

## Proposta metodológica para integração da Nanotecnologia ao Ensino de Química conforme a BNCC.

\*Alandina D. Reboli<sup>1</sup> (PQ), André R. da Silva<sup>2</sup>

*1 Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) – Campus Vila Velha, 29106-010, Vila Velha – ES, Brasil.*

*2 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Campus Aracruz. Avenida Morobá, 248, (ao lado da Prefeitura) Morobá 29192733 - Aracruz, ES - Brasil*

[alandinadr@gmail.com](mailto:alandinadr@gmail.com)

[andre.romero@ifes.edu.br](mailto:andre.romero@ifes.edu.br)

*Palavras-chave: Nanotecnologia; Química; Ensino de médio;*

*Área Temática: Novos materiais.*

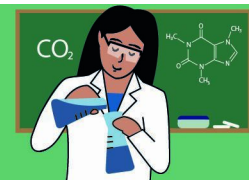
Esta é uma proposta metodológica que visa propor ao professor alternativas para abordar a Nanotecnologia no componente curricular de Química, uma vez que o currículo da BNCC, destaca que o estudante deve desempenhar a habilidade de reconhecer tecnologias e suas aplicações. Dessa forma, pretende-se integrar a Nanotecnologia com temas do currículo de Química na educação básica, visto que há uma dificuldade de trabalhar o assunto devido a falta de material didático. Inicialmente a relação de proporção entre o tamanho de uma bola de futebol e a terra é apresentada para compreensão do conceito de escala. Em seguida faz-se a relação da Nanotecnologia com a Química ilustrando uma imagem com as dimensões dos átomos, moléculas, vírus, entre outros, para compreensão da fronteira de atuação da Nanotecnologia. Na sequência, sugerimos aplicações da Nanotecnologia no cotidiano e relacionamos aos objetos de conhecimento de Química como: Tabela periódica e propriedades da matéria, corrosão e oxirredução, polaridade e impermeabilidade, reatividade e superfície de contato.

### INTRODUÇÃO

A Nanotecnologia tem grande potencial para resolver diversos problemas atuais, contribuindo para a qualidade de vida em áreas como medicina, eletrônica, cosméticos e materiais. Nas dinâmicas sociais atuais o papel central da ciência e tecnologia na sociedade, se faz necessário que os estudantes compreendam essa ciência para exercer uma cidadania crítica. Portanto, é importante implementar o ensino de Nanotecnologia, especialmente porque muitos brasileiros acessam a educação formal apenas no ensino básico, embora seja necessário desenvolver estratégias para sua inclusão, já que não faz parte dos currículos do ensino médio.

O currículo da BNCC favorece a integração dos conceitos Nanotecnológicos ao currículo de Química, quando descreve que o estudante deve ter habilidade de reconhecer tecnologias e suas aplicações. O desafio reside em abordar dois temas complexos, onde o professor precisa guiar os estudantes a transitar entre conceitos microscópicos e macroscópicos, para otimizar os processos cognitivos dos estudantes. Diante do exposto, segundo Gaudêncio et al. (2023) para que a aprendizagem seja significativa, se faz necessário que o estudante tenha conhecimentos prévios em sua estrutura cognitiva que Ausubel chama de ideias âncoras ou subsunçor. Isso permitirá o desenvolvimento de uma melhor compreensão sobre a Nanotecnologia, reconhecendo esta ciência em sua vivência.

A ciência da natureza, no geral, é uma área onde grande parte dos alunos relatam dificuldade no aprendizado devido a sua complexidade. Portanto, na Química não seria diferente, é notório que a Química é uma ciência abstrata que demanda



esforços conjuntos de alunos e professores para tornar a aprendizagem significativa. Aliar a Nanotecnologia ao ensino de Química torna-se um desafio ainda maior, uma vez que o estudante não consegue assimilar o conteúdo estudado com aplicações do cotidiano, tão pouco relacioná-los a conceitos Nanotecnológicos. Além disso, há uma carência de material didático direcionado a esses conceitos, que abordam o tema de maneira clara e prática e que melhorem a compreensão do estudante, também observa-se a necessidade de elaborar estratégias metodológicas para abordar o assunto em sala de aula a nível de ensino médio.

Trazer a Nanociência e a Nanotecnologia para o ensino médio oferece a oportunidade de explorar temas atuais e relevantes, criando a oportunidade de compreender as transformações científicas recentes e os avanços que continuam em desenvolvimento. O prêmio Nobel de 2023 é um exemplo atual, da aplicação da Nanotecnologia, que foi recebido pela descoberta e síntese de pontos quânticos, uma importante contribuição na investigação no campo da Nanotecnologia e é aplicada a televisores e lâmpadas de LED (CRQSP, 2023).

