de trabalhos que tinham foco na resolução da pergunta do estudo, uma nova leitura foi realizada. A busca foi por aqueles que tinha objetivos bem definidos, pois isto que norteia o método e dará resultados conformes. Nisso, foi identificado apenas um trabalho que não tinha um objetivo específico e por isso os

resultados não foram claros, pois a intenção era apenas diagnosticar o saber dos alunos sobre o tema.

Finalizando o processo de seleção e concluindo os estudos que foram elegidos, abaixo há um fluxograma PRISMA, que esquematiza os dados no processo de escolhas dos trabalhos.

Figura 2- Fluxograma da Seleção dos estudos para a revisão.



Um ponto importante da escolha das bases de dados é que o ERIC, por ser uma base voltada a trabalhos da educação, mesmo que estrangeira, o intuito era buscar se havia algum trabalho que pudesse contribuir para a revisão, no entanto, ao fim do processo de inclusão não foi obtido nenhum trabalho dele. Portanto, todos os trabalhos são nacionais e por esse motivo a investigação é no Ensino Médio Brasileiro apenas.

Após a descrição de todo o processo metodológico para essa revisão, foi realizada a análise de dados dos artigos, dissertações e outros, para esclarecer sobre os procedimentos da abordagem do tema nanociência e nanotecnologia no ensino médio, especificamente aulas de física. Os resultados e discussões acerca dos pontos importantes de cada trabalho serão mostrados no próximo tópico.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os trabalhos incluídos para análise desse estudo foram onze no total, após a aplicação de todos os critérios de inclusão e exclusão, seguindo conforme o fluxograma da recomendação PRISMA. Depois da seleção criteriosa dos trabalhos relevantes para o estudo, foi então realizada a extração de dados.

A partir disso e seguindo as delimitações impostas pelos objetivos que foram identificados em cada estudo os pontos mais importantes para construção dessa revisão. Importante ressaltar que analisar essas informações e também os resultados relatados, procurando sempre conectar o que mais se assemelham entre si, pode ser um fator positivo que melhore no processo de ensino aprendizagem, como os pontos que destoam dos objetivos escolhidos também podem trazer um resultado positivo. E estivemos sempre em busca de manter um estudo mais transparente também em compreender as questões que precisam de atenção.

O trabalho além de estruturar as qualidades dos estudos que irão responder a questão, busca entender que mesmo o método sendo efetivo, ainda sim, há os fatores que fogem do controle no momento da intervenção.

O Quadro 3, identifica os trabalhos selecionados, e também direciona ao local, período, que publicou, além de situar o ano de sua produção.

Quadro 3 - Dados de identificação

Trabalho	Título	Autor	Local e Ano	Tipo	Periódico
1	A ciência do surpreendentemente pequeno: uma sequência didática para nanociência e nanotecnologia no ensino médio	Guilherme Angelo Moreira Bernardo	Cajazeiras (PB), 2019	Trabalho de Conclusão de Curso	BDTD da UFCG
2	Desmitificando a neutralidade da ciência e da tecnologia: uma proposta sobre nanociência	Francisca Vania Pereira Rodrigues	Brasília, 2019	Dissertação de Mestrado	BDTD
3	Medições em nano-escala: uma proposta de introdução ao ensino de nanociência e nanotecnologia no ensino médio	José Willia Santos Prado	Bahia, 2018	Dissertação de Mestrado	Google Acadêmico
4	Nanociência no ensino médio: potencialidades da educação CTS	Edvaldo Vieira Faria Júnior	Brasília (DF), 2019	Dissertação de Mestrado	Repositório Institucional da UnB
5	Obtenção de nanopartículas magnéticas utilizando materiais do cotidiano: síntese, caracterização e abordagem didática para o ensino médio	Andresa da Costa Ribeiro, Márcia da Costa, Cleciane Ramos dos Santos, Taiana Gabriela Moretti Bonadio, Tania Toyomi Tomimaga	Turvo (PR), 2020	Artigo	SciELO
6	Propriedades ópticas de matérias no ensino médio por meio da nanociência	Mateus de Almeida Granada	Santa Maria (RS), 2011	Dissertação de Mestrado	BDTD
7	Uma abordagem sobre nanociência e nanotecnologia na educação básica	Jairo Veras Alves; Maria Consuelo Alves Lima	São Luís (MA), 2018	Artigo	Google Acadêmico
8	Uma proposta de introdução da física moderna e contemporânea no nível médio através da nanotecnologia e da nanociência	Eduardo Piniheiro Correia	Rio de Janeiro (RJ), 2020	Dissertação de Mestrado	MNPEF UNIRIO

