

## **A temática “nanotecnologia”, como abordagem teórico-metodológica no ENEQ (2008 – 2016)**

### **The theme “nanotechnology”, as a theoretical-methodological approach in ENEQ (2008 - 2016)**

**Augusto César Honorato da Silva**

Universidade Estadual de Goiás - Campus Central - Anápolis - GO  
[honoratoaugusto0@gmail.com](mailto:honoratoaugusto0@gmail.com)

**Hellen Inácia dos Santos**

Universidade Estadual de Goiás - Campus Central - Anápolis - GO  
[hellendossantos16@gmail.com](mailto:hellendossantos16@gmail.com)

**Nília Oliveira Santos Lacerda**

Universidade Estadual de Goiás - Campus Central - Anápolis - GO  
[nilia.lacerda@ueg.br](mailto:nilia.lacerda@ueg.br)

**Júlio Cesar Queiroz de Carvalho**

Universidade Estadual de Goiás - Campus Central - Anápolis - GO  
[julio.carvalho@ueg.br](mailto:julio.carvalho@ueg.br)

**Rogério Daniel Pereira Ramos**

Universidade Estadual de Goiás - Campus Central - Anápolis - GO  
[rogeriodanielpereiramos@gmail.com](mailto:rogeriodanielpereiramos@gmail.com)

### **Resumo**

O presente trabalho teve como objetivo analisar quais as abordagens teórico-metodológicas presentes nos artigos, que discutem a nanotecnologia no ensino de química. Realizamos um levantamento bibliográfico de caráter investigativo qualitativo, a partir de uma busca nos anais do Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), nos anos de 2008 a 2016. A pesquisa foi realizada a partir da busca pela palavras chave nanociência e nanotecnologia, previamente escolhidas, para atingirmos o objetivo. Ao fim da pesquisa, foi possível observar que existem várias lacunas na área de nanotecnologia e educação, mas também, notamos o sucesso em realizar uma abordagem com este tema no ensino médio.

**Palavras chave:** Nanotecnologia, ensino de química, educação.

### **Abstract**

The present work aimed to analyze which theoretical and methodological approaches are present in the articles, which discuss nanotechnology in the teaching of chemistry. We carried out a bibliographic survey of a qualitative investigative character, based on the search in the

periodic annals of the National Chemistry Teaching Meeting (ENEQ), from 2008 to 2016. We searched for articles that met the keywords, previously chosen, to achieve the objective. At the end of the research, it was possible to observe that there are several gaps in the area of nanotechnology and education, but also, we noticed the success in carrying out an approach with this theme in high school.

**Key words:** Nanotechnology, chemistry teaching, education.

## Introdução

Na era contemporânea, é possível notar que a palavra “nano” é muito utilizada, seja nos noticiários científicos, em produtos tecnológicos ou até mesmo, recentemente, em embalagens de enlatados. Mas afinal, o que significa algo ser nanotecnológico ou o que significa ter este prefixo tão usado? O prefixo nano é utilizado como uma ordem de grandeza, assim como o micro e quilo, vem do grego e significa um bilionésimo de algo, se este algo for metro, ou seja, nanômetro (nm) é um bilionésimo do metro (SCHULZ, 2005).

A nanociência e nanotecnologia (N&N) são a ciência e tecnologia que estudam, o controle, reprodução e até mesmo produção na escala nanométrica, ou seja, são materiais produzidos nesta escala de grandeza, que muitas vezes não irão acontecer em outras escalas de tamanho (SCHULZ, 2005). Sendo assim a N & N propõe tornar materiais cada vez menores, contudo, mais rápidos, mais fortes e mais eficientes, ou seja, menor e melhor com inovações, sem criar miniaturas do que já existe (KEMP et. al., 2013).