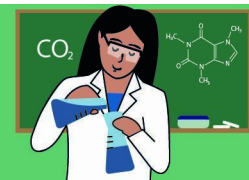
Desta maneira, este estudo visa elaborar um recurso que será um facilitador para a construção da sequência didática do professor, servindo como guia de conceitos e os possíveis pontos de contato entre a Nanotecnologia e a Química. Assim dispensa-se a necessidade do professor enfrentar maiores dificuldades ao abordar o tema, dada a interdisciplinaridade do tema, uma vez que abrange diferentes objetos de conhecimento da disciplina de Química. Sendo assim, a estratégia de ensino proposta por este estudo não se restringe a uma série específica, podendo ser aplicada em todo o ensino médio promovendo um ambiente de aprendizagem flexível, onde os alunos possam explorar e compreender as interconexões de maneira clara e significativa.

## REFERENCIAL TEÓRICO

Esta proposta metodológica visa promover a aprendizagem significativa da Nanotecnologia a partir dos conceitos Químicos previamente adquiridos. Segundo Moreira (2011) aprendizagem significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente, interagem de maneira substantiva e não arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. No que diz respeito a ideia substantiva, quer dizer não literal, não ao pé da letra e não arbitrário, isso significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende.

Nesse sentido, falando da ideia substantiva é importante que o aluno tenha os conhecimentos prévios da Química em sua estrutura cognitiva para fazer a relação com os novos conceitos aprendidos sobre Nanotecnologia. Desta forma, pensando em tornar a aprendizagem significativa, ancorar as novas ideias em conhecimentos prévios inseridos na vivência do aluno contribui para melhor apropriação do conhecimento uma vez que ele possa fazer relação da teoria com a aplicação da Nanotecnologia em situações do seu dia a dia. Dito isso, Moreira (2006), afirma que a aprendizagem significativa ocorre quando conceitos, proposições, modelos, fórmulas, passam a significar algo para o aprendiz, ou seja, quando ele é capaz de explicar situações com suas próprias palavras e quando é capaz de resolver novos problemas.

É comum não haver a relação da Nanotecnologia com o cotidiano uma vez que o assunto não é abordado na rotina escolar, fazendo com que o estudante veja o tema



como algo fora de sua realidade. Sendo assim, a Nanotecnologia é frequentemente percebida apenas como uma parte de dispositivos tecnológicos avançados ou retratada em filmes de ficção científica. Entretanto, essa visão é limitada e não reflete adequadamente a verdadeira profundidade e potencial da Nanotecnologia.

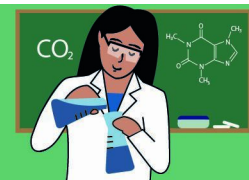
Dessa forma, para fazer conexão com o cotidiano é importante que o estudante conheça os conceitos e limitações desta ciência. Compreender esses aspectos teóricos é essencial para entender a essência da Nanotecnologia, compreendendo que a manipulação em escala nanométrica refere-se à pesquisa e desenvolvimento de materiais que contêm estruturas que compreendem de 1 a 1000 nm. A variação no tamanho da partícula exhibe novas propriedades ou propriedades que têm relação direta com o tamanho reduzido das partículas. Por se tratar da manipulação em escala nanométrica, as partículas ganham uma grande área superficial resultando em diversas funções e propriedades.

Nanociência e Nanotecnologia são termos que definem o estudo e aplicações em diversos sistemas, fenômenos característicos decorrentes de manipulação da matéria na escala nanométrica (MILCZEVSKY, 2012). O estudo e desenvolvimento de novos materiais no qual as partículas que o compõem se encontram em escala nanométrica, ganha cada vez mais importância e se faz mais presentes no cotidiano da sociedade, assim, a Nanociência e a Nanotecnologia são grandes promessas de revolução da ciência, da indústria e consequentemente da sociedade (ZARBIN, 2007).