9	Uma proposta para o ensino de nanociência e da nanotecnologia, nas aulas de física do ensino médio	Cátia Fernandes Gama	São Paulo (SP), 2013	Dissertação de Mestrado	BDTD da USP
10	Uso de metodologia ativa para o ensino de nanociência e nanotecnologia no ensino médio	Douglas Alves da Silva e Queila da Silva Ferreira	Ji-Paraná (RO), 2020	Artigo	Google Acadêmico
11	Uso do método cooperativo de aprendizagem Jigsaw adaptado ao ensino de nanociência e nanotecnologia	Ilaiáli Souza Leite, Ariane Baffa Lourenço, José Guilherme Lício e Antônio Carlos Hernandez	Porto Ferreira (SP), 2013	Artigo	SciELO

Fonte: Autora, 2024.

Acima estão as informações de identificação, título e autor. Além do ano de publicação e local. Por anos as publicações em sua maioria são recentes.

Tabela 1- Trabalhos publicados.

Ano de publicação	Quantidade
2011	1
2013	2
2018	2
2019	3
2020	3

Fonte: Autora, 2024.

Pela tabela 1, observa-se que 73% das publicações são dos últimos seis anos. Isso mostra que o interesse tem sido maior por conta das inúmeras inovações no método de ensino, além de maior expressividade na necessidade em atualizar o currículo escolar para viabilizar o processo de ensino e aprendizagem. Outra informação importante a importância do Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF), pois seis trabalhos são dissertações, logo, o programa impactou para a promoção da educação científica no ensino de Física Moderna e Contemporânea do Ensino Médio.

Abaixo temos o Quadro 2, que é continuação do Quadro 1, nele são listados a metodologia e os resultados mais relevantes dos trabalhos, na ordem do quadro anterior.

Quadro 4 – Análise da metodologia e resultados dos trabalhos.

Trabalho	Métodos	Resultados
Bernardo, Guilherme Angelo Moreira et al, 2019	<p>Sequência Didática: introdução a nanociência e nanotecnologia</p> <p>Método: atividade experimental</p> <p>Amostra: 3º ano</p> <p>Instrumentos avaliativos: Questionários qualitativos, questões discursivas.</p>	<p>Analisando o público alvo, particularidades da turma, adaptou-se bem a proposta, o planejamento e execução bem-sucedido, pois ajustou-se dentro das possibilidades do local e dos discentes. Os questionários, aplicados antes e depois, mostraram aproveitamento significativo</p>
Rodrigues, Francisca Vania Pereira, 2020	<p>Sequência didática: nanociência e eletromagnetismo.</p> <p>Método: aula expositiva, atividade experimental, visita ao laboratório da UnB</p> <p>Amostra: 3º ano</p> <p>Instrumentos avaliativos: Análise textual discursiva, produção de texto com base no conteúdo e na visita feita ao laboratório de física da UnB (Universidade de Brasília).</p>	<p>Com base no texto produzido pelos alunos, visando a análise crítica do tema, não apenas a reprodução do que foi compreendido. A avaliação foi feita analisando os temas incorporados na redação, pontuando desde noções elementares a opiniões formadas sobre ciência e sociedade</p>
Prado, José Willia Santos, 2018	<p>Sequência didática conceitos sobre medições, escalas e unidades.</p> <p>Método: aula expositiva, atividade experimental, oficina de divulgação científica, oficina de debate</p> <p>Amostra: 2º ano</p> <p>Instrumentos avaliativos: Depoimentos de avaliação da proposta.</p>	<p>A proposta precisou de ajustes, pois o tempo não foi suficiente conforme o planejamento. A participação ativa dos alunos, apesar de ser uma turma grande, foi significativa. O aproveitamento de recursos lúdicos, atividades variadas para melhor envolvimento dos discentes, como jogos, vídeos. O fator desfavorável foi o tempo para aplicação de toda a proposta, tendo uma alteração na atividade avaliativa, que seria uma produção audiovisual, passou para um depoimento acerca da experiência dos alunos com a intervenção vivenciada</p>
Faria, Edvaldo Vieira, 2019	<p>Sequência Didática: a nanociência na perspectiva CTS.</p> <p>Método: aula expositiva, atividade em grupo, debate, visita de especialista em nanomagnetismo</p> <p>Amostra: 3º ano</p>	<p>Promoção da educação científica e cidadã. Proposta para desenvolvimento crítico dos alunos em relação aos impactos da ciência perante a sociedade e ambiente. Demonstrando conhecimentos prévios acerca da nanociência, ao longo do processo levantaram questionamentos importantes conforme o ob-</p>

