

APLICAÇÃO DOS CONHECIMENTOS DE NANOCIÊNCIA E NANOTECNOLOGIA NA ELABORAÇÃO DO JOGO DE TABULEIRO “DETETIVE NANOMETÁLICO”

APPLICATION OF NANOSCIENCE AND NANOTECHNOLOGY KNOWLEDGE IN THE PREPARATION OF “DETETIVE NANOMETÁLICO” BOARD GAME

Laila Roberta Viana Peixôto, [lailarvp@hotmail.com]

Angélica Alves Pereira Rodrigues, [angelicarodrigues499@gmail.com]

Clara Couto Fernandéz, [claracfz@gmail.com]

Thereza Christina Teixeira Rocha, [therezarocha@ig.com.br]

Rita Terezinha de Oliveira Carneiro, [ritaterezinha@gmail.com]

Universidade Federal da Bahia

RESUMO

Nanociência é o estudo de estruturas que apresentam dimensões nanométricas, enquanto a Nanotecnologia destina-se às diversas aplicações dessas estruturas. As aplicações tecnológicas obtidas pela Nanociência e Nanotecnologia (N&N) são as mais promissoras do século XXI e ainda há muito a ser explorado. As nanopartículas metálicas (NPMs) se destacam entre as demais nanopartículas devido às suas propriedades e características, porém ainda são pouco conhecidas em determinadas áreas do meio acadêmico. O ensino por investigação estimula a criatividade e proporciona integração entre os discentes e docentes. A elaboração e a execução de games são recomendáveis devido à sua eficiência na relação ensino e aprendizagem. Nosso objetivo foi elaborar um jogo de tabuleiro para estimular e propagar o conhecimento sobre as nanopartículas metálicas (NPMs). Após aula expositiva, as equipes foram orientadas na elaboração de um jogo com material de baixo custo. Com base na literatura, foram elaboradas perguntas sobre as características e aplicações das NPMs. O tabuleiro e as regras foram projetados com base no jogo Detetive (Estrela®). O processo de elaboração do jogo foi valioso na aprendizagem sobre NPMs, pois envolveu os graduandos com o tema proposto, abordando aspectos de prática considerados inviáveis de serem executados devido à realidade orçamentária das instituições públicas, além de ter proporcionado um momento de interação lúdica entre os graduandos. Em virtude da escala nanométrica das partículas estudadas no escopo da disciplina de Nanotecnologia, suas aulas práticas requerem infraestrutura, equipamentos e insumo que oneram o orçamento das universidades, inviabilizando sua realização. Portanto, a elaboração e execução de games são indicados no ensino desta ciência, haja vista o envolvimento dos alunos em sua realização.

PALAVRAS-CHAVE: gamificação; metodologia ativa; popularização da ciência.

ABSTRACT

Nanoscience is the study of structures that have nanometric dimensions, while Nanotechnology explores the diverse applications of these structures. The technological applications obtained by Nanoscience and Nanotechnology (N&N) are the most promising of the 21st century and

there is still much to explore. Metallic nanoparticles (NPMs) stand out among other nanoparticles due to their properties and characteristics, however, they are still little known in certain areas of the academic environment. Research teaching stimulates creativity and provides integration between students and teachers. The elaboration and execution of games are recommended due to their efficiency in the teaching and learning process. Our goal was to develop a board game to stimulate and propagate knowledge about metallic nanoparticles (NPMs). After an expository class, the teams were guided in the elaboration of a game with low-cost material. Based on the literature, questions were asked about the characteristics and applications of NPMs. The board and rules were designed based on the game Detective (Estrela®). The process of elaborating the game was valuable in learning about NPMs, as it involved the undergraduates with the proposed theme, addressing practical issues considered unfeasible to be executed due to the budgetary reality of public institutions, in addition to providing a moment of playful interaction between the students. Due to the nanoscale of the particles studied in the scope of Nanotechnology, its practical classes require infrastructure, equipment, and input that burden the universities' budget, making their realization unfeasible. Therefore, the elaboration and execution of games are indicated in the teaching of this science, considering the students' involvement in its realization.

