

## **Nanociência e Nanotecnologia: perspectivas docentes para o ensino e aprendizagem através da implementação de projetos transdisciplinares para o ensino médio**

### **Nanoscience and Nanotechnology: teaching perspectives for teaching and learning through the implementation of transdisciplinary projects for high school**

DOI:10.34117/bjdv9n3-154

Recebimento dos originais: 17/02/2023

Aceitação para publicação: 17/03/2023

#### **Eleneide Menezes Alves**

Doutoranda em Educação em Ciências Química da Vida e Saúde pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Instituição: Secretaria de Educação de Pernambuco

Endereço: Av. Paulo Gama, 110, Farroupilha, Porto Alegre - Rio Grande do Sul,  
CEP: 90040-060

E-mail: eleneidemenezes@gmail.com

#### **Roniere dos Santos Fenner**

Doutorado em Educação em Ciências Química da Vida e Saúde Universidade Federal de Santa Maria (UFSM – FURG)

Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Endereço: Av. Paulo Gama, 110, Farroupilha, Porto Alegre - Rio Grande do Sul,  
CEP: 90040-060

E-mail: roniere.fenner@ufrgs.br

#### **Romildo de Albuquerque Nogueira**

Pós-doutorado em Sistemas Complexos pela Florida Atlantic University

Instituição: Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

Endereço: Rua dom Manoel de Medeiros, S/N, Dois Irmãos, Recife – PE,  
CEP: 52171-900

E-mail: nogromildo@gmail.com

#### **RESUMO**

A Nanobiotecnologia é uma temática que não é contemplada adequadamente nos livros didáticos da educação básica e, portanto, tem sido raramente objeto de abordagem docente. Nessa pesquisa, buscamos identificar como tem sido trabalhada a formação dos professores para desenvolverem essa temática em sala de aula. A metodologia usada foi a realização de uma revisão de literatura sobre nanociência e nanotecnologia focada em documentos acadêmicos referenciados através dos bancos de dados da Scielo, Google Acadêmico e Science Direct. Na análise dos documentos criamos categorias de análise, tais como: resultados obtidos, metodologia empregada, autores, desenvolvimento do trabalho e importância dada à formação docente para o ensino da nanobiotecnologia. A pesquisa bibliográfica permitiu identificar que a formação de professores foi mencionada em alguns trabalhos, mas não foi exatamente o objeto de pesquisa.

**Palavras-chave:** nanociência, nanotecnologia, formação docente.

## **ABSTRACT**

Nanobiotechnology is a theme that is not adequately contemplated in the textbooks of basic education and, therefore, has rarely been the object of a teaching approach. In this research, we seek to identify how teacher training has been worked to develop this theme in the classroom. The methodology used was to conduct a literature review on nanoscience and nanotechnology focused on academic documents referenced through the databases of Scielo, Google Academic and Science Direct. In the analysis of the documents, we created categories of analysis, such as: results obtained, methodology employed, authors, development of the work and importance given to teacher training for the teaching of nanobiotechnology. The bibliographic research allowed us to identify that teacher education was mentioned in some studies, but it was not exactly the object of research.

**Keywords:** nanoscience, nanotechnology, teacher education.

## **1 INTRODUÇÃO**

A educação é o meio mais importante para mudarmos a sociedade. É exatamente por esta razão, que o campo educacional aspira mudanças para se adequar aos novos tempos. Tempos estes marcados pela tecnologia cada vez mais presente nos espaços educacionais, sociais e institucionais. É importante frisar que os meios tecnológicos não estão limitados aos aspectos audiovisuais, telemáticos e outros, mas contemplam uma ampla possibilidade de amplificação do conhecimento.

É interessante destacar que a própria afluência à tecnologia, comunicação, e informação é uma característica do mundo hodierno, quando consideramos os problemas de grande importância no que se refere ao processo de formação das competências do professor.

O saber pensar e o aprender a aprender são competências necessárias na construção dos saberes e dependem fundamentalmente da habilidade de comunicação e da elaboração de uma didática própria a partir do empenho dos educadores. Além disso, essas características são qualidades humanas necessárias na intervenção e na inovação de práticas pedagógicas diferenciadas.

Quando falamos em construção dos saberes estamos nos referindo ao esforço constante de buscar novas possibilidades e descobertas para trabalhar os conteúdos curriculares. Nesse sentido o processo reconstrutivo supõe que o conhecimento sendo inovador, traz uma nova forma de avanço, progresso e evolução.