Um desses exemplos, são os equipamentos desportivos que vem ganhando melhor performance devido a composição de diferentes materiais com nanopartículas. No esporte a Nanotecnologia é aplicada em instalações esportivas, equipamentos e revestimentos esportivos, como em roupas, pisos, entre outros. Ainda falando do esporte, as palmilhas dos tênis foram substituídas pelas nanofibras de poliéster ultra fina de alta resistência. Devido às excelentes propriedades de fricção, a palmilha oferece excelente resistência ao deslizamento e a alta absorção de umidade. Essas estruturas nanofibrosas possuem características únicas, como maior relação superfície-volume, poros menores, maior porosidade, flexibilidade, funcionalidades de superfície e desempenho mecânico superior (HARIFI; MONTAZER, 2017).

As propriedades dos materiais são fortemente dependentes do tamanho das partículas deste material. Todas as propriedades dos materiais (ópticas, elétricas, magnéticas, de transporte, catalíticas etc), da forma pela qual a conhecemos, apresentam-se a partir de um determinado tamanho, conhecido como estado crítico. Quando as partículas do material estão abaixo deste tamanho crítico, as propriedades deste material tornam-se diferenciadas (ZARBIM, 2007). Isso possibilita uma diversidade de mudanças para aprimoramento de materiais em diversas utilizações.

Zarbim (2007), destaca ainda que, quando abaixo do tamanho crítico, as propriedades dos materiais dependem também da forma das partículas, nanopartículas do mesmo material com mesmo tamanho em formatos diferentes, o que possibilita diferentes aplicações. O efeito do tamanho é característico da matéria, a elevada razão superfície/volume e o fato de que os portadores de carga, em nanomateriais, ficam confinados em dimensões reduzidas nas partículas, são alguns dos fatores que justificam para esta realidade. Desse modo, todas as classes de materiais (metais, semicondutores, cerâmicas, polímeros, compósitos) podem ter suas

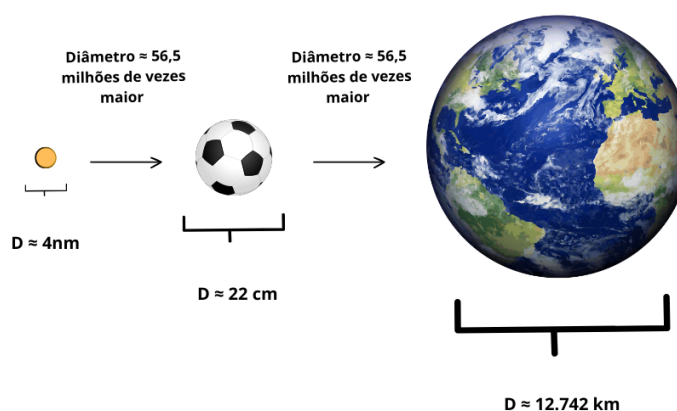


propriedades ajustadas sem a alteração de sua composição Química ou estrutura tridimensional, somente pelo controle do tamanho e formato.

## METODOLOGIA

Neste estudo, foi desenvolvida uma proposta metodológica para promover uma aprendizagem significativa com a temática Nanotecnologia e Química, integrando esses conceitos para serem trabalhados por professores da educação básica. Esta proposta descreve as conexões entre os conceitos sobre Nanotecnologia e Química, além de suas aplicações. Para introduzir o tema, o aluno deve compreender o significado de "nano", o que pode ser compreendido com comparação de proporção, como a relação entre uma nanopartícula de ouro, uma bola de futebol e o planeta Terra respectivamente representados na Figura 1.

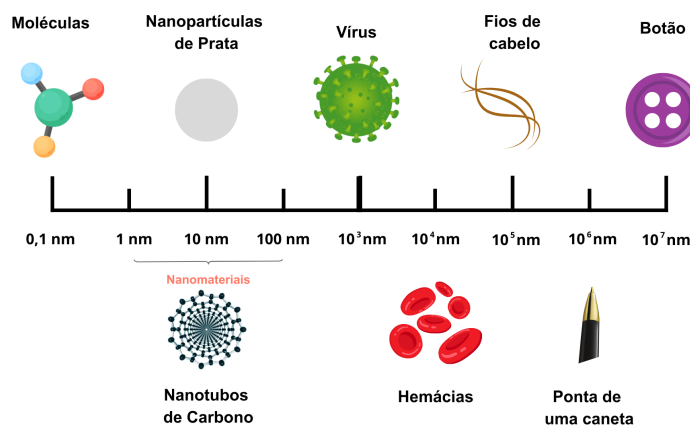
**Figura 1: Relação de tamanho entre a nanopartícula de ouro, com uma bola de futebol e a terra.**

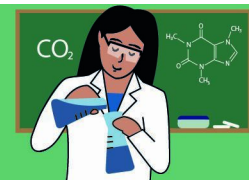


Fonte: Autor, 2024.