KEYWORDS: *active methodology; gamefication; popularization of science.*

INTRODUÇÃO

Nanociência é o estudo de moléculas, estruturas e materiais de tamanho nanométrico, que variam entre 1 a 100 nanômetros (nm), enquanto a Nanotecnologia consiste na aplicação desses componentes em diversos setores industriais, bem como nas áreas médica, ambiental, farmacêutica e da cosmetologia (MANSOORI e SOELAIMAN, 2005). Oficialmente, a síntese e aplicação de material em tamanho nanométrico no contexto científico ocorreu em meados dos anos 50. Contudo, evidências científicas revelam utilização de nanopartículas em ornamentos que remetem à civilização Grega (BAYDA et al., 2020).

A Nanociência e a Nanotecnologia (N&N) fazem parte do nosso cotidiano há tempos e já norteiam os rumos de um futuro próximo baseado em inteligência artificial, BigData e internet 5G (RIBEIRO et al., 2016; ZHU et al., 2020). Os recursos proporcionados pela N&N configuram-se como as ferramentas tecnológicas mais promissoras do século XXI e ainda há muito o que se descobrir e explorar. O aprimoramento de técnicas microscópicas contribuiu para a caracterização de estruturas nanométricas, ao passo que potencializou sua aplicação em diversas vertentes tecnológicas e tornou factíveis a produção e o emprego de nanopartículas (NPs) de modo mais amplo e, até então, inimaginável (BAYDA et al., 2020).

Nanopartículas metálicas (NPMs) em particular apresentam ampla gama de aplicabilidade industrial graças as suas propriedades e pelas características de sua superfície (SILVA et al., 2016). As NPMs apresentam tamanhos variados dentro da escala nanométrica e, geralmente, apresentam-se como estruturas esféricas. Sua síntese ocorre pela redução do metal correspondente (*bulk*) e requer adição de estabilizadores e/ou passivadores (síntese química) para controlar seu tamanho e forma, de modo a garantir sua estabilidade e eficiência (VENKATESH et al., 2018). Alternativamente, a síntese das NPMs pode ocorrer por meio biológico (vertente da nanotecnologia verde), no qual se emprega um ser vivo durante o processo de obtenção das nanopartículas. Essa tecnologia oferece as vantagens de ser de fácil execução, ter viabilidade econômica e seu processamento ser bastante simples (FOUDAA et al., 2017).

Apesar da sua importância e ampla aplicação das nanopartículas, os aspectos relacionados à N&N ainda são pouco conhecidos em algumas áreas do conhecimento acadêmico; portanto, as estratégias educativas voltadas à propagação e popularização desse tema são estimuladas (SILVA e LOPES, 2019). Nesse contexto, a condução do ensino por meio

de investigação aliada a uma metodologia ativa é incentivada devido ao estímulo criativo proporcionado aos graduandos, como também por oportunizar o estabelecimento das relações interpessoais e por incentivar as inteligências múltiplas dos participantes da atividade proposta (Ó et al., 2019).

Os pesquisadores em Educação enfatizam que a condução da aprendizagem precisa ser mais prazerosa e que permita participação interativa dos educandos nas aulas, de maneira tal que eles possam vivenciar o conteúdo por meio de metodologias contrárias ao modelo de ensino tradicional (AULER 2007; DELIZOIVOC e SLONGO, 2011). No meio acadêmico, a tarefa de promover a interação dos graduandos é árdua, especialmente no tocante ao ensino de Ciências, muitas das vezes caracterizado pelo seu conteudismo, pela prática de memorização excessiva e pela abordagem de alguns tópicos de difícil contextualização. Os itens elencados são também apontados como as principais causas para classificar o graduando como espectador, sem que haja sua participação ativa na construção do seu conhecimento (AMORIM et al., 2012).