Neste contexto, a própria forma de educar ou construir o conhecimento no âmbito escolar perpassa pelo reconhecimento de que os saberes são interdependentes, dependendo do nível de realidade que estamos focando o estudo. Segundo Moran (2000) a educação tem como princípio não apenas o estudo, mas relacionar ensino e vida, conhecimento e ética, reflexão e ação e uma visão da totalidade. Assim um mesmo tema pode ser ensinado/aprendido com vários enfoques científicos, visando uma aprendizagem significativa de temáticas relevantes para a compreensão de novas tecnologias vigente na atualidade, tais como a Nanociência e a Nanotecnologia, que apesar da sua importância ainda são bastante desconhecidas pelos educandos e pelos próprios docentes no ensino médio.

As transformações visíveis em nossa sociedade nos tempos atuais estão diretamente relacionadas às tecnologias com avanços científicos, a produtividade e economia, influenciadas pela globalização e as mudanças ambientais que interferem significativamente na vida de todos, principalmente, dos educandos, provocando o surgimento de padrões sociais, modo de vida, ideias e pensamentos, bem como uma nova forma de ver e sentir o planeta.

A partir dessa compreensão, percebemos como são importantes a consolidação dos saberes e aprofundamento do conhecimento no Ensino Médio. Além disso, o desafio que se apresenta diz respeito ao planejamento de novas formas de aprendizagem e ações que consolidem a educação seja mediada e intencional, a fim de promover as interações sociais e com o mundo.

A flexibilização do currículo, permite buscar alternativas de desenvolvimento dos conteúdos curriculares em contrapartida ao ensino tradicional que ainda se consolida nas escolas, apesar da proposta do Novo Ensino Médio. É muito importante permitir que nossos educandos e professores façam escolhas que garantam autonomia em relação à aprendizagem, contribuindo assim para uma formação educativa mais interessante.

Portanto, quando se pensa em melhoria da educação, temos que considerar os desafios que são impostos ao processo ensino aprendizagem. Sem dúvida, um desses desafios é necessidade de contextualização em substituição a fragmentação do conhecimento.

Outro desafio a enfrentar está relacionado a complexidade da docência, que implica na relação teoria e prática. Os professores são considerados os profissionais da reflexão, dos questionamentos e influências de opinião. Assim sendo, o docente sempre

será o profissional pesquisador, imbuído de correlacionar ensino aprendizagem e currículo (COSTA, 2023).

Nesse sentido, desenvolver temática como a Nanobiotecnologia, é bastante interessante, tendo em vista a riqueza de saberes intrínsecos e alinhados com esse conteúdo. Trabalhar em sala de aula um tema tão abrangente é considerar as inúmeras expectativas geradas e ampliar as possibilidades didáticas do professor.

A Nanobiotecnologia é uma temática, que principalmente, em nível de Ensino Médio, não é contemplada diretamente nos livros didáticos e, portanto, tem sido raramente objeto de abordagem docente. Portanto, os professores precisam buscar outras formas de analisar essa temática desenvolvendo a mesma, por exemplo, em um contexto Transdisciplinar.

A Nanobiotecnologia é transdisciplinar pela própria natureza de abrangência do tema e por esta razão propomos uma abordagem desse tema em sala de aula a partir da pedagogia de projetos transdisciplinares (PPT). Contudo, uma prática docente com base em PPT só é possível através de uma formação adequada do professor para implementação dessa pedagogia.

Neste artigo faremos uma análise bibliográfica de alguns trabalhos sobre a prática docente do processo ensino-aprendizagem da Nanociência e Nanotecnologia no Ensino Médio, visando identificar o estado-da-arte sobre este tema, bem como analisar metodologias aplicadas, formas de abordagens, avaliações e resultados obtidos. Esta pesquisa é um primeiro passo para a nossa proposta de implementar uma formação docente voltada para o ensino da Nanobiotecnologia.

## 2 A NANOTECNOLOGIA

Nanotecnologia é uma ciência não amplamente conhecida e aborda o estudo da alteração da matéria em termos atômicos e moleculares. As estruturas da matéria são medidas em nanômetros, sendo este equivalente à bilionésima parte do metro ( $1\text{nm}=1\times 10^{-9}\text{m}$ ).

O termo nano vem do grego e faz alusão a anão, uma palavra associada a tecnologia. Não se trata de uma ciência pura, mas multidisciplinar e de natureza complexa. Sendo assim, na elaboração e produção de um único produto, encontraremos a contribuição de áreas como química, física, biologia, matemática, computação e muitas outras.