	Instrumentos avaliativos: participação ativa, debates sobre o assunto tratado nas aulas, questionários.	jetivo do trabalho e ao final avaliaram a atividade e as percepções que tiveram durante o processo
RIBEIRO, A. DA C. et al, 2021	Obtenção de nanopartículas com materiais de baixo custo. Abordagem CTSA Método: aula expositiva, prática experimental Amostra: 1° ano Instrumentos avaliativos: questionários, aplicado antes e depois da atividade para avaliar o desempenho da proposta no processo de ensino e aprendizagem.	Analisado do conteúdo abordado. Inicialmente analisou os conhecimentos prévios dos alunos através de um questionário, que resultou em noção quase nula a respeito do tema citado. A atividade prática entusiasmou os discentes, que se mostraram desafiados e satisfeitos com o resultado após o experimento. E por fim no questionário final (o mesmo do início) ficou evidente a compreensão do assunto através das respostas coerentes, em sua maioria. A prática possibilitou maior assimilação de conteúdo pela participação ativa de todos os envolvidos no processo de ensino e aprendizagem
Granada, Mateus de Almeida, 2011	Abordagem de Propriedades ópticas por meio da nanociência Método: módulos didáticos em site, recursos de mídias Amostra: 3° ano Instrumentos avaliativos: Mapa Conceitual	A proposta é voltada para a autonomia do aluno, em que o acesso ao site com os módulos didáticos elaborados, o mesmo conectou-se sem dificuldade, pois a interface mostra a organização dos assuntos. Uso de recursos visuais para visualização do fenômeno. O professor media o processo, os estudantes participaram ativamente da construção do próprio conhecimento, desenvolvendo conteúdo com base no estudo dos módulos. O uso de mapas conceituais para avaliar o processo de aprendizagem organizando e relacionando os temas de forma estruturada e com maior facilidade de assimilação cognitiva por parte do indivíduo
ALVES, J. V.; LIMA, M. C. A., 2018	Sequência Didática sobre noções básicas da escala nanométrica, os avanços tecnológicos e implicações sociais, abordagem CTS. Método: aula expositiva, atividade experimental, discussões Amostra: 2° ano Instrumentos avaliativos: questionários de sondagem e avaliação da compreensão após a aplicação da atividade	A sondagem inicial mostrou que o pouco conhecimento sobre nanotecnologia é atrelado a informações de meios midiáticos. Durante o processo foi observado dificuldade de conhecimentos básicos, como notação científica ou noção de dimensão, importante para entender o nano. As discussões foram ainda superficiais evidenciando a necessidade de aprofundar mais em temas contextualizado para melhor compreensão e desenvolvimento do raciocínio crítico do discente diante do que foi exposto. Isso repercutiu nas respostas dos questionários, principalmente quanto as desvantagens da nanotecnologia
Correia, Eduardo Pinheiro, 2020	Sequência didática sobre inserção nanociência e nanotecnologia (N&N) na Física Moderna e Contemporânea	A proposta foi realizada com base na aprendizagem significativa. Durante o processo de aplicação das atividades foi realizado teste de sondagem através de questionários e após a apresentação expositiva do conteúdo, no qual gerava questionamentos e dúvidas dos

