



Universidade de Brasília

FACULDADE UnB PLANALTINA

LICENCIATURA EM CIÊNCIAS NATURAIS

**A TECNOLOGIA EM SALA DE AULA: UMA PROPOSTA DE
INTERVENÇÃO VISANDO O TRATAMENTO DA ÁGUA POR
MEIO DO USO DE NANOPARTÍCULAS**

Autor: Gustavo Garcia da Silva

Orientadora: Dra. Cynara Caroline Kern Barreto

Planaltina – DF

Novembro, 2019



Universidade de Brasília

FACULDADE UnB PLANALTINA

LICENCIATURA EM CIÊNCIAS NATURAIS

A TECNOLOGIA EM SALA DE AULA: UMA PROPOSTA DE INTERVENÇÃO VISANDO O TRATAMENTO DA ÁGUA POR MEIO DO USO DE NANOPARTÍCULAS

Autor: Gustavo Garcia da Silva

Orientadora: Dra. Cynara Caroline Kern Barreto

Trabalho de Conclusão de Curso a ser apresentado à Banca Examinadora como requisito para conquista de certificação de Licenciado do curso de Ciências Naturais da Universidade de Brasília, da Faculdade UnB de Planaltina, sob a orientação da Prof.: Dra. Cynara Caroline Kern Barreto.

Planaltina – DF

Novembro, 2019

DEDICATÓRIA

Dedico todo o meu trabalho à minha família, aos amigos, e aos meus queridos professores que me auxiliaram nessa caminhada árdua e de muito aprendizado. Aos que não puderam realizar seus sonhos, à toda comunidade.

“For a long time, I was afraid to be who I am because I was taught by my parents that there's something wrong with someone like me. Something offensive, something you would avoid, maybe even pity. Something that you could never love. I was afraid of this parade because I wanted so badly to be a part of it. So today, I'm marching for that part of me that was once too afraid to march. And for all the people who can't march... the people living lives like I did. Today, I march to remember that I'm not just a me. I'm also a we. And we march with pride.” — Nomi

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a todo o apoio que recebi, durante os anos, dos meus pais, minha querida mãe Marli Florentino, e meu querido pai Josmar Garcia. Obrigado pelo aprendizado que foi essencial para meu sucesso como pessoa e como profissional.

A minha irmã Isabelle, que sempre esteve ao meu lado e me ouvia durante as minhas crises, assim como as minhas primas Laís Florentino e Giovanna Florentino, que sempre estiveram aqui para ouvir minhas conquistas, derrotas e anseios, amo muito vocês.

A minha amiga Ruth, que na caminhada pela graduação, sempre dedicou um tempo para me auxiliar durante o Pibic, nas disciplinas de física, de estágio... Foram tantas dificuldades nestes três anos e meio e só tenho a te agradecer por todo o apoio e paciência.

A minha querida orientadora, professora estimada Cynara Caroline, por todo seu apoio, paciência (muita), compreensão e tempo dedicados.

Aos meus amigos Luciana e Rafael. Que tiveram papel fundamental no meu crescimento como pessoa, me ensinaram que carinho e afeição não são exclusivos da família em que nascemos, mas também da família que construímos ao longo do caminho!

Obrigado à minha irmã Joyce Garcia, que apesar de termos nos distanciado com o tempo, ainda permanece todo o carinho e amor fraterno que tenho por ti! Por indicação sua ingressei no curso de Ciências Naturais, agradeço muito por isso. Obrigado por me proporcionar a bênção de ser tio, duas vezes, amo meus queridos Davi e Talita, vejo neles amor puro e bondade.

Agradeço aos meus colegas de graduação e amigos por todo o carinho, à querida Claudyanne, que foi minha primeira amiga nessa UnB, Dominique, Well, Saty, Lucas, meu muito obrigado.

Ao meu querido Fernando, com todo o seu apoio e carinho sempre me encorajou e esteve ao meu lado em meus piores e melhores dias, seu amor me fortaleceu durante épocas tão difíceis da minha vida. Esteve comigo durante esse período de final de curso, que para ambos foi um desafio. Muito obrigado.