Considera-se, que tudo tem início com a palestra “There is plenty of room at the bottom” (Há mais espaços lá embaixo) de Richard Feynman (1918 – 1988). Tal palestra, em dezembro de 1959, teve uma ampla repercussão, pois as ideias e propostas por Feynman entusiasmaram e instigaram muitas pessoas, até o ponto de que, em 1991, pela universidade de Massachusetts Institute of Technology, o aluno K. Eric Drexler (1955 -), tornou-se a primeira pessoa a ter Ph.D em nanotecnologia, ou seja, o primeiro doutor em nanotecnologia. Ele foi um dos principais responsáveis em relação a popularização do termo nanotecnologia e como diretor, Foresight Institute, fez inúmeras pesquisas que demonstram a abrangência da N&N (CARDOSO, 2017; KEMP et. al., 2013).

A priori, o objetivo da N&N é compreender e domar o desempenho da matéria em escala nanométrica; contudo o estudo da nanotecnologia, não se iniciou esporadicamente, mas sim de observações a componentes já existentes, como por exemplo flagelos de bactérias que funcionam como nanomateriais para locomover as bactérias pelo meio (KEMP et. al., 2013), e ainda a estrutura da seda, produzida pelo bicho de seda. Contudo, é claro que a intenção da N&N não é copiar a natureza, mas sim inovar e a partir de inspirações baseadas em processos biológicos e/ou mecânicos com o auxílio estudos científicos realizar novas descobertas.

## O ensino de química e a nanotecnologia

Em contraponto às ideias e concepções mais arcaicas que tratam a ciência e tecnologia (C&T) como a única forma de avanço, que somente com o progresso científico e tecnológico a sociedade se veria livre dos seus males (FARIA JUNIOR, 2019), os estudos acerca das relações da ciência, tecnologia e sociedade (CTS) iniciam-se como uma forma de identificar e solucionar ideias, que não isolem a C&T em um patamar divino, mas que considerem os impactos que a sociedade sofre devido às transformações.

No âmbito educacional, as pesquisas e estudos CTS buscam observar e retratar o desenvolvimento científico-tecnológico, sem desconsiderar as dimensões sociais aos conteúdos de ciências, dos níveis de ensino médio ao superior (FARIA JUNIOR, 2019); mais específica, uma das áreas abordada pela N&N é a química, ciência que estuda as transformações da matéria e sua relação com energia, englobada nas ciências da natureza.

Nessa perspectiva, para ensinar a educação científica, o professor deve buscar sensibilizar o aluno, para que compreenda o impacto científico tecnológico e seja capaz de atuar ativamente na sociedade, a partir da compreensão dos impactos positivos e negativos da ciência, principalmente, se posicionar sobre o assunto (CARDOSO, 2017).

Nesse sentido, devemos considerar as notícias, discussões e até mesmo *fake news* sobre a N & N, para levantarmos um questionamento: como a educação CTS consegue ser trabalhada no ensino de química, juntamente com a temática N & N? Sabemos que antes de iniciar um projeto educacional, é necessário refletir sobre qual metodologia utilizar para abordar um tema, o contexto social com seus impactos positivos e negativos, como é a N&N; logo, se pensa no âmbito educacional dos estudos e programas CTS (FARIA JUNIOR, 2019).

A partir dessas considerações, escolhida a metodologia para abordar, no ensino de química, a temática N&N, levantou-se a hipótese de utilizar os pressupostos CTS, uma vez, que há grande destaque na mídia, com impactos no cotidiano, o que possibilita um levantamento bibliográfico, para melhor compreensão do assunto.

Essas dúvidas sobre a N & N e o ensino de química, culminaram no seguinte problema de pesquisa: “Como diferentes abordagens teórico-metodológicas podem contribuir para o desenvolvimento da aprendizagem de química, por meio da temática N & N? ”. Para encontrar então uma resposta para este problema de pesquisa, foi realizado um levantamento em trabalhos publicados nos anais periódicos do Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), que trata da atuação de docentes no ensino de química.

O objetivo deste levantamento foi analisar quais as abordagens teórico-metodológicas presentes nos artigos que tem como foco a nanotecnologia, no ensino de química, para que, posteriormente, seja possível realizar um projeto de estágio supervisionado, que tenha a conexão entre o ensino de química e a nanociência e nanotecnologia.