	<p>Método: aula expositiva, atividade experimental, recursos audiovisuais (filmes), simuladores virtuais</p> <p>Amostra: 3º ano</p> <p>Instrumentos avaliativos: observações feitas através da participação das atividades</p>	<p>alunos. Eram realizados debates, participação ativa. Um ponto importante foi o crescente interesse dos discentes durante o processo. O conteúdo relacionava com temas vistos em outras disciplinas como química, relacionando ao aprendizado já adquirido, mesmo que básico</p>
GAMA, Cátia Fernandes, 2013	<p>Sequência didática: introdução a nanociência e impactos da nanotecnologia com foco em nanoestruturas de carbono</p> <p>Método: recursos audiovisuais, atividade experimental, resolução de problemas, e feira de ciência (sugerida pelos alunos)</p> <p>Amostra: 1º ano e 2º ano</p> <p>Instrumentos avaliativos: análise e discussões de vídeos e textos científicos.</p>	<p>Durante a realização das atividades foi realizado experimentos simples, como medidas de objetos ou estimular a pensar como poderia medir dimensões pequenas. Uma forma de compreender o quão pequeno era a escala nano. Além de prática experimental, os debates desenvolvidos sobre os questionamentos que surgiram. As discussões com base nos vídeos e textos mostrando curiosidade e interesse dos mesmos, isso estimulando a participação ativa e recorrente durante todas as atividades. Por fim, partindo dos alunos a ideia de divulgar o que foi estudado através de uma feira de ciência para os demais colegas. Durante a execução do projeto sempre reforçando o que havia aprendido do conteúdo. O projeto atingiu resultado satisfatório conforme os objetivos.</p>
DOUGLAS, S.; FERREIRA, S, 2022	<p>Relação entre educação e tecnologia a partir de temas já previstos nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) de física do ensino médio</p> <p>Método: uso de cartilha, bingo didático</p> <p>Amostra: 3º ano</p> <p>Instrumentos avaliativos: questionário aplicado antes e depois da atividade proposta. Além da participação durante as discussões nas aulas.</p>	<p>O conteúdo foi exposto através da cartilha, que introduziu os conceitos, para servir de base para o jogo do bingo da nanotecnologia. No processo, os alunos trabalharam em equipes, estimulando a interação e discussões em grupo. Foi proposto uma situação problema para que solucionasse com pouca participação do professor, encorajando a autonomia do aluno no processo de aprendizagem. Os questionários foram aplicados antes e depois para comparar os efeitos da intervenção para o aprendizado dos alunos. Tanto o interesse no tema, levantamento de questões a participação ativa durante as atividades revelaram êxito da proposta.</p>
LEITE, Ilaiáli Souza et al, 2014	<p>Minicurso de difusão científica utilizando texto científicos.</p> <p>Método: aula expositiva, recursos audiovisuais, jogos didáticos</p> <p>Amostra: ensino médio</p> <p>Instrumentos avaliativos: método jigsaw (atividade colaborativa), questionário e discussão.</p>	<p>O método para aplicação da oficina buscou trabalhar a cooperação entre os estudantes e também que compreendessem o papel importante que cada um tem para eficácia do trabalho. O trabalho com texto de divulgação científica, proporcionou maior estímulo nas discussões sobre o tema. Foi analisado o conteúdo trabalhado, aplicando um questionário que foi discutido entre os discentes. Isso revelou uma compreensão dos conceitos como também dos aspectos socioambientais relativo a tecnologia, nas discussões obser-</p>

		vou que os alunos desenvolveram posicionamento crítico em relação aos temas socioambientais dos impactos dessa tecnologia
--	--	---

Fonte: Autora, 2024.