O comportamento passivo dos graduandos caracteriza o ensino diretivo, no qual o docente é o detentor do conhecimento - sendo, portanto, o único agente no processo de aprendizagem. Essa visão retrógrada do binômio ensino e aprendizagem precisa ser desconstruída em prol das relações de pertencimento e atuação daqueles que se submetem a aprender (Ó et al., 2019). Nesse contexto, a proposta de games é elegível por estimular a curiosidade, o espírito de competição e as relações interpessoais, mas, principalmente, por estimular a absorção e a preservação do conteúdo abordado (GONZAGA et al., 2017).

A N&N apresentam um caráter interdisciplinar, já que sua aplicação é de interesse em diversos setores e seu conhecimento perpassa por diversos saberes, tais como Física, Química, Matemática e as Ciências Naturais. Essa riqueza de conteúdos pode causar insegurança e aversão aos graduandos, ao passo que nos ajuda a compreender a real importância e corrobora com a proposta de realizar atividades mais dinâmicas na condução do seu conteúdo programático (TOMKELSKI et al., 2019). Trabalhos anteriores reforçam a contribuição do uso de jogos na melhor assimilação de conteúdo de temas complexos relacionados com a ciência e a saúde humana, e relatam que a sua utilização também proporcionou o desenvolvimento de sentimentos de motivação, pertencimento e do estímulo às construções das relações interpessoais (BOMFIM et al., 2019).

MATERIAL E MÉTODO

Aspectos éticos da pesquisa

A condução desse trabalho foi regida pelas recomendações dispostas na Resolução de nº 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde (CNS), e ressaltamos que não foi utilizada qualquer informação pessoal que pudesse identificar os graduandos que participaram dessa atividade. E, por se tratar de uma atividade que se destina à análise do aprendizado sobre um dos conteúdos programáticos, o referido estudo foi dispensado da apreciação por Comitê de Ética em Pesquisa (CEP).

Proposta da atividade

A realização dessa atividade é fruto de um processo avaliativo da disciplina Nanotecnologia e Biomateriais (ICSA26) oferecida pelo Curso de Bacharelado em Biotecnologia da Universidade Federal da Bahia (UFBA) no semestre 2019.2. A referida disciplina é de caráter obrigatório na formação do biotecnologista dessa instituição.

Organização da atividade

Após realização das aulas expositivas sobre o conteúdo programático da disciplina ICSA26, os graduandos foram agrupados em equipes com 5 membros cada. Após sorteio do

tema, foi orientada a elaboração de jogo interativo a partir de material de baixo custo. O presente trabalho se concentrou a abordar sobre as nanopartículas metálicas (NPMs).

Elaboração do jogo

O jogo intitulado “DETETIVE nanoMETÁLICO” é baseado no jogo de tabuleiro conhecido como Detetive, fabricado e distribuído comercialmente pela empresa Estrela®. Para fins de atender às demandas da atividade proposta e para melhor contemplar o tema a ser abordado, foram feitas adaptações no que se refere ao material de sua execução, ilustradas na Figura 1.