A nanotecnologia representa o futuro da terra. Esta ciência junto a biotecnologia pode aparentar uma certa complexidade no entendimento. Mas na realidade é um saber como os outros e que obedece os mesmos critérios como investigação, testes e conclusões. Com relação a aplicação, objetivam a análise das propriedades dos materiais, estrutura física e química, mecânica e computação.

A biotecnologia como sugere a própria nomenclatura, compreende as psquisas com a vida orgânica e a engenharia de bioprocessamento, o que envolve tecnologia de complexidade e áreas como a biologia, medicina e outras múltiplas disciplinas. Especificamente a biotecnologia realiza pesquisa a partir da cultura de tecidos e estrutura biológica existente, como propósito de trazer melhorias e concertos.

A biotecnologia está alicerçada nas ciências biológicas e suas respectivas sub áreas, como genética, microbiologia, cultura de células da fauna e lora, biologia molecular, bioquímica, embriologia e biologia de células. Necessariamente, a biotecnologia compreende o estudo detalhado do DNA de todos os seres vivos.

Aprender sobre a importância da nanotecnologia e biotecnologia, implica em reconhecermo que a natureza apresenta muitos segredos a serem descobertos. Uma vez desvendados esses segredos, podemos aplicá-los na resolução de problemas e melhorias em diversos campos, inclusive a nível do próprio tempo dimensional nano e assim começar a observar o que existe abaixo dos segundos.

A nanotecnologia trará a esse século, transformações muito relevantes, não só referentes as coisas e produtos como os conhecemos, mas também em relação ao nosso próprio corpo. Nesse sentido, mudando a nossa velocidade de visão com as ciências nanotecnologia e biotecnologia, não faremos parte de projetosde icção mas de uma evolução que se processa a cada instante.

A Nanotecnologia é aplicada pela humanidade a milhares de anos. No entanto, somente a partir do discurso de Richard Feynman, nos anos 50, que considerou a possibilidade de manipulação atômica, sob a perspectiva nanométrica é que a nanotecnologia passou a ser objeto de estudo da ciência. Em suas palavras, Feynman frisou a existência de muitos espaços livres nos atômos.

Uma abordagem mais clara sobre o que é a nanotecnologia encontramos no texto abaixo:

Nanotecnologia são o design, caracterização, produção e aplicação de estruturas, dispositivos e sistemas pela manipulação controlada do tamanho e forma na escalananométrica (1-100nm) que produz estrutura, dispositivos e

sistemas com pelo menos uma característica ou propriedade nova, superior as estruturas convencionais (BAWA, 2005, p.136).

A Nanotecnologia atualmente contempla muitas áreas dos saberes, como física, química, biologia, medicina, saúde, indústria, engenharia de materiais entre outras.

Diante dessa ampla possibilidade de comunicação entre as ciências, compreendemos que é imprescindível que não haja hierarquias disciplinares, mas sim cooperação e complementariedade entre as mesmas.

Sendo assim, a interação entre as disciplinas pode ser reconhecida a partir da interação entre a Nanotecnologia associada à Biologia e acreditamos, portanto, ser a Nanobiotecnologia uma temática com possibilidades de ser discutida com grande êxito em práticas transdisciplinares, e que pelo fato de ser um conhecimento relativamente recente, o professor pode ter acesso a essa temática por meio de TDC (textos de divulgação científica), além das teorias dos autores engajados na pesquisa do Pensamento Complexo e Transdisciplinaridade e assim inseri-las em sua prática pedagógica.

A transdisciplinaridade reconhece a disciplinaridade e outras formas de diálogo entre as diversas áreas do saber, mas, aspira segundo os pesquisadores mostrar uma nova possibilidade de compreensão do conhecimento. Segundo Nicolescu, compreender a transdisciplinaridade é considerar que: “seu objetivo é a compreensão do mundo presente para o qual um dos imperativos é a unidade do conhecimento” (NICOLESCU, 1999, p.46).

Na atualidade, encontramos trabalhos de pesquisa de profissionais das mais diversas áreas do conhecimento, envolvidos em discussão sobre essa temática. Em educação, é uma prática viável para a comunicação e reconstrução dos saberes. É interessante ressaltar que o acúmulo de conteúdos, através da sala de aula, não garante o desenvolvimento pessoal e de valores de nossos educandos. De acordo com Ronca a transdisciplinaridade contempla um conhecimento total, mais amplificado e completo (RONCA, 2001).