Posteriormente é importante que o aluno compreenda que a faixa de atuação da Nanotecnologia está entre 1 e 100 nm. Para melhor compreensão, compara-se as grandezas de comprimento entre os componentes que se encontram em tamanhos distintos na escala da Figura 2. Esta escala está em sentido crescente a partir dos átomos e moléculas onde tais elementos vão sendo interligados até atingirem o tamanho de interesse na escala nanométrica.

**Figura 2: Comparação de grandezas de tamanho.**





Fonte: Autor, 2024.

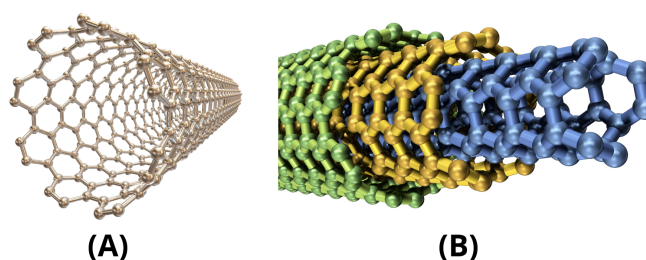
A partir da análise da Figura 2, é possível fazer a primeira conexão entre Nanotecnologia e Química quando observa as dimensões dos átomos, moléculas, vírus, entre outros.

## CONEXÕES ENTRE NANOTECNOLOGIA E A QUÍMICA

Ao abordar sobre as propriedades dos elementos na tabela periódica, o ouro pode ser citado como exemplo. Naturalmente o ouro possui visualmente coloração amarela e a aparência espelhada, é considerado um bom condutor de energia térmica e elétrica, entretanto a partir da síntese de uma solução coloidal desse metal, observa-se que as alterações no tamanho das partículas resultam em diferentes colorações, evidenciando a influência que a Nanotecnologia possui nas características das substâncias. A alteração na coloração da solução em função do tamanho das partículas é devido ao tamanho interferir na faixa de emissão da luz visível (MELO, 2012). Similarmente, o carbono pode ser citado, uma vez que o carbono, na forma de grafite, é maleável, mas em escala nano, na forma de nanotubo, é mais resistente que o aço e até seis vezes mais leve (ZARBIN, 2007).

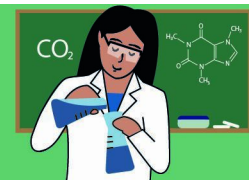
O termo nanotubo de carbono pode se assemelhar a uma grande família de materiais com características diferentes entre si formados a partir do enrolamento de uma ou mais folhas de grafeno, a partir do seu próprio eixo formando estruturas tubulares cilindro com diâmetro na faixa dos nanômetros. Os nanotubos de carbono com hibridação  $sp^2$ , são caracterizados com as ligações mais fortes encontradas na natureza, o que corresponde a uma resistência extremamente elevada. Nesse sentido, os estudantes podem buscar como a estrutura hexagonal dos átomos de carbono em camadas se enrola para formar os nanotubos, que podem ser de parede simples Figura 3 (A) ou de múltiplas camadas Figura 3 (B) (ZARBIN, 2007). Esse caminho pode facilitar a aplicação de conceitos de estrutura molecular, hibridização, e propriedades emergentes de nanomateriais, além de ilustrar como a Química dos materiais possibilita a criação de compósitos e tecnologias avançadas a partir desses compostos.

**Figura 3: Representação esquemática da estrutura de nanotubo de carbono.**



Fonte: Autor, 2024.

Na química os alunos aprendem a tetravalência do carbono, nos nanotubos os carbonos estão ligados em hexágonos. Isso demonstra que as ligações covalentes entre os átomos de carbono formam estruturas fortes estáveis, esse assunto também pode ser associado com a capacidade que o carbono tem de formar cadeias e longas estruturas devido a sua tetravalência. Outro ponto importante a ser discutido em



Química é a estrutura cristalina dos materiais e como diferentes configurações dessa estrutura influenciam nas propriedades eletrônicas. Observando a fórmula estrutural destes compostos é possível abordar os princípios da química orgânica bem como o reconhecimento de ligações simples, duplas e triplas, cadeias homogêneas e heterogêneas, aberta ou fechada, reconhecer funções orgânicas, entre outros.