A tecnologia em sala de aula: uma proposta de intervenção visando o tratamento da água por meio do uso de nanopartículas.

Gustavo Garcia da Silva¹

RESUMO

O uso da água é essencial para o cotidiano da população, fazendo parte de inúmeros processos como na agricultura, na indústria e nos domicílios. Nota-se que este recurso vem sendo degradado de forma que a natureza não consegue repô-lo, resultando na procura por métodos de conservação e renovação deste. Nesse contexto a nanotecnologia toma um espaço significativo para a solução destas questões. Alguns estudos mostram que os materiais, na escala nanométrica, manifestam propriedades específicas diferentes das que o material manifesta em escala macro. Os métodos mais comuns de tratamento de água por meio de nanopartículas são adsorção, materiais com membranas, fotocatalise e desinfecção por meio de monitoramento e sensores. Este trabalho teve com objetivo, então, elaborar uma atividade didática para apresentar alguns estudos em nanotecnologia para estudantes do ensino fundamental, foram elaborados três textos didáticos. Em sequência, abrangem os temas: Nanotecnologia no Brasil, Tipos de materiais nanométricos utilizados no tratamento da água e Tratamento de água utilizando nanopartículas. Estes textos são transposições didáticas de artigos científicos sobre o desenvolvimento das pesquisas em nanociência relacionadas ao tratamento de água. Portanto, foi possível elaborar um minicurso, com uma linguagem científica e de fácil compreensão, sobre o uso de nanopartículas no tratamento de água.

Palavras-chave: nanopartículas magnéticas, proposta de ensino, transposição didática e tratamento de água.

1. Curso de Ciências Naturais – Faculdade UnB Planaltina

Sumário

1	INTRODUÇÃO	8
2	OBJETIVOS	9
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	10
3.1)	ÁGUA, SOCIEDADE E CIÊNCIA	10
3.2)	DESENVOLVIMENTO NAS ESCOLAS	11
3.2.1)	Metodologias de ensino.....	11
3.3)	TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA	12
4	METODOLOGIA	13
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
5.1)	MINICURSO: NANOTECNOLOGIA EM CIÊNCIAS NATURAIS	15
5.2)	TEXTO UM: NANOTECNOLOGIA E ÁGUA NO BRASIL	16
5.3)	TEXTO DOIS: O USO DA NANOTECNOLOGIA NO TRATAMENTO DE ÁGUA	18
5.4)	TEXTO TRÊS: LIMPANDO ÁGUAS COM NANOPARTÍCULAS	20
6	CONCLUSÃO	22
	REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	23
	ANEXOS	25

1 Introdução

O uso da água é necessário no cotidiano da população fazendo parte de muitos processos como na agricultura, na indústria e nos domicílios. Tal recurso natural tem se tornado cada vez mais escasso, pois é um recurso finito o que emerge a necessidade de, além de preservá-lo, encontrar maneiras para reutilizá-lo e assim assegurar que as gerações futuras possam usufruir deste produto de forma consciente.

Além da questão da falta de água, soma-se o desperdício e a poluição da água, enfatizando a necessidade na criação de políticas públicas para a conscientização da população com relação ao uso desse recurso natural. Na Índia, por exemplo, existe uma data na qual é comemorado um evento em consciência ao Rio Ganges, denominado a Cadeia Humana, onde os estudantes e moradores se reúnem de mãos dadas às margens do rio, simbolizando um escudo que bloqueia os poluentes e resíduos no rio e promove uma consciência sobre os problemas hídricos (ANA, 2013).

Visto que o uso de recursos minerais e naturais é fundamental para a realização de tarefas do cotidiano, a pesquisa por métodos de conservação e renovação destes recursos se torna pertinente. Nesse contexto, novas tecnologias, como a nanotecnologia e a nanociência, tomam um espaço significativo para a solução desses problemas.