Para a educação, a transdisciplinaridade aspira:

O grau máximo de relações entre as disciplinas, de modo que chega a ser uma integração global dentro de um sistema totalizador. Esse sistema facilita uma unidade interpretativa como objetivo de constituir uma ciência que explique a realidade sem fragmentações (ZABALLA, 2002, p.34).

A história das ciências apresenta antagonismos, assim como a fragmentação das disciplinas. É necessário, uma abordagem de caráter global, que possa compreender não apenas os saberes, mas o próprio ser humano e suas relações com o meio. Partindo dessa

perspectiva, percebemos a importância do ensino de Biologia em um contexto transdisciplinar, visto que os objetivos oriundos dessa disciplina não são apenas formar os educandos, mas possibilitar o entendimento do modelo científico adequado a cada fenômeno, como também todos os processos que facilitam e estão inclusos nos caminhos que o levam à sua aprendizagem.

### **3 PROJETOS TRANSDISCIPLINARES NO ENSINO DA NANOBIOTECNOLOGIA**

Uma vez abordados de forma breves possíveis significados e os fundamentos da transdisciplinaridade, é importante ressaltar os aspectos concernentes à sua aplicação no âmbito escolar. O argumento mais significativo refere-se à própria organização do currículo por disciplina. Nesse sentido, considera-se a estabilidade organizacional oferecida pela prática disciplinar (HERNÁNDEZ, 1998).

Sendo assim, para que a prática transdisciplinar seja possível é necessário investir na formação continuada dos professores, com ênfase na leitura e diálogo. O desenvolvimento de projetos transdisciplinares com a tema Nanobiotecnologia, poderá trazer uma nova ótica da tecnologia e da prática docente.

Trabalhar com projetos significa: “Autonomia, envolvimento e cooperação que são competências que possibilitam a uma escola, a um professor praticar algo na direção dessa pedagogia diferenciada, que trabalha múltiplos encaixes e posições em favor da inclusão dos educandos com suas diferenças e singularidades” (MACEDO, 2005, p.75).

Considerando essa abordagem, é interessante pensar na possibilidade de inserção de temáticas atualizadas como a Nanobiotecnologia em um contexto de pedagogia por projetos transdisciplinares. Adotar essa prática diferenciada significa rever uma série de aspectos, principalmente o papel do educador no contexto da sala de aula. Ao assumir o papel de aprendiz o educador evidencia mudança de postura e privilegia a interação entre docente e educando. Nesse contexto, a prática docente diferenciada passa a favorecer o processo de ensino-aprendizagem.

É interessante ressaltar também o papel social do professor diante das inovações tecnológicas que se constituem necessárias ao exercício da profissão. Nesse aspecto, cabe aos docentes através da formação pedagógica, mostrarem através de sua didática de sala de aula, não apenas o aprendizado que os tornaram relexivos, críticos e detedores de saberes pessoais, mas as habilidades para potencializarem todo esse conhecimento para a melhoria do processo de ensino aprendizagem (COSTA et al., 2023).



Para priorizar o processo ensino aprendizagem e a prática de novas metodologias, é necessário relacionar as características de um projeto a ser adotado no meio educacional. Alguns pontos são essenciais no desenvolver de um projeto, para que este realmente se constitua como projeto e não seja confundido com outras metodologias de trabalho escolar.

Consideramos, então como prioridade: iniciar o projeto a partir de um tema ou problema discutido com a turma; começar a pesquisa; investigar e selecionar fontes de informação; considerar critérios de ordenação e interpretação de fontes; anotar novas dúvidas e perguntas; relacionar com a pesquisa de outros problemas; representar o processo de elaboração dos saberes que foi previsto; recapitular e avaliar o que foi aprendido (HERNANDEZ, 1998).

Trabalhar com projetos transdisciplinares implica no reconhecimento de uma nova postura ante a integração de diferentes saberes, com uma metodologia peculiar, apontando para a descaracterização das disciplinas e construção de uma nova abordagem do conhecimento.

Adotar uma prática diferenciada em uma perspectiva transdisciplinar significa rever uma série de aspectos, principalmente o papel de educador no contexto da sala de aula. Ao assumir o papel de aprendiz, o professor evidencia mudança de postura e privilegia a interação entre educador e educando. Nesse contexto, a prática docente diferenciada passa a avorecer o processo de ensino aprendizagem.