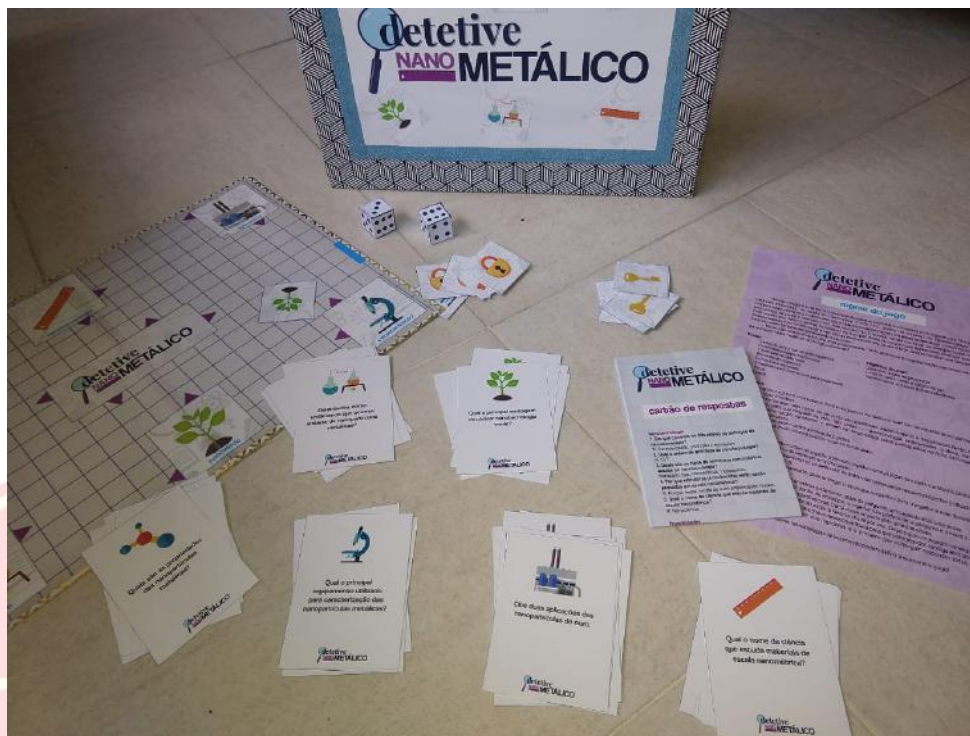


Figura 1: Componentes do jogo “DETETIVE nanoMETÁLICO,” elaborado com material de baixo custo, durante processo avaliativo da disciplina Nanotecnologia e Biomateriais (ICSA26) do curso de Bacharelado em Biotecnologia da Universidade Federal da Bahia.

Fonte: elaborada pelas autoras.

O jogo inicia com um graduando atuando como mediador, o qual decidirá o número de cadeados e chaves disponíveis na partida e as casas em que cada um participante deverá permanecer. No início do jogo, seis cartas de perguntas deverão ser escolhidas aleatoriamente e depositadas dentro do respectivo envelope para que ninguém as veja (Figura 2). Os jogadores definirão a ordem de jogadas, e a partida começará com todos os pinos no centro do tabuleiro.

As regras do jogo consistem nas seguintes etapas: o primeiro participante começará jogando o dado e andando para a direção que desejar, com o objetivo de se posicionar em uma das casas. Os jogadores só poderão sair ou entrar nas casas pelas respectivas portas e, ao entrar, o mediador deverá entregar um envelope contendo uma pergunta, pertinente ao tema, a qual deverá ser respondida.

Dentro do envelope poderá conter, ainda, um cadeado e/ou uma chave. Se houver um cadeado dentro do envelope, o jogador não poderá responder à pergunta e deverá ir em busca da chave que abrirá uma das casas. Cada chave corresponde a uma das casas. Dois jogadores não poderão pegar a mesma chave. Depois que um jogador conseguir destrancar uma casa, ele decidirá onde essa chave ficará para que outro jogador consiga abrir posteriormente. As

rodadas seguirão na ordem dos jogadores, e o primeiro que conseguir responder a todas as perguntas corretamente ganhará o jogo.



Figura 2: Tabuleiro e as peças do jogo "DETETIVE nanoMETÁLICO".

Fonte: elaborada pelas autoras.

Todo o material necessário para a realização do jogo foi confeccionado com material de baixo custo, tal como: embalagens e caixa de papelão usadas anteriormente. Os pinos e dados foram reaproveitados de diversos outros jogos pertencentes às autoras. A plotagem do tabuleiro foi elaborada em programa Power Point (Microsoft®).

As peças do jogo consistem em: seis cartas de perguntas; ficha com as respostas; envelope de respostas, fichas para respostas, seis cadeados e seis chaves (um para cada casa), pinos e dados, como ilustra a Figura 3. As perguntas que constituem o jogo foram divididas em dois eixos: (i) propriedades e aplicações das NPMs e (ii) nanotecnologia verde; elaboradas a partir do material de estudo apresentado em sala de aula em prévia explanação da docente responsável pela disciplina e dados disponíveis na literatura.