A nanotecnologia envolve o estudo de materiais produzidos em escala nanométrica, ou seja, 1 metro dividido em 9 bilhões de vezes. Visto que nessa escala os materiais podem apresentar características notáveis e importantes para o uso em fármacos, na aeronáutica, em cosméticos e na biomedicina (ZHAO, 2011).

Os estudos mais recentes mostram as diversas utilidades de materiais produzidos nesta escala, como os materiais adsorventes que são utilizados juntamente com nanopartículas magnéticas. Estas ao serem induzidas por um campo magnético reagem com este campo, retirando as substâncias impuras, como metais pesados, do sistema que estão sendo estudadas ou aplicadas (CAMPOS, 2010).

De acordo com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (Brasil, 1996), cabe ao profissional da educação o desenvolvimento, nos estudantes, da compreensão sobre o ambiente natural e social e da tecnologia, visto que atualmente é intrínseca a relação do ensino com o uso das novas tecnologias.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais cerca de $\frac{3}{4}$ da superfície terrestre é coberta por água, substância que é tão essencial para todos os seres vivos, não podendo ser ignorada, então, a importância de levar para as escolas a conscientização sobre o uso da água e as relações entre as atividades realizadas pelo ser humano e os recursos hídricos (Brasil, 1998).

Ainda neste contexto educacional, o documento dos Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 1998) esclarece que é importante que o ensino seja diferenciado, no sentido de haver atividades que fujam do padrão, no qual o professor não atua como mediador do ensino, mas como um transmissor do conhecimento e que promovam o aprendizado da maioria.

Partindo de algumas concepções do documento, este trabalho compartilha de certos objetivos similares e levanta a importância da clareza sobre alguns, tais como:

“Elaborar, individualmente e em grupo, relatos orais e outras formas de registros acerca do tema em estudo, considerando informações obtidas por meio de observação, experimentação, textos ou outras fontes... identificar diferentes tecnologias que permitem as transformações de materiais e de energia necessárias a atividades humanas essenciais hoje e no passado” (Parâmetros Curriculares Nacionais, p. 61, 1998).

2 Objetivos

Este trabalho teve como objetivo propor uma atividade didática para aproximar alguns estudos em nanotecnologia e nanociência com estudantes da rede pública do ensino fundamental. Também visa a aproximação da comunidade acadêmica com a comunidade escolar, objetivando um interesse na popularização da ciência.

3 Fundamentação Teórica

3.1) Água, sociedade e ciência

Quando projetos que visam impedir a entrada de materiais poluentes não são eficientes, faz-se necessária a adoção de medidas para o tratamento da água poluída, para que seja reutilizada para uso humano ou para outras finalidades (ANA, 2013). A Organização Mundial da Saúde ressalta que a falta do saneamento básico no Brasil resulta em cerca de 80% das doenças e 65% de internações hospitalares, ressaltando ainda mais a questão da participação da sociedade com a manutenção dos recursos hídricos.

Nesse contexto, existem programas de conservação e tratamento de água que são aplicados por empresas como a Caesb, que põe em pauta a crise hídrica que os habitantes do Distrito Federal estão vivendo. Em uma análise feita no documento *A Superação da Crise Hídrica – Planejamento, Investimento e Criatividade* (Caesb, 2018) foi identificada uma redução significativa nas vazantes da Bacia do Alto Descoberto e da Santa Maria, que são os principais reservatórios do DF, responsáveis por cerca de 85% do abastecimento de água da população.

A desinfecção da água potável se tornou uma questão de saúde pública e uma questão muito importante no desenvolvimento de novas tecnologias. O uso das nanopartículas no tratamento da água ampliou a produção de pesquisas acerca de poluentes específicos da água, como mostrado por Moustafa, 2017.

A nanotecnologia permite o trabalho com escalas da matéria em nível atômico e molecular, pois os materiais em tamanho nanométrico desenvolvem propriedades físico-químicas diferentes das que os mesmos materiais manifestam em tamanho maior. Estas qualidades específicas fazem com que sejam favorecidas algumas propriedades dos materiais, como a diluição, a reatividade e a adsorção, indicando uma vantagem para processos de purificação da água. (SILVEIRA, 2016).