Alguns argumentam que uma integração de várias disciplinas num só tema, conduz à redução significativa dos conteúdos que deveriam ser abordados no decorrer do curso; outros direcionam suas críticas à questão da disponibilidade de tempo e à necessidade de capacitação dos profissionais da educação. No entanto, o argumento mais significativo refere-se à própria organização do currículo por disciplinas. Nesse sentido, considera-se a estabilidade organizacional oferecida pela prática disciplinar (HERNANDEZ, 1998).

Com relação à organização do currículo por disciplinas, convém mencionar que a transdisciplinaridade não se propõe a rejeitar a disciplinaridade e muito menos o diálogo disciplinar. Não se pode ignorar, no entanto, que as novas metodologias, em sua natureza diferenciada e construtiva, requerem um novo educador engajado na arte de planejar e ministrar aulas; que, além do domínio profundo do conteúdo, esteja aberto às novas perspectivas, reconhecendo que as mudanças sociais estão quase sempre vinculadas a insegurança.



Sendo assim, construir uma visão de conjunto na qual educador e educando convergem em suas ações para cumprir o papel da educação é reconhecer a importância do desenvolvimento pessoal e preparação para a vida em todas as suas dimensões,

#### 4 METODOLOGIA

A metodologia usada foi à realização de uma revisão de literatura sobre nanociência e nanotecnologia focada em documentos acadêmicos referenciados através dos bancos de dados Scielo, Google Acadêmico e Science Direct. Na análise dos documentos criamos categorias de análise, tais como: resultados obtidos, metodologia empregada, autores, desenvolvimento do trabalho e a importância dada à formação docente para o ensino da nanobiotecnologia. A pesquisa bibliográfica permitiu identificar que a formação de professores não foi o foco em nenhum dos trabalhos encontrados.

Esta pesquisa inicial classifica-se como qualitativa, documental, bibliográfica e se propõe a analisar os avanços de estudos sobre a Nanociência e a Nanotecnologia na perspectiva da formação docente.

Explicando o propósito da pesquisa bibliográfica:

É aquela que se realiza a partir do registro disponível, decorrente de pesquisas anteriores em documentos, como livros, artigos, teses etc. Utiliza-se de dados ou de categorias teóricas já trabalhadas por outros pesquisadores e devidamente registradas. Os textos tornam-se fontes dos temas a serem pesquisados. O pesquisador trabalha a partir das contribuições dos autores dos estudos analíticos constantes dos textos (SEVERINO, 2007, p. 122).

Para levantar os dados necessários para dar suporte a nossa pesquisa, precisamos selecionar instrumentos adequados que viabilizem os requisitos de validade, confiabilidade e precisão (OLIVEIRA, 2003).

Baseando-se na leitura da obra de Meyer e Paraíso (2012), foram construídos alguns instrumentos de pesquisa. São eles:

1. Identificar o objeto de estudo e as filiações teóricas;
2. Classificar as metodologias aplicadas e sua relação com as áreas do saber;
3. Relatar como o tema foi abordado;
4. Descrever o desenvolvimento do trabalho;
5. Analisar os resultados obtidos;
6. Identificar nos trabalhos pesquisados se a formação de professores foi objeto de estudo.

Priorizamos trabalhar os instrumentos de pesquisa através da categorização que permite uma melhor visualização do texto. Assim podemos compreender a mensagem do autor(a).

## 5 ANÁLISE DE TEXTOS

Com relação à análise de textos:

Procede-se inicialmente a uma leitura seguida e completa da unidade do texto em estudo. Trata-se de uma leitura atenta mais ainda corrida, sem buscar esgotar toda a compreensão do texto. A finalidade da primeira leitura é uma tomada de contato com toda unidade, buscando-se uma visão panorâmica, uma visão de conjunto do raciocínio do autor. Além disso, o contato geral permite ao leitor sentir o estilo e método do texto. (SEVERINO 2007, p. 54)

É interessante ressaltar a importância da interpretação dos textos analisados, considerando-se a explanação teórica dos respectivos autores. Deve-se ler um texto, tendo em vista a compreensão do mesmo, a partir da identificação das ideias principais e secundárias do autor, seu ponto de vista e benefício da obra (ZEVERINO, 2007)

Nossa análise textual busca trazer através da categorização dos textos pesquisados, uma visão conjunta do assunto da perspectiva das considerações do nosso objeto de pesquisa. Abaixo mostramos um exemplo do procedimento de análise.