## **Percurso Metodológico**

Segundo Rosa (2013), as análises documentais são de grande relevância no ensino de ciências, pois o pesquisador consegue obter noções do estado da arte do seu campo de estudo. Este trabalho não tem como objetivo definir o estado da arte acerca da temática nanotecnologia no ensino de química, mas sim, conhecer o que já foi realizado, fazer um levantamento sobre as metodologias e abordagens utilizadas. Para isto, realizamos a pesquisa nos anais periódicos do Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), devido a sua relevância na área do ensino de química.

O delineamento da pesquisa, para Rosa (2013), é o momento crucial para a pesquisa, pois dita seu caráter, o objeto e como os registros serão obtidos, se haverá intervenção ou não. O presente trabalho é identificado como uma pesquisa empírica de caráter qualitativo, pois tem como objetivo observar e analisar a realidade sem apresentar uma intervenção, pois deseja compreender o campo de estudo, por meio de uma análise documental, observando as metodologias utilizadas.

Para início da pesquisa, foram definidos o escopo do trabalho e a seleção do corpus, sendo os

trabalhos/pesquisas empíricas encontrados, nos anais periódicos do ENEQ, de 2008 a 2016; em seguida, foi definido o conjunto de palavras chave, “nanotecnologia, aplicação nanotecnologia, nanotecnologia em química”. A partir daí, os trabalhos encontrados foram submetidos a uma análise, através de leitura de documentos, com o auxílio de fichas e compilamento de dados que serão apresentadas no decorrer deste trabalho.

## Resultado e Discussão

Como resultado da pesquisa nos anais do ENEQ, obtivemos um total de 17 trabalhos. A relação entre ano e a quantidade de artigos encontrados pode ser vista na tabela 1, sendo que no ano de 2016, um total de 10 artigos, a maior quantidade de artigos em um ano. No entanto, em 2008 e 2018 não foram encontrados nenhum artigo que correspondessem ao corpus da pesquisa.

**Tabela 1:** Número de artigos encontrados no ENEQ, no período de 2008 a 2020.

ANOS	2008	2010	2012	2014	2016	2018
NÚMEROS DE TRABALHOS	0	1	5	1	10	0

**Fonte:** Elaborado pelos autores, 2019.

Ao realizarmos as leituras dos trabalhos, verificamos que apenas 3 artigos correspondiam ao corpus da pesquisa, pois alguns artigos abordavam a temática nanotecnologia, mas eram apenas resumos de uma página de um trabalho não publicado, deixando lacunas sobre a metodologia; assim, como nosso objetivo está ligado às metodologias, estes artigos não receberam tanto destaque, e, conseqüentemente, demos maior destaque aos artigos completos, cujos títulos podem ser observados na tabela 2.

**Tabela 2:** Artigos encontrados em breve análise.

Artigo	Título	Ano
A	As contribuições da Nanotecnologia para a Educação em Química no Ensino Médio	2014
B	A abordagem da nanociência e nanotecnologia nos livros didáticos de Química do Ensino Médio	2016
C	Nanociência, Nanotecnologia e Nanobiotecnologia: uma experiência de divulgação científica em Rio Branco – Acre	2016

**Fonte:** Elaborado pelos autores, 2019.

Com a utilização de uma ficha de leitura, analisamos os dados dos artigos encontrados, fizemos uma breve síntese dos mesmos, pontuando seus objetivos e metodologias, a fim de conseguir compreender como estes alcançaram seus resultados.

Destacamos o artigo A, que tinha como objetivo “investigar sobre formas de se trabalhar o tema nanotecnologia, de forma que consiga utilizar trabalhar de forma contextualizada e interdisciplinar o tema e ainda discutir de forma integrada às problemáticas ambientais”. Para contemplar o objetivo do trabalho, foi proposto um projeto em um colégio público, com a temática N&N, com a utilização da dialética entre professor e aluno, enquanto realizavam

experimentos sobre soluções verdadeiras e soluções coloidais, o fenômeno de adsorção, área superficial específica e nanotecnologia.