Existem vários métodos de tratamento de água por meio do uso de nanopartículas, apresentados por Sandra Maria (2016), tais como adsorção, materiais com membranas, fotocatalise, desinfecção e monitoramento e sensores. Neste trabalho apenas é mostrada uma parcela de inúmeros métodos de tratamento de água por meio do uso de nanopartículas.

3.2) Desenvolvimento nas escolas

O trabalho do docente é fazer com que os conhecimentos científicos sejam transpostos para o estudante, que se encontra em uma zona de desenvolvimento específica para sua idade e conhecimentos já internalizados. A interação social fornece matéria-prima para o desenvolvimento psicológico do estudante:

“A escola tem papel fundamental na construção do ser psicológico adulto dos indivíduos que vivem em sociedades escolarizadas. Ao reconhecer o nível de desenvolvimento dos estudantes a escola deve dirigir o ensino não para etapas intelectuais já alcançadas, mas para estágios de desenvolvimento ainda não incorporados pelos estudantes, funcionando como um motor de novas conquistas psicológicas” (OLIVEIRA, p. 45, 2010).

Abrangendo o processo escolar e as discussões acerca de uma transformação do ensino, são apresentados a seguir algumas reflexões sobre as metodologias de ensino empregadas neste trabalho e sobre a transposição de conhecimentos em artigos científicos para o ensino fundamental.

3.2.1) Metodologias de ensino

Uma aula por investigação é caracterizada pela participação ativa dos estudantes e é o principal objetivo a interação do professor com as respostas de cada discente. Perguntar sobre o cotidiano dos estudantes, relacionando eventos naturais conhecidos com o conteúdo proposto para a aula, aumenta as chances de uma aprendizagem ativa e eficaz. Pode-se começar uma aula investigativa a partir de um problema proposto pelo professor, ou no nosso caso por uma situação cotidiana, a fim de que os estudantes procurem soluções para o caso (AZEVEDO, 2004).

No processo do conhecimento nota-se a importância, não só de obter resultados, mas de como se chega nesses resultados, o caminho da aprendizagem, segundo Azevedo (2004), deve ser cuidadosamente preparado para que o estudante construa uma autonomia de pensamento. Geralmente, em uma aula comum, o professor segue um roteiro prévio e o segue, às vezes sem considerar se os alunos estão realmente aprendendo. A utilização do método investigativo é fugir desse roteiro e desenvolver o pensamento crítico dos estudantes.

Atualmente existem pelo menos dois métodos avaliativos: os que classificam os estudantes e os que promovem a aprendizagem. Visto que a classificação ainda é o dominante e que já se tem percebido as falhas desse método, é discutido a solução para esse problema. Às

vezes o “mau desempenho” do aluno é justificado pelo ambiente em que esse aluno está inserido, ocasionando o fracasso escolar, necessitando, então, de um atendimento diferenciado, que valorize as capacidades deste aluno, que deveria ser o objetivo da avaliação formativa (VILLAS BOAS, 2001)

De acordo com Villas Boas (2001) essa avaliação formativa serve para que os professores analisem o desenvolvimento dos alunos no decorrer de um tempo, avaliando o progresso desses alunos, a fim de considerar vários aspectos, tais como seu esforço, seu contexto particular e o que foi aprendido por ele. Esse processo de avaliação rende ao professor um *feedback*, que o ajudará a ver como está progredindo com seu ensino e como os alunos estão desenvolvendo seu aprendizado.

O trabalho mais importante do professor se dá em sala de aula, que é onde ocorrem as interações entre professor-estudante, estudante-estudante, onde há o entrelaçamento de opiniões e visões sobre a natureza e a sociedade. O profissional da educação deve ter claro em sua mente seus objetivos. Seu trabalho com o conhecimento reflete na apropriação e construção do conhecimento (FORESTI, 2008).