Nas informações do Quadro 4, são verificados os métodos e as repercussões de cada intervenção, além de determinar o público ao qual foi submetido as propostas. Nelas pode-se conhecer a forma como é conduzida na maioria dos processos de ensino e aprendizagem e como esse modelo de ensino é visto pelos estudantes através de avaliações qualitativas, que no geral pode-se observar no processo de execução.

Pela escolha de temas de N&N, pode-se perceber que a formação prévia auxilia na compreensão de vários conceitos ou teorias já mencionadas durante a formação. As propostas trabalhadas sempre procurando abordar de maneira mais introdutória o assunto N&N, com aplicações visuais para compreender como a tecnologia está inserida no contexto social, além de mencionar as implicações com intuito de desenvolver o senso crítico com base nas informações elencadas durante o processo de aprendizagem.

As metodologias que estão em ascensão são as que enfatizam o papel protagonista do aluno. O método predominante nas aplicações pedagógicas foi o ensino Construtivista, que promove o papel do aluno como centro do processo de ensino e aprendizagem, enquanto o professor será o mediador do processo. Como foi relatado pelos autores, nas intervenções aplicadas o processo rompeu o ensino tradicional e estabeleceu-se o ensino com metodologias ativas. Trabalhou-se com método da SAI, Prática experimental, Oficina pedagógica, Recursos de mídias. Por trabalhar com a SD, os trabalhos incorporaram diversas formas de abordar o conteúdo, isso é necessário para maior engajamento da turma, quando trabalhado apenas um método de ensino, alguns estudantes terão maior desempenho que outros, quando trabalha-se métodos diversos terá maior envolvimento de toda a turma e conseqüentemente desempenho satisfatório da maioria da turma.

A escolha de turma para aplicar a atividade, realizado no ensino médio, em que a disciplina de Física integra. Em maioria, as turmas de terceiro ano receberam essas propostas, por razões como familiaridade com os assuntos do currículo da disciplina, pois trata-se do último ano de ensino básico, e por ter um desenvolvimento do pensamento crítico em consequência também da idade, geralmente maiores de dezoito anos.

Os autores iniciaram a aplicação da proposta com a avaliação diagnóstica, pois através do primeiro questionário, as dificuldades ou conhecimentos prévios são conhecidos pelo docente. Com isso o planejamento das atividades podem ser guiados ou ajustados por essa avaliação. Por fim, quando aplicado novamente mostrará quais conhecimentos foram melhores assimilados e com isso compreender quais atividades influenciaram nesse processo, quais métodos foram mais eficazes e o que pode ser melhorado nas próximas aplicações.

Para o relato dos resultados pelos autores, foi proposto a avaliação através da análise de desempenho dos estudantes. Esses resultados em maioria foi explorado pelos questionários aos quais os discentes foram submetidos. Realizados inicialmente e posteriormente a aplicação da proposta de ensino. E quando comparados, sempre mostrou resultados satisfatórios. Isso implica que os temas abordados foram, quase sempre, compreendidos por eles. Nem todos utilizaram o questionário no final para comparação, como: trabalho 2: Produção de texto; trabalho 3: Depoimentos dos alunos; trabalho 6: Mapa Conceitual; trabalho 8: Participação durante as aulas; trabalho 9: Discussões. Logo, amplia as opções de avaliar o desempenho dos discentes.

Pelos resultados dos trabalhos, notamos que as metodologias buscaram inserir o aluno e promover a participação ativa, a realização das atividades, a observação dos fenômenos através de atividades experimentais se geraram uma reação de entusiasmo pelo desafio de estar atuando diretamente no processo de aprendizagem e não de forma passiva comum no método tradicional.