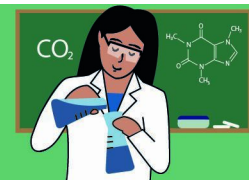
Ao observar a corrosão dos materiais, logo percebe-se que este é um fenômeno químico diretamente ligado às reações de oxidação, para o aprimoramento destes materiais pode-se buscar soluções a partir da Nanotecnologia aplicada a revestimentos. Segundo Pereira (2021), quando as nanopartículas de grafeno são incorporadas à matrizes poliméricas, este funciona como uma barreira física impedindo a difusão entre a água e o oxigênio, dificultando o processo corrosivo no corpo em que se está sendo aplicado a mistura. Esta estratégia também vem sendo utilizada na pintura de veículos com Nanotecnologia em revestimento cerâmico, conferindo melhor cobertura e proteção.

Outro exemplo de reações de oxirredução, são as nanopartículas de prata que sofrem alteração de cor em função de seu tamanho, a síntese das nanopartículas de prata possibilita a obtenção de uma solução coloidal de prata de coloração amarela bastante estável. A reação que acontece nessa síntese pode promover o ensino das reações de óxidos redução onde o boro-hidreto de sódio é um forte agente redutor na presença de íons de prata. A tonalidade amarela característica vista na prata coloidal é devido à absorção da radiação eletromagnética em ressonância com os plasma da superfície. À medida que as nanopartículas de prata aumentam de tamanho, a cor muda para violeta até atingir a tonalidade típica da prata em escala macroscópica. Esse fenômeno de mudança de cor na prata coloidal ocorre com a adição de solução de nitrato de prata, que faz com que as partículas se unam e aumentem de tamanho (MELO, 2012).

Ainda utilizando o grafeno como exemplo, já que este material possui uma ampla aplicação, podemos relacionar a utilização de nanotubos ao conteúdo de polaridade. Os átomos de carbono unidos entre si em um arranjo bidimensional, formam nanofolhas em uma estrutura bem organizada. Estas características lhe conferem um alto grau de hidrofobicidade, possuindo alta impermeabilidade (TEIXEIRA, 2018). Isso pode ser observado em materiais como tecidos com inserção de nanotubos em sua estrutura, conferindo-lhe características de impermeabilidade. Dessa maneira, é possível aliar a Nanotecnologia a polaridade, assim como no estudo das ligações covalentes.

Como foi destacado anteriormente, a aplicação da Nanotecnologia está na faixa entre 1 a 100nm. E é sabido que as propriedades dos materiais são extremamente dependentes do tamanho das partículas (ZARBIN, 2007). Dessa forma, é possível relacionar aplicação da Nanotecnologia com a diminuição do tamanho da partícula, destacando o aumento da relação superfície/volume, aumentando a interação das moléculas com o meio e consequentemente sua reatividade. Como exemplo, o sal de cozinha, com granulometria menor, sua reatividade será maior.

Uma das grandes capacidades dos materiais, está associada ao aumento da área superficial da estrutura quando reduzimos o tamanho da partícula, ou seja, quando passamos de uma escala macro ou micro para uma escala nano. Isso faz com que essas nanoestruturas tenham grande expectativa de aplicação em sensores de



moléculas de interesse químico ou biológico. Ou seja, com uma quantidade pequena de material podemos aumentar gradativamente a interação com as estruturas de interesse (FILHO apud ZANELLA et al., 2009, p.30).

Dessa forma, a reatividade é aumentada devido a uma maior exposição, ou seja, maior área de contato dos átomos na superfície do material. A densidade de átomos na superfície do material afeta suas propriedades e quanto menor for a partícula, maior será a concentração de átomos presente em sua superfície. Portanto, pode-se considerar que o aumento da reatividade é devido a um somatório de fatores pois uma partícula pequena apresenta uma área superficial específica maior e também uma menor resistência a movimentação atômica devido ao seu pequeno diâmetro. Isso leva a um favorecimento da cinética da reação fazendo com que as transformações químicas aconteçam sob condições mais amenas (SANFELICE, 2022).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo, mostra como a aprendizagem significativa em Nanotecnologia pode ser ancorada em conceitos químicos pré existentes, empregando aplicações atuais dessa ciência. O objetivo foi mostrar alguns dos pontos de conexão entre Nanotecnologia e Química para que a aprendizagem da Nanotecnologia seja otimizada e compreensível para o aluno. Igualmente pensando em melhorar este processo para o professor, não há necessidade de ensinar Nanotecnologia de forma isolada, basta integrá-la às aulas de Química utilizando os pontos de conexão abordados no artigo.