As práticas experimentais usadas visavam a compreensão dos conceitos, de acordo com os contextos dos alunos, e, demonstrou o processo de adsorção do corante de azul de metileno em argilas, cujo objetivo foi entender como a nanotecnologia está inserida, não só em objetos tecnológicos, mas que podem ser utilizados em roupas e produtos que não são equipamentos.

Posteriormente, ao analisarmos o artigo C, que também optou por realizar um projeto no ensino médio, com trabalhos de divulgação científica, utilizando de diversos recursos, como produção textual, experimentos de baixo custo, questionário e avaliações sobre os conteúdos desenvolvidos no projeto e também sobre o desenvolvimento das aulas.

Em uma maior gama de métodos, o artigo C tem como objetivo contextualizar os conteúdos definidos, previamente, e utilizá-los para que os educandos compreendam a N&N, de modo que, ao final do projeto, 100% dos alunos respondam o questionário para a divulgação, considerando se os materiais didáticos foram satisfatórios para a construção do conhecimento acerca do tema de nanotecnologia e ciência.

Para os autores, o projeto foi considerado satisfatório, pois não houve aluno que classificou a metodologia como ruim, contudo como dito por Kato e Kawasaki (2011), a contextualização deve auxiliar os discentes em sua aprendizagem, mas também, ajudá-los a se posicionar.

Os dois artigos possuem sua própria abordagem de como a temática é abordada no ensino. Notamos que, pelo fato da N&N ser recente, com sua definição aberta a modificações e incrementada e fomentada por pesquisas no mundo inteiro (CARDOSO, 2017), a utilização da contextualização fez com que os alunos conseguissem compreendê-la, mesmo, que, muitas vezes, já tenham definições não aprofundadas e coesas sobre tal temática; ou seja, a contextualização seria utilizada para trabalhar e construir o conhecimento do aluno (FARIA JUNIOR, 2019).

Após as leituras, ambos os artigos, demonstraram uma semelhança ao abordar a contextualização e experimentação para correlacionar a temática N&N ao contexto ambiental e social em que os alunos estavam inseridos, por meio de experimentos e discussões que não buscaram ensinar um método de laboratório, mas auxílios na compreensão do objeto trabalhado (GUEDES, 2010; KATO, KAWASAKI, 2011).

É notável, a grande importância de um ensino contextualizado, que busca não levar o processo de ensino-aprendizagem ao aluno, mas que, a partir da contextualização, propicia que o aluno desenvolva uma criticidade, acerca do tema estudado (KATO, KAWASAKI, 2011). Ainda temos que ressaltar, que no ensino de química, convém que o professor se articule para auxiliar os alunos com experimentos, recursos que muito convém nas aulas, principalmente na abordagem de uma temática nova e que utiliza muitas vezes de conceitos, que podem ser melhores entendidos com o apoio de experimentos (GUEDES, 2010).

O artigo B, destaca-se por ser um levantamento bibliográfico, que aborda fontes primárias, a fim de observar e compreender sobre como a temática do N & N é tratada nos livros didáticos, de química, do Plano Nacional do Livro Didático (PNLD). Um artigo com este cunho, acerca da temática da N&N, demonstra que é relevante e atual, pois como dito por Rosa (2002), análises documentais têm como principal objetivo conhecer um objeto que se deseja analisar, buscando compreender seu estado da arte e como este é trabalhado. Além disso, tem como objetivo, investigar sobre como os livros didáticos, abordam a nanotecnologia e a nanociência, nos materiais didáticos disponibilizados e se são encontrados

textos sobre a N&N, conforme pesquisa realizada nos exemplares didáticos de química, ofertados pelo PNLD, no ano de 2015.

Os materiais analisados foram as quatro coleções apresentadas no Guia de Livros Didáticos: Coleção 1 – Química: Martha Reis Marques da Fonseca; Coleção 2 – Química Ser Protagonista: Murilo Tissoni Antunes; Coleção 3 – Química Cidadã: Wildson Luiz Pereira dos Santos e Gerson de Souza Mól (Org.) Coleção 4 – Química: Eduardo Fleury Mortimer e Andréa Horta Machado.