Todos os trabalhos inseriram a N&N nas aulas de Física do Ensino Básico. Os temas trabalhados foram, de maneira geral, novos aos alunos, mas durante as atividades mesmo diante de dificuldades sempre obteve-se bons resultados.

Ressaltamos que as pesquisas foram qualitativas, buscando sempre analisar o desempenho, interesse e participação dos estudantes, durante o processo, além de trabalhar o olhar crítico e cidadão por estar abordando tecnologias utilizadas no cotidiano e suas consequências.

Para mapear as atividades desenvolvidas nas intervenções aplicadas, foi elaborado o Quadro 5, que mostra além das atividades a frequência que foram inseridas nas metodologias das práticas em sala de aula.

Quadro 5 – Atividades trabalhadas nas intervenções.

Atividades mais realizadas nas intervenções	Quantidade	Atividades menos realizadas nas intervenções	Quantidade
Aula expositiva	8	Visita ao laboratório	1
Experimento	7	Visita de especialista	1
Recursos Audiovisuais – Filmes, vídeos	4	Simuladores virtuais	1
Debate/Discussões	3	Módulo didático em site	1
Oficina de divulgação científica/Feira de ciência	2	Jogo didático	1
-	-	Bingo didático	1
-	-	Resolução de exercícios	1

Fonte: Autora, 2024.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho aqui realizado trata de uma revisão sistemática da literatura, cujo o objetivo foi a busca por trabalhos primários, intervenções realizadas em sala de aula, sobre a inserção da nanotecnologia nas aulas de Física do Ensino Médio.

Foi escolhidos descritores, palavras chaves conforme o objetivo escolhido, e pesquisado nas bases de dados selecionadas de acordo com o tema de interesse e em que publicam trabalhos conforme o tema aqui tratado. Para a seleção e elegibilidade os trabalhos foram submetidos a um protocolo de inclusão e exclusão, criado com base no objetivo pretendido.

Com isso, chegou-se a onze trabalhos brasileiros sobre a inserção da Nanotecnologia e Nanociência nas aulas de física do ensino básico. Todos foram aplicados em turmas do ensino médio, com objetivos específicos e metodologias ativas, além do relato dos resultados.

Dentro da análise dos trabalhos, foi observado que houve distintas maneiras de abordar o tema, o uso de atividade prática, estudo de artigos científicos, além de produções como forma de avaliar o desempenho deles no decorrer das atividades.

Importante compreender que todos obtiveram resultado satisfatório evidenciando que apesar de ser um tema mais atualizado e com diversas áreas relacionadas, foi compreendido pelos estudantes por ter uma abordagem mais dinâmica, que utiliza de recursos práticos, e exemplos de aplicações na sociedade atual. O interesse dos discentes mostra que não há assunto difícil quando se utiliza métodos de ensino e aprendizagem que buscam interagir os conceitos trabalhados com situações do mundo real ou contextualização dentro do que é vivenciado por eles.

Por fim, compreende-se que a barreira para a inserção de temas de Física Moderna e Contemporânea é a falta de preparo em lidar com uma metodologia nova, e também a motivação para agregar valor ao conhecimento.

Uma dificuldade que foi relatada pelos autores das intervenções trata-se da base da física clássica, até mesmo conceitos matemáticos não serem dominados por grande parte dos estudantes, então isso requer ajustes na proposta e também uma revisão incorporada no planejamento como forma de facilitar o caminho para aprendizagem do conteúdo proposto.

Apesar desses pontos gerais, pode-se visualizar a existência de profissionais dispostos a romper o método conservador, por ter compreendido que o protagonista no processo de ensino e aprendizagem é o aluno. Então, o mundo e a realidade se modificam e com o indivíduo

também, não apenas por razões romantizadas de uma educação salvadora do mundo, mas racionais com base em uma compreensão do mundo e das mudanças que nela ocorrem, além de participar da tomada de decisão como cidadão, que integra a sociedade e contribui para o funcionamento dela.