Por meio de uma, verificamos que os princípios de Ausubel, especificamente a teoria dos conhecimentos âncora, pode ser eficiente para integrar novos conceitos complexos com os já existentes usando exemplos práticos. Recomendamos que futuras pesquisas explorem outras áreas da ciência onde a abordagem de aprendizagem significativa e como podem ser aplicadas, assim também espera-se o desenvolvimento de novos materiais didáticos que utilizam desta metodologia. Além disso, sugerimos a realização de pesquisas longitudinais para verificar o impacto a longo prazo dessa abordagem no desempenho acadêmico dos alunos.

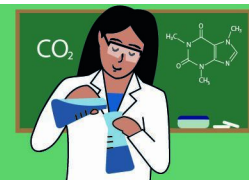
## REFERÊNCIAS

**Anunciados os ganhadores do Nobel de Química de 2023.** CRQSP, 2024.  
Disponível em: <<https://crqsp.org.br/anunciados-os-ganhadores-do-nobel-de-quimica/>>.  
Acesso em: 15 de jun. 2024.

GAUDÊNCIO, Jéssica S.; SILVEIRA, Rosemari M. F.; PINHEIRO, Nilcéia A. M.; MIQUELIN, Awdry F. **Teorias de aprendizagem no ensino de Química: uma revisão de literatura a partir de artigos da revista Química Nova na Escola (QNEsc).** Química Nova na Escola, São Paulo, v. 45, n. 2, p. 152-164, maio 2023.

HARIFI, Tina; MONTAZER, Majid. **Application of nanotechnology in sports clothing and flooring for enhanced sport activities, performance, efficiency and comfort: a review.** 2015. 23. VL 46. Journal of Industrial Textiles. 23p. 2017;  
doi:10.1177/1528083715601512





MELO, Jr. Maurício; SANTOS, Lucas; GONÇALVES, Maria; NOGUEIRA, Ana.

**Preparação de nanopartículas de prata e ouro:** um método simples para a introdução da nanociência em laboratório de ensino. 2012. Vol 35(9):1872–8. Química Nova [Internet]. Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422012000900030>

MILCZEVSKY, Odenir. **Estudos sobre conceitos e aplicações da Micro e Nanotecnologia.** 2012. 47 f. Monografia (Especialização em Automação Industrial) Departamento Acadêmico de Eletrônica, Programa de Pós Graduação da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba 2012.

MOREIRA, Marco Antonio e MASINI, Elcie Aparecida Fortes Salzano. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel.** São Paulo, SP: Centauro, 2006.

MOREIRA, Marco Antonio. **A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel.** 2. Ed. Ampl.- [Reimpr.]. E.P.U. Cap. 11 p. 159-173. São Paulo. 2011 Disponível em: [https://wp.ufpel.edu.br/ayala/files/2019/09/ausubel\\_moreira.pdf](https://wp.ufpel.edu.br/ayala/files/2019/09/ausubel_moreira.pdf)

PEREIRA, Afrânio; PRADO, Amanda; NUNES, Eduarda; MIRANDA, Murilo; BUSSMEYER, Thais; ARMESTO, Leonardo. **Nanotecnologia aplicada às estruturas metálicas:** estudando o nanografeno como majorador de resistência estrutural. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, [S. l.], v. 7, n. 11, p. 982–993, 2021. DOI: 10.51891/rease.v7i11.3127. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/3127>. Acesso em: 1 out. 2024.

TEIXEIRA, Alânia; COSTA, Darah; CAETANO, Milena; SILVA, Rayzza; CAVALCANTI, Vladyr. **Grafeno, Nanotecnologia que promete revolucionar a Engenharia Civil.** v. 4, n. 3. Revista Campo do Saber, 2018.

ZARBIN, Aldo. **Química de (Nano)materiais.** Vol 36(10), 1533–1539. Química Nova Departamento de Química, Universidade Federal do Paraná, Curitiba - PR, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422013001000009>.

SANFELICE, Rafaela; PAVINATTO, Adriana; CORRÊA, Daniel; **Nanotecnologia aplicada a polímeros.** 614 p, São Paulo: Blucher, 2022. ISBN: 9786555502527, DOI 10.5151/9786555502527-0

ZANELLA, Ivana; FAGAN, Solange; BISOGNIN, Vanilde; BISOGNIN, Eleni. **Abordagens em nanociência e nanotecnologia para o ensino médio.** XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, Vitória, ES, 2009.