Ao analisarem os livros, os autores perceberam que o tema nanociência é pouco trabalhado e discutido no ensino médio no Brasil, portanto quase não estão presentes nos livros didáticos do PNLD. Nota-se que há uma deficiência acerca desse tema e os autores do artigo chegam a concluir que a temática não é nem mesmo pautada como relevante na construção do livro, já que o tema N&N aparece em apenas um dos livros.

Contudo a N&N não possuem uma definição sólida. As definições muitas vezes utilizadas em artigos e teses, são ditas como abertas a modificações, pois ainda é uma temática em estudo (CARDOSO, 2017), talvez frente a isto, os autores dos livros didáticos, possivelmente, optem por não realizarem grandes comentários sobre a mesma nos livros que serão disponibilizados nos colégios estaduais.

De modo geral, notamos que os objetivos dos projetos, culminam em uma investigação sobre como a temática N&N pode ser abordada em sala de aula, visando o desenvolvimento do aluno. De modo indireto, eles se relacionam com o objetivo da educação CTS, contudo, em nenhum momento, nos artigos, foi de fato utilizado o termo educação CTS, porém as palavras contextualização e experimentação, foram utilizadas (FERNANDES; PENHA, 2014).

Consideramos válido destacar que os dois artigos A e C, por mais que não abordem, explicitamente, a educação CTS, trazem em seu contexto uma abordagem que não visa apenas aprender o conteúdo, mas reconhece os impactos da nanotecnologia na sociedade e os impactos ambientais e, desta forma, demonstra que a temática N&N sob a perspectiva da educação CTS forma uma união lógica.

## Considerações

Esta pesquisa foi um levantamento inicial sobre as metodologias utilizadas para a abordagem da N&N no ensino de química, limitamos aos trabalhos do ENEQ, a fim de explorar, em um periódico, já conhecido e de renome, que contém inúmeras pesquisas voltadas para o ensino de química. No entanto, nenhum trabalho foi apresentado com metodologias pautadas na educação CTS relacionados a temática N&N.

Como foi possível observar, com o passar dos anos, no ENEQ houve um aumento sobre os artigos que abordaram a temática N&N, como conteúdo em sala de aula; 19 trabalhos apresentaram que é possível aplicar esta temática em sala de aula, sendo que três confirmaram como professores podem utilizar do tema no ensino médio; mesmo não havendo apoio por parte de livros didáticos, ainda é possível criar planos de aula, organizar experimentos utilizando as pesquisas mais recentes, mesmo que estas não possam ser reproduzidas em sala de aula, pela alta complexidade, o objetivo e resultado da pesquisa fornecem um panorama real para os alunos.

Percebemos que 16 resumos, infelizmente, não nos forneceram informações suficientes sobre suas metodologias, para que pudessem ser estudadas, a fim de compreender seu método, porém forneceram a informações, a respeito da viabilidade de se utilizar a nanociência e

nanotecnologia no ensino médio.

Nessa perspectiva, percebemos que não foram trabalhadas as metodologias propostas pela educação CTS, o maior interesse da pesquisa, pois queríamos encontrá-las relacionadas a nanociência e nanotecnologia. Este dado fornece-nos um novo questionamento: há de fato uma falta de trabalhos que relacionem a nanotecnologia com uma metodologia CTS? A fim de solucionar este questionamento, pretendemos ampliar o corpus desta pesquisa, em outro trabalho, abrangendo-o para outros periódicos e também realizando uma pesquisa em um colégio campo de estágio, que contemple a temática nanotecnologia com uma metodologia pautada na educação CTS.

## Referências

CAMARA, V. F. S.; PROCHNOW, T. R.. A abordagem da nanociência e nanotecnologia nos livros didáticos de Química do Ensino Médio. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA*, XVIII. 2016. **Anais [...]** Florianópolis, SC, 2016. Disponível em: <http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R1536-1.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2019.