Tendo em vista que a dialética proporciona uma interação melhor entre indivíduos o trabalho do professor é enriquecido, ao conversar e entender quais são as facilidades e dificuldades dos estudantes a intervenção pedagógica e mediação de conteúdos se torna um processo mais agradável e proveitoso.

3.3) Transposição didática

Para Vygotski, a utilização de instrumentos psicológicos como mediadores no ensino facilita o aprendizado (Oliveira, 2010), assim sendo o uso de aulas demonstrativas sobre sistemas nano estruturados neste trabalho tem como função mediar o conhecimento entre pesquisas científicas com a comunidade escolar.

Ainda nesse contexto, opta-se pelo trabalho em grupo para que desenvolvam capacidades que só podem ser aprendidas por meio da comunicação com outras pessoas que estão em um nível de desenvolvimento similar. A interação face a face entre indivíduos desempenha um papel fundamental na construção do ser humano: é por meio da relação interpessoal que o indivíduo vai chegar a interiorizar as formas culturalmente estabelecidas de funcionamento psicológico (OLIVEIRA, 2010).

O professor cientista busca por métodos que sejam facilitadores no processo de ensino/aprendizagem, percebendo as diferentes formas de internalização. O docente, então, recontextualiza o saber, buscando por situações que deem sentido aos conhecimentos que vão ser considerados em sala de aula (PARRA, 1996).

A transposição de conhecimentos se torna uma articulação necessária ao professor, que agora tenta aproximar a ciência avançada da realidade dos estudantes, por meio de jogos, aulas dinâmicas, atividades interdisciplinares, entre outras formas alternativas de mediar o conhecimento. Essa mediação novamente foge do que é conhecido como a “aula tradicional”, que ocorre com o professor que transmite o conhecimento por meio de aulas puramente expositivas.

4 Metodologia

A metodologia empregada foi a qualitativa, visto que, de acordo com Sampieri, Collado e Lucio (2013), é um processo de pesquisa mais flexível, procurando contato com a realidade subjetiva. O resultado deste método é, então, mais singular e busca explicar fenômenos de forma mais contextualizada.

Os textos didáticos foram baseados em artigos científicos obtidos pela plataforma de periódicos da Capes, onde a pesquisa teve referência com as palavras “*nanotechnology*”, “*water treatment*” e “*nano water*”. Foi feita uma transposição didática destes artigos onde considerou-se importante destacar os objetivos das pesquisas, os estudos acerca da nanotecnologia e algumas conclusões relacionadas aos resultados obtidos. Foi realizado um procedimento de análise dos artigos de interesse, o qual foi separado em etapas: (1) seleção de artigos e leitura dos resumos (2) leitura dos artigos, (3) análise dos artigos e (4) transposição didática.

Para a etapa (1) foram considerados o desenvolvimento e a discussão acerca dos temas, os três artigos foram selecionados para que se encaixassem na seguinte sequência:

- 1- Pesquisas em nanotecnologia no Brasil;
- 2- Tipos de materiais nanométricos utilizados no tratamento de água;
- 3- Tratamento de água utilizando nanopartículas.

A etapa (2) envolveu a leitura cuidadosa dos artigos e compreensão das pesquisas realizadas. Foi realizada de forma concomitante a etapa (3), visto que a análise dos artigos é desempenhada durante a leitura e depois, assim a transposição didática se torna um processo

espontâneo. O que leva à etapa (4) onde foram levados em conta: Linguagem textual e conteúdo. Para que os textos didáticos sejam direcionados ao ensino fundamental foi escolhida uma linguagem mais acessível a este público, assim como o conteúdo, que foi transposto de forma mais despojada.

O minicurso foi desenvolvido com foco na discussão dos textos didáticos propostos e desenvolvidos neste trabalho, com base em artigos científicos. O propósito deste minicurso é aproximar as pesquisas em nanociência e nanotecnologia com a comunidade escolar, visando popularizar a ciência. Para isto foram programadas três aulas que serão detalhadas na seção 5.2.