Tabela 1: Análise do artigo

Identificar o objeto de estudo e as filiações teóricas	Perspectivas de abordagem de Nanociência e Nanotecnologia (N&N) evidenciadas por professores do Ensino Médio e superior. Como autores basilares principais destacamos: Murrielo, Contier e Knobel, 2006; Toma, 2009; Bardin, 2011
Classificar a metodologia aplicada e sua relação com as áreas do saber	A metodologia aplicada foi de natureza qualitativa com enfoque na análise de conteúdos nas áreas de matemática e ciências da natureza
Relatar como o tema foi abordado	Foram analisados documentos legais sobre N&N e sua respectiva inserção na prática docente. Além disso, os argumentos apontam para o amparo legal de temáticas diferenciadas que contemplem as necessidades sociais, econômicas e ambientais emergentes.
Descrever o desenvolvimento do trabalho	A introdução aborda a importância de se trabalhar temáticas relevante como a N&N, tendo em vista o desenvolvimento tecnológico e os avanços nanométricos diversificados e aplicados as diversas áreas do saber. Traz uma contextualização temática e teórica do assunto, destacando a importância da ciência na busca constante por soluções para os problemas da vida cotidiana. A N&N contempla esses aspectos, e, portanto, trata-se de um assunto que pode ser trabalhado em um contexto

	interdisciplinar. Na metodologia, foram trabalhados questionários online, com 20 questões divididas em duas partes: a primeira abordava o perfil dos profissionais e a segunda parte contemplava questões descritivas sobre a temática principal. A abordagem por carta convite foi enviada e 48 professores dos estados do RS, SP SC e RJ responderam a mesma. O requisito principal foi considerar professores da rede pública/particular das áreas de matemática e ciências da natureza.
Analisar os resultados obtidos	Na primeira etapa, 58,3% dos professores afirmaram não trabalhar essa temática. No entanto, verifica-se no relato que alguns professores relataram experiências em sala de aula que estavam relacionadas ao assunto. Para os professores que responderam positivamente a esse questionamento, é interessante ressaltar que mencionam que essa temática está relacionada às áreas de matemática e ciências da natureza. Os questionamentos também foram direcionados para questões mais específicas como material didático, Diretrizes e Parâmetros Curriculares Nacionais e estratégias pedagógicas utilizadas na preparação das atividades para sala de aula. As respostas foram discutidas de forma descritiva e tabuladas.
Correlacionar os trabalhos pesquisados com a formação de professores	Apesar do trabalho está apoiado em documentos que defendem um ensino diferenciado, contextualizado e significativo para o aluno, bem como um enfoque na formação docente, percebe-se nas considerações finais que o objetivo principal do trabalho foi à discussão sobre a inserção dos tópicos de N&N em sala de aula. Ou seja, o aluno é o principal interesse na inserção de temáticas como a Nanotecnologia e a Nanociência. Com relação aos professores, enfatiza-se a necessidade de formação continuada para que possam mudar a sua prática pedagógica.

Fonte: Ensino de Nanociência e Nanotecnologia: perspectivas manifestadas por professores da educação básica e superior. Autores: Mauri Luís Tomkelski, Greice Scremin, Solange Binotto Fagan.

O objetivo deve ser expresso de forma concisa e clara, estando diretamente relacionado ao objeto da pesquisa. Além disso, “deve dar conta da totalidade do problema de pesquisa, devendo ser elaborado com um verbo de precisão, evitando ao máximo uma possível distorção na interpretação do que se pretende pesquisar” (OLIVEIRA, 2003, p. 42).

Quanto aos resultados alcançados, o texto deve abordar o conhecimento tendo em vista a direção planejada e esperada ao elaborar os objetivos. Também deve conter “um posicionamento pessoal quanto aos resultados em direção ao avanço do conhecimento referente ao tema pesquisado. As recomendações e/ou sugestões devem ser colocadas de

forma elegante, apontando possíveis soluções para os problemas esperados (OLIVEIRA, 2003, p.73).