Figura 3: Ilustração das fichas do jogo "DETETIVE nanoMETÁLICO".

Fonte: elaborada pelas autoras.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A etapa de organização do jogo “DETETIVE nanoMETÁLICO” possibilitou uma imersão de cunho pessoal na busca pelo conhecimento sobre o assunto abordado. Já a confecção do jogo garantiu momentos de relação interpessoal entre as graduandas que compuseram a equipe responsável pela elaboração do referido jogo. Este segundo momento foi apropriado para estimular a criatividade de suas autoras. Atividades desta natureza também são capazes de desenvolver inúmeras competências, como pensamento crítico, autonomia e o sentimento de pertencimento do graduando, além de estimular o processo de autodeterminação daqueles que foram ou aceitaram estar envolvidos no processo (CLEMENT et al., 2015).

Já o momento de execução do jogo em sala de aula, na presença dos demais graduandos, foi importante para revisar conceitos adquiridos nas aulas expositivas e aplicá-los no contexto das situações apresentadas no jogo com o intuito de resolver os casos propostos. A Figura 4 mostra um momento de interação entre os discentes durante uma partida. Esse momento também favoreceu uma interação lúdica dos discentes com a docente da turma.

Momentos de interação entre os graduandos durante a realização de atividades são necessários para sensibilização dos profissionais em formação no que se refere à construção das relações interpessoais e, portanto, devem ser estimulados nos espaços acadêmicos (Ó et al., 2019).

Devido ao seu caráter interdisciplinar, a abordagem da N&N se torna um complexo desafio (TOMKELSKI et al., 2019). Adicionalmente, as universidades enfrentam dificuldades em realizar determinadas aulas, especialmente de cunho prático, devido a problemas de infraestrutura e disponibilidade de insumos. Esse contexto favorece a aplicação de jogos como via de minimizar os efeitos negativos da não realização de práticas dessa disciplina, além de reforçar o conteúdo teórico ministrado em sala. A eficiência dos games no processo de ensino e aprendizagem de conteúdos complexos ministrados no ensino superior foi evidenciada na avaliação de aprendizado sobre células do sistema imune e seus respectivos mecanismos de ação frente aos agravos à saúde humana decorrentes de processos infecciosos, um dos temas considerados mais difíceis para os cursos de saúde, cuja abordagem foi bastante participativa com aplicação do jogo, evidenciando, também, o estabelecimento de relações interpessoais entre os participantes da referida atividade (BONFIM et al., 2019).



Figura 4: Interação entre discentes durante execução do jogo “DETETIVE nanoMETÁLICO”.

Fonte: elaborada pelas autoras.

A literatura revela que o uso de jogos de tabuleiros sobre N&N não se destinam diretamente a abordar conteúdos sobre a nanotecnologia em si. As informações disponíveis nas bases de dados revelam a utilização de jogos na abordagem da N&N que remetem ao Ensino Básico (LEITE et al., 2013), ao Ensino Fundamental (PEREIRA et al., 2010 ou para a abordagem de uma disciplina afim, como a Física, por exemplo (TONET e LEONEL, 2019). Até o presente momento não foram encontradas publicações sobre a elaboração e aplicação de jogos de tabuleiro para fins de aprendizagem sobre N&N destinados ao Ensino Superior, sendo essa a primeira contribuição dessa natureza.

Apesar de não termos embasamento estatístico e de não ter sido aplicado qualquer instrumento de verificação do conhecimento adquirido por essa metodologia, acreditamos que a utilização dos jogos na abordagem de conteúdo programático, desde a sua elaboração até a execução em sala de aula, é uma estratégia viável na construção do aprendizado, por envolver o ensino por investigação e devido à prática de metodologias que envolvam os graduandos. O ensino por investigação proporciona uma formação diferenciada e inovadora aos graduandos, haja vista que esse processo ocorre a partir da visão própria do educando, o que, por sua vez, garante a construção mais eficaz do conhecimento (TAVARES e ALARCÃO, 2007).