A estrutura deste é construída com base em aulas de ciências de estudantes da rede pública, cada uma com duração de 45 minutos. Como se trata de um minicurso é preferível que sejam aulas duplas, para melhor aproveitamento do tema durante o tempo escolar. O minicurso está previsto para ser realizado para os oitavos e nonos anos do ensino fundamental. É feita uma revisão, utilizando apenas o quadro branco, do conceito de métrica, para que os estudantes relembrem os conteúdos que já estudaram nas séries anteriores. Uma aula de leitura dos textos didáticos e apresentações destes textos e uma terceira aula de avaliação.

5 Resultados e discussão

As aulas do minicurso serão focadas na utilização de textos didáticos, que foram desenvolvidos de forma que os estudantes sejam instigados a pesquisarem sobre novas formas de tratamento de água. As pesquisas em nanotecnologia acerca do tratamento de água ainda estão em desenvolvimento e possuem aplicações promissoras para a remediação de cursos de água poluídos e/ou contaminados. A seguir são apresentados os textos didáticos que foram desenvolvidos para aplicação no minicurso em Nanotecnologia nas Ciências Naturais.

5.1) Minicurso: Nanotecnologia em Ciências Naturais

Foi desenvolvido um plano de aulas que abrange o tema Nanociência e nanotecnologia, propondo o uso de novas tecnologias, direcionado ao ensino fundamental. Recomenda-se ao professor que utilize uma linguagem científica, porém que seja acessível aos estudantes da região.

O tema do minicurso é: O uso da Nanotecnologia nas Ciências Naturais. É direcionado a estudantes do 8º ou 9º ano do ensino fundamental. Os objetivos envolvem introduzir a nanométrica ($1\text{nm} = 1 \times 10^{-9}\text{m}$) para que compreendam e correlacionem com conversão de unidades, que é um conteúdo prévio trabalhado com eles. Também relacionar a palavra nano com o que já é conhecido, como moléculas e células, além de perceber, neste contexto tecnológico, as tecnologias atuais e futuras sobre o uso da nanotecnologia.

Deve ser falado sobre a nanotecnologia e o tratamento de água utilizando nanopartículas magnéticas adsorventes. A metodologia de ensino consiste em aulas expositivas e conversadas, a avaliação será formativa e realizada em forma de roda de conversa, na qual o professor avaliará o envolvimento dos estudantes durante o desenvolvimento da leitura e apresentação dos textos.

A descrição completa de como o professor deve guiar as aulas é proposto no Plano de Aulas, que se encontra em anexo. E os textos didáticos, resultado da transposição didática, são discutidos no próximo tópico. É apresentada uma introdução ao artigo original, o texto didático e uma reflexão sobre como proceder com a utilização do texto no minicurso.

5.2) Texto um: Nanotecnologia e água no Brasil

Foram selecionados três artigos a fim de construir uma linha de raciocínio na qual o primeiro texto didático apresenta a nanotecnologia no Brasil e em como as pesquisas estão sendo desenvolvidas, neste artigo é discutido sobre a situação das águas no Brasil, assim como o desenvolvimento e a eficiência das pesquisas em nanociência e tratamento de águas superficiais de cursos de água poluídos ou contaminados.

TEXTO UM: SILVEIRA, S. M. B; FOLADORI, G. Nanotecnologia e água no Brasil. Acta Scientiarum: Human and Social Sciences (p. 153-161), v. 38, n. 2. Maringá, 2016.

Nanotecnologia e água no Brasil

O Brasil é um dos países com maior riqueza de recursos hídricos no mundo, entretanto a água potável não é igualmente distribuída para toda a população. A falta de água potável afeta principalmente os lugares onde o clima é muito seco e há um déficit hídrico, este problema atinge mais ainda a população mais pobre que vive em áreas rurais.

Evidência desta desigualdade é a proliferação de doenças que são transmitidas por mosquitos e