CARDOSO, A. P. S.. **Contribuições da epistemologia de Hugh Lacey para Educação CTS: o contexto da nanotecnologia**. Bauru, 2017. 253 p. Tese(Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, 2017. Disponível em: [https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/150725/cardoso\\_aps\\_dr\\_bauru\\_int\\_sub.pd?sequence=4](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/150725/cardoso_aps_dr_bauru_int_sub.pd?sequence=4). Acesso em: 29 jan. 2021.

FARIA JUNIOR, E. V.. **Nanociência no Ensino Médio: Potencialidades da Educação CTS**. Brasília, DF, 2019. 113 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2019. Disponível em: [https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/35617/1/2019\\_EdvaldoVieiraFariaJunior.pdf](https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/35617/1/2019_EdvaldoVieiraFariaJunior.pdf). Acesso em: 29 jan. 2021.

FERNANDES, A. C.; PENHA, F. G.. As contribuições da Nanotecnologia para a Educação em Química no Ensino Médio. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA*, XVII. 2014. **Anais [...]** Ouro Preto, MG, 2014. 3748 - 3759 p. Disponível em: [https://drive.google.com/file/d/1-i0zcHC\\_RDVHcLvRKAYZESrmcfigLg1v/view](https://drive.google.com/file/d/1-i0zcHC_RDVHcLvRKAYZESrmcfigLg1v/view). Acesso em: 14 jun. 2019.

GUEDES, S. S.. **Experimentação no Ensino de Ciências: atividades problematizadas e interações dialógicas**. Brasília, DF, 2010. 151 p. Dissertação(Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2010. Disponível em: [http://acervo.paulofreire.org:8080/jspui/bitstream/7891/2645/1/FPF\\_PTPF\\_07\\_0063.pdf](http://acervo.paulofreire.org:8080/jspui/bitstream/7891/2645/1/FPF_PTPF_07_0063.pdf). Acesso em: 29 jan. 2021.

KATO, D. S.; KAWASAKI, C. S.. As concepções de contextualização do ensino em documentos curriculares oficiais e de professores de ciências. **Ciênc. educ. (Bauru)**, Bauru, v. 17, p. 35-50, 2011. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-73132011000100003&lng=en&nrm=iso](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132011000100003&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 29 jan. 2021.

KEMP, Ernesto *et al.* Nanociência e Nanotecnologia. *In: ANJOS, J.; VIEIRA, C. L. Um olhar para o Futuro - Desafios da Física para o Século 21*. Rio de Janeiro, RJ: Vieira & Lent, 2008. 196 p. cap. 3, p. 50 - 61. Disponível em: [http://www.cbpf.br/~desafios/media/livro/Um\\_olhar\\_para\\_o\\_futuro%20-%20Desafios\\_da\\_fisica\\_para\\_o\\_seculo\\_21.pdf](http://www.cbpf.br/~desafios/media/livro/Um_olhar_para_o_futuro%20-%20Desafios_da_fisica_para_o_seculo_21.pdf). Acesso em: 14 jun. 2019.

PANTOJA, N. V. *et al.* Nanociência, Nanotecnologia e Nanobiotecnologia: uma experiência de divulgação científica em Rio Branco – Acre. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA*, XVIII. 2016. *Anais [...]* Florianópolis, SC, 2016. Disponível em: <http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R1767-1.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2019.

ROSA, P. R. S.. **Uma Introdução à Pesquisa Qualitativa em Ensino de Ciências**. Campo Grande, MS, 2013. 172 p. Disponível em: [http://paulorosa.docente.ufms.br/Uma\\_Introducao\\_Pesquisa\\_Qualitativa\\_Ensino\\_Ciencias.pdf](http://paulorosa.docente.ufms.br/Uma_Introducao_Pesquisa_Qualitativa_Ensino_Ciencias.pdf). Acesso em: 14 jun. 2019.

SCHULZ, P. A. B.. O que é nanociência e para que serve nanotecnologia?. **Física na Escola**, v. 6, p. 5, 2005. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol6/Num1/nano.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2019.