CONCLUSÕES

A proposta da elaboração do jogo “DETETIVE nanoMETÁLICO” foi desafiadora, porém muito instigante e divertida. A execução do referido jogo em sala resultou numa experiência gratificante, proporcionando momentos de descontração e com predomínio da função lúdica, algo tão incomum quanto necessário ao ambiente acadêmico.

Os estudos sobre as NPMs na etapa de elaboração das perguntas foram imprescindíveis não somente para o entendimento dos temas, mas também para nossa compreensão sobre a finalidade prática do ensino por investigação. Acreditamos que a aplicação deste jogo poderá contribuir com a formação de outros graduandos, minimizando os impactos desencadeados na impossibilidade de explorar as NPMs em atividades de cunho prático.

Até o momento, nosso trabalho é pioneiro em todo o Brasil na elaboração e aplicação dos jogos de tabuleiro sobre N&N, bem como sobre NPMs voltada para o Ensino Superior. Mas diante da necessidade de discussão sobre esse tema, incentivamos a elaboração de outros jogos dessa natureza para fins de popularização da N&N.

PERSPECTIVAS FUTURAS

Esperamos utilizar o jogo “DETETIVE nanoMETÁLICO”, elaborado no semestre 2019.2 durante a aula sobre nanopartículas metálicas da disciplina ICSA26 do Curso de Bacharelado em Biotecnologia da Universidade Federal da Bahia, para os graduandos de Biotecnologia nos próximos semestres, para fins de validar sua potencialidade como ferramenta de aprendizagem. Pretendemos, também, elaborar instrumento (questionário, a saber) para avaliar o quanto o jogo contribuiu no entendimento do assunto supracitado.

REFERÊNCIAS

AMORIM, Nádia Ribeiro; LEITE, Sidnei Quezada Meireles; TERRA, Vilma Reis. SOUZA, Maria Alice Veiga Ferreira. Cineclube na escola: uma proposta sociocultural interdisciplinar para a promoção da alfabetização. **Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica**, v. 2, n. 2, p. 111-121, 2012.

AULER, Décio. Articulação entre pressupostos do educador Paulo Freire e dos movimentos CTS: novos caminhos para a educação em ciências. **Contexto & Educação**, v. 22, n. 7, p. 167-188, 2007.

BAYDA, Samer; ADEEL, Muhammad; TUCCIANARDI, Tiziano; CORDANI, Marco; RIZZOLIO, Flavio. The History of Nanoscience and Nanotechnology: From Chemical–Physical Applications to Nanomedicine. **Molecules**, v. 25, n. 112, p.1-15, 2020.

BOMFIM, Larissa Mendes; ESPÍRITO SANTO, Renan Fernandes; QUADROS, Helenita Costa; ORGE, Cibele Tereza Deolinda Machado; CARNEIRO, Rita Terezinha de Oliveira; MAGALHAES, Carla Pires; LIMA, Felipe Rocha. Ensino por investigação em imunologia: as células de defesa e seus mecanismos efetores frente a doenças específicas. **Atas de Ciências da Saúde**, v. 7, p. 66-81, 2019.

CLEMENT, Luiz; CUSTÓDIO, José Francisco; ALVES FILHO, José de Pinho. Potencialidades do Ensino por Investigação para Promoção da Motivação Autônoma na Educação Científica. **Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.8, n.1, p.101-129, maio 2015.

DELIZOICOV, Nadir Castilho; SLONGO, Iône Inês Pinsson. O ensino de ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental: elementos para uma reflexão sobre a prática pedagógica. **Séries-Estudos**, v. 3, n. 32, p. 205-221, 2011.

FOUDAA, Amr; HASSANA, Saad EL-Din; ELGMALA, Mamodh S.; MOHMEDB, Asem A; EEL, Salem S. Salem. Optimal factors for biosynthesis of silver nanoparticles by *Aspergillus* sp. **Al Azhar bulletin of Science**. v. 9, p. 161-172, 2017.