A abordagem da temática Nanotecnologia nas aulas de Física amplia a visão da área para além de apenas uma disciplina obrigatória no Ensino Médio. Ao mostrar que a Física é uma forma de ler os fenômenos naturais, levando em consideração todo estudo desenvolvido desde a física clássica até a contemporânea, ressaltando que o aprendizado não se trata de saber sobre, mas compreender e ler o mundo através dela, isso é resultado do desenvolvimento tecnológico. Hoje existem maneiras mais práticas para realizar tarefas que antes levariam um tempo absurdo. Por isso, o ensino também deve evoluir e transcender a novos meios e formas de abordagem e aplicação.

Com base nessa revisão é possível conhecer os trabalhos que melhor se enquadra para abordar o tema N&N nas aulas de física. Podem ser utilizados como modelos para outras propostas ou adaptados a realidade da instituição na qual o professor deseja abordar esse conteúdo. Acentuando que o intuito dessa revisão é conhecer as diferentes formas que foi abordado o tema Nanotecnologia e Nanociência e os aspectos do método e resultado relatados pelos autores.

6. REFERÊNCIAS

- ALVES, J. V.; LIMA, M. C. A. Uma abordagem sobre nanociência e nanotecnologia na educação básica. *Ensino & Multidisciplinaridade*, São Luís, v. 4, n. 2, p. 33–52, 2018.
- ALVETTI, Marco Antônio Simas et al. Ensino de física moderna e contemporânea e a Revista Ciência Hoje. Florianópolis: UFSC, Programa de Pós-Graduação em Educação, 1999.
- ANTUNES FILHO, S.; BACKX, B.P. Nanotecnologia e seus impactos na sociedade. *R. Tecnol. Soc.*, Curitiba, v. 16, n. 40, p. 1-15, abr/jun. 2020.
- BAENA, Cristina Pellegrino. REVISÃO SISTEMÁTICA E METANÁLISE: PADRÃO OURO DE EVIDÊNCIA? META-ANALYSIS AND SYSTEMATIC REVIEW: IS IT GOLD-STANDARD? *Rev. Med. UFPR*, v. 1, n. 2, p. 71-74, 2014.
- BERNARDO, Guilherme Angelo Moreira et al. A ciência do surpreendentemente pequeno: uma sequência didática para a nanociência e nanotecnologia no ensino médio. 2019.
- BRASIL. Ministério da Educação. Portaria nº 521, de 13 de julho de 2021. Institui o Cronograma Nacional de Implementação do Novo Ensino Médio. Disponível em: <https://bit.ly/3zbG1Fl>. Acesso em: 1 abr. 2024.
- CAMPOS, a. f. m. de; CAETANO, l. m. d.; GOMES, v. m. l. r. Revisão sistemática de literatura em educação: características, estrutura e possibilidades às pesquisas qualitativas. *Linguagens, educação e sociedade*, v. 27, n. 54, p. 139–169, 2 jun. 2023.
- CASARIN, S. T. et al. Tipos de revisão de literatura: considerações das editoras do *Journal of Nursing and Health* / Types of literature review: considerations of the editors of the *Journal of Nursing and Health*. *Journal of Nursing and Health*, v. 10, n. 5, 30 out. 2020.
- CASTRO, Aldemar Araujo. Revisão sistemática: análise e apresentação dos resultados. São Paulo, 2001.
- CORDEIRO, Alexander Magno et al. Revisão sistemática: uma revisão narrativa. *Revista do colégio brasileiro de cirurgiões*, v. 34, p. 428-431, 2007.
- DA SILVA, Edison. (2008). Nanociência: a próxima grande idéia?. *Revista USP*. 78. 10.11606/issn.2316-9036.v0i76p78-87.
- DONATO, Helena; DONATO, Mariana. Etapas na condução de uma revisão sistemática. *Acta Médica Portuguesa*, v. 32, n. 3, p. 227-235, 2019.