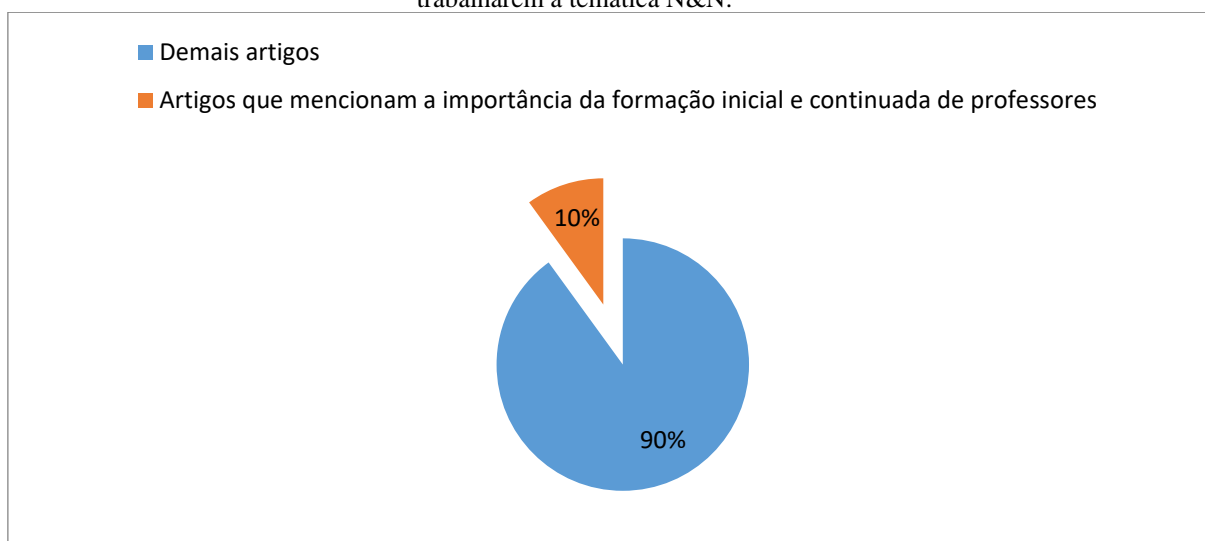
## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram investigados 11 artigos, 1(uma) monografia e 1(uma) dissertação, nos quais priorizamos os objetivos e resultados alcançados. Nosso propósito desde o início concentrou-se na avaliação dos respectivos documentos no que concerne ao nosso objeto de estudo que é a formação docente.

Podemos perceber que as metodologias aplicadas foram diversificadas, mas sempre focadas no processo ensino-aprendizagem do aluno e raramente destacando a relevância da formação dos professores.

Na figura abaixo destacamos o percentual de documentos que estabelecem correlação entre a nanobiotecnologia e a formação docente. Esse dado foi calculado com base na leitura dos documentos que fizeram referência a respectiva temática.

Figura 1: Percentual dos documentos que relatam a necessidade da formação de professores para trabalharem a temática N&N:



Fonte: Acervo da pesquisa

Ressaltamos, portanto, que todos os textos têm o mesmo foco que é o processo ensino-aprendizagem em sala de aula. Os artigos que destacam a formação de professores para o ensino da Nanociência e Nanotecnologia ainda são muito raros como apontado no gráfico acima. Através das pesquisas em sites de busca encontramos diversos documentos como artigos, monografias e dissertações voltadas para a abordagem da temática

Nanociência e Nanotecnologia. É interessante destacar que apenas um, fez referência a Nanobiotecnologia.

Os trabalhos que enfocam a importância da formação de professores partem do pressuposto da necessidade de observação da prática pedagógica em sala de aula. Entretanto, constatamos que embora alguns trabalhos mencionassem a formação docente, esse assunto não foi abordado diretamente em nenhum dos trabalhos pesquisados.

É importante ressaltar do que se trata a formação: “são processos de formação inicial ou continuada, que possibilitam aos professores adquirir ou aperfeiçoar seus conhecimentos, habilidades, disposições para exercer sua atividade docente, de modo a melhorar a qualidade da educação que seus alunos recebem” (GARCIA, 1999, p.26).

Essa definição, bastante abrangente, tem sido aceita por muitos estudiosos da área, que consideram de grande importância a atenção nos processos de preparação, profissionalização e socialização dos professores, tendo em vista a aprendizagem do aluno.

Alguns artigos reconheciam a importância desse assunto. Mas, não se detiveram nessa discussão. O direcionamento das pesquisas mostrava que o principal interesse dos pesquisadores estava em compreender as estratégias de abordagem da (N&N) Nanociência e Nanotecnologia no contexto da sala de aula a partir dos conteúdos disciplinares.

Com relação à articulação e a respectiva metodologia aplicada, verificamos a coerência com as possíveis bases para responder as inquietações levantadas, considerando os teóricos e suas respectivas contribuições.

Com relação ao objeto dessa pesquisa, que foi identificar propostas para formar professores com competência para desenvolver projetos de ensino, em uma perspectiva transdisciplinar, em Nanobiotecnologia, constatamos que não foram encontrados trabalhos com esse enfoque. Portanto, formar professores para o ensino da nanobiotecnologia, numa perspectiva transdisciplinar, é uma proposta de grande contribuição para o ensino das ciências e suas aplicações tecnológicas.

## REFERÊNCIAS

- BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa. Edições 70, 2011
- BAWA, Raj. Nanoparticle-based Therapeutics in Humans: A Survey. **Nanotechnology Law and Business**, Vol.5, n.2. june, 2008, p.135-155. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/282677427\\_Nanoparticle-based\\_therapeutics\\_in\\_humans\\_A\\_survey](https://www.researchgate.net/publication/282677427_Nanoparticle-based_therapeutics_in_humans_A_survey). Acesso em 12 jan. 2019.
- COSTA, Roger Vinicius Nunes Queiroz da; RIBEIRO, Marcel Thiago Damasceno. **Teacher education paradigms in undergraduate chemistry courses in the brazilian legal Amazon region: in focus the state of Acre**. Brazilian Journal of Development, ISSN: 2525-8761 2206, Curitiba, v.9, n.1, p.2206-2217, jan., 2023.
- COSTA, Magnólia Maria Oliveira; ANDRADE, Francisco Ari de; MOURA, Josy Kelly de Abreu Bezerra; FERNANDES, Rosely de Sousa. **Estágio curricular supervisionado no curso de pedagogia: contribuições teórico-metodológicas à formação inicial docente**. ISSN: 2525-87616699 Brazilian Journal of Development, Curitiba, v.9, n.2, p.6699-6716, feb.,2023
- GARCIA, Carlos Marcelo. **Formação de Professores: para uma mudança educativa**. Coleção Ciência da Educação. v. 02. Porto: Porto Editora, 1999.
- HERNADEZ, Fernando. **A organização do currículo por projetos de trabalho**. Trad. Jussara Haubert Rodrigues. – 5ª ed. – Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.
- MACEDO, Lino de. **Ensaio pedagógico: como construir uma escola para todos**. Porto Alegre: Artmed, 2005.
- MEYER, Dagmar Estermann; PARAÍSO, Marlucy Alves. **Metodologias de pesquisas Pós-Críticas em educação**. Belo Horizonte. Mazza edições, 2012.
- MORAN, José Manuel. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 6º. ed. Campinas: Papirus, 2000.
- MURRIELLO, Sandra; CONTIER, Djana; KNOBEL, Marcelo. Desafios de uma exposição sobre nanociência e nanotecnologia. **Journal of Science Communication**. Trieste, v.5, n. 4, p. 1-11, 2006. Disponível em: [https://jcom.sissa.it/sites/default/files/documents/Jcom0504\(2006\)A01\\_po.pdf](https://jcom.sissa.it/sites/default/files/documents/Jcom0504(2006)A01_po.pdf). Acesso em 25 jan.2020.
- NICOLESCU, Basarab. **O manifesto da transdisciplinaridade**. São Paulo, TRION, 1999.
- OLIVEIRA, Maria Marly. **Como fazer projetos, relatórios, monografias, dissertações e teses**. Recife. Edições Bagaço, 2003.
- RONCA, Paulo Afonso. **O conhecimento total: a revista do professor**. São Paulo, v. 19, nº148, dezembro 2000.
- SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo, Cortez, 2013.

TOMA, E, Henrique. **O mundo nanométrico**. A dimensão do novo século. 2ª Ed. São Paulo: Oficina de textos, 2009.

TOMKELSKI, Mauri ;FAGAN, Luiz; BINOTTO, Solange; SCREMIN, Greice. Ensino de Nanociência e Nanotecnologia: perspectivas manifestadas por professores da educação básica e superior. **Revista Ciência e Educação**, Bauru, v. 25, n. 3, p. 665-683. Julho 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/gcj5z4jRF87JbCZDqPTvNyq/?lang=pt> Acesso em: 06 jun 2021.

ZABALLA, Antoni. **Enfoque globalizador e pensamento complexo**: uma proposta para o currículo escolar. Tradução. Ernani Porto Alegre: Artmed, 2002