GONZAGA, Glaucia Ribeiro; MIRANDA, Jean Carlos; FERREIRA, Matheus Lopes; COSTA, Rosa Cristina; FREITAS, Caroline Coutinho Carneiro; FARIA, Ana Carla de Oliveira. Jogos Didáticos para o ensino da Ciências. **Revista Educação Pública**, v.7, n.7, p. 1-11, 2017.

LEITE, Ilaíali Souza; LOURENÇO, Ariane Baffa; LICIO, José Guilherme; HERNANDES, Antonio Carlos. Uso do método cooperativo de aprendizagem Jigsaw adaptado ao ensino de nanociência e nanotecnologia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 4, p. 4504-1-4504-7, 2013.

MANSOORI, G; FAUZI SOELAIMAN, T. Nanotechnology - An Introduction for the Standards Community. **Journal of ASTM International**. v. 2, edição 6, p. 1-22, 2005.

Ó, Jorge Ramos do; ALMEIDA, Marta; VIANA, Joana; SANCHES, Tatiana; PAZ, Ana. Tendências recentes da investigação internacional sobre pedagogia do ensino superior: uma revisão da literatura. **Revista Lusófona de Educação**, v. 45, p. 205-221, 2019.

RIBEIRO, Allan Victor; TEREZA, Matheus Borges; SOUZA, Felipe Alexandre; FILHO, Moacir Pereira de Souza. Modelagem e simulação computacional e as potencialidades da realidade virtual associadas ao ensino da nanociência e nanotecnologia. **Revista Interdisciplinar de Tecnologias e Educação**. v. 2, n. 1. p. 1-10, 2016.

SILVA, Paulo Ricardo da; LOPES, Jose Guilherme S. Investigating the Mobilization of Teachers' Knowledge in Teaching Proposals About Nanoscience and Nanotechnology. **Revista de Debates em Ensino de Química (REDEQUIM)**, v. 5, n. 2, p. 151-164, 2019.

PEREIRA, Fábio Delgado; HONÓRIO, Káthia M; SANNOMIYA, Mirian. **Química Nova na Escola na Escola**. v. 32, n. 2, p. 73-77, 2019.

SILVA, Luciano Paulino; BONATTO, Cínthia Caetano; PEREIRA, Flávio Duque Estrada Soares; SILVA, Luciane Dias; ALBERNAZ, Vanessa Lima; POLEZ, Vera Lúcia Perussi. Nanotecnologia Verde para Síntese de Nanopartículas Metálicas. In: RESENTE, Rodrigo Ribeiro; SOCOOL, Carlos Ricardo. **Biotecnologia Aplicada à Agro & Indústria - Fundamentos e Aplicações**. São Paulo: Blucher, v. 4, p. 968-1011, 2016.

TAVARES, José; ALARÇÃO, Isabel. Paradigmas de formação e investigação no Ensino Superior para o Terceiro Milênio. In: **Escola reflexiva e nova racionalidade**. Porto Alegre: Editora Artmed. 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, n. 3, pp. 665-683, 2019.

TONET, Michele Duarte; LEONEL, André Ary. Nanociência e Nanotecnologia: uma revisão bibliográfica acerca das contribuições e desafios para o ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 36, n. 2, p. 431-456, 2019.

VENKATESH, Nagasamy; HARISH, Kumar K; BHOWMIK, Himangshu; KUIILLA, Anuttam. Metallic Nanoparticle: A Review. **Biomedical Journal of Scientific & Technical Research**, v. 4, edição 2, 2018.

ZHU, Jianxiong; LIU, Xinmiao; SHI, Qiongfeng; HE, Tianyiyi; SUN, Zhongda; GUO, Xinge; LIU, Weixin; SULAIMAN, Bowei; DONG, Bowei; LEE, Chengkou. Development Trends and Perspectives of Future Sensors and MEMS/NEMS. **Micromachines**. 11(1), 7, 2020.



Revista
Ciências & Ideias