DOUGLAS, S.; FERREIRA, S. Uso de metodologia ativa para o ensino de Nanociência e Nanotecnologia (N&N) no ensino médio. Zenodo (CERN European Organization for Nuclear Research), 15 mar. 2022.

ELLWANGER, Anderson Luiz; MOTA, Ronaldo; FAGAN, Solange Binotto. Abordagem de nanociência no ensino médio. VIDYA, v. 34, n. 1, p. 13-13, 2014.

ERCOLE, Flávia Falci; MELO, Laís Samara de; ALCOFORADO, Carla Lúcia Goulart Constant. Revisão integrativa versus revisão sistemática. Reme: Revista Mineira de Enfermagem, v. 18, n. 1, p. 09-11, 2014.

FARIA JUNIOR, Edvaldo Vieira. Nanociência no Ensino Médio: potencialidades da educação CTS. 2019.

GALVÃO, Maria Cristiane Barbosa; RICARTE, Ivan Luiz Marques. Revisão sistemática da literatura: conceituação, produção e publicação. Logeion: Filosofia da informação, v. 6, n. 1, p. 57-73, 2019.

GALVÃO, Taís Freire; PANSANI, Thais de Souza Andrade; HARRAD, David. Principais itens para relatar Revisões sistemáticas e Meta-análises: A recomendação PRISMA. Epidemiologia e serviços de saúde, v. 24, p. 335-342, 2015.

GAMA, Cátia Fernandes. Uma proposta para o ensino de nanociência e da nanotecnologia, nas aulas de física do ensino médio. 2013. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

GRANADA, M. de A. et al. Propriedades ópticas de materiais no Ensino Médio por meio da Nanociência. 2011. 93 f. 2016. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física e de Matemática)–Centro Universitário Franciscano, Santa Maria, 2011.

LEITE, Ilaiáli Souza et al. Uso do método cooperativo de aprendizagem Jigsaw adaptado ao ensino de nanociência e nanotecnologia. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 35, p. 4504, 2014. PEREIRA, Mauricio Gomes; GALVÃO, Taís Freire. Extração, avaliação da qualidade e síntese dos dados para revisão sistemática. Epidemiologia e serviços de saúde, v. 23, p. 577-578, 2014.

LIMA, Maria Consuelo A.; DE ALMEIDA, Maria José PM. Articulação de textos sobre nanociência e nanotecnologia para a formação inicial de professores de física. Revista brasileira de Ensino de Física, v. 34, p. 4401, 2013.

OLIVEIRA, F. F. DE; VIANNA, D. M.; GERBASSI, R. S. Física moderna no ensino médio: o que dizem os professores. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 29, n. 3, p. 447–454, 2007.

PRADO, José Willia Santos. *MEDIÇÕES EM NANO-ESCALA: Uma proposta de introdução ao ensino de Nanociência e Nanotecnologia no Ensino Médio*. 2018.

RIBEIRO, A. DA C. et al. Obtenção de nanopartículas magnéticas utilizando materiais do cotidiano: síntese, caracterização e abordagem didática para o ensino médio. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 43, 2021.

RODRIGUES, Francisca Vania Pereira. *Desmistificando a neutralidade da ciência e da tecnologia: uma proposta sobre nanociência*. 2020.

SAMPAIO, Rosana Ferreira; MANCINI, Marisa Cotta. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, v. 11, p. 83-89, 2007.

SANTOS, Cristina Mamédio da Costa; PIMENTA, Cibele Andrucioli de Mattos; NOBRE, Moacyr Roberto Cuce. A estratégia PICO para a construção da pergunta de pesquisa e busca de evidências. *Revista latino-americana de enfermagem*, v. 15, p. 508-511, 2007.

TOMKELSKI, Mauri Luís; SCREMIN, Greice; FAGAN, Solange Binotto. Ensino de Nanociência e Nanotecnologia: perspectivas manifestadas por professores da educação básica e superior. *Ciência & Educação (Bauru)*, v. 25, p. 665-683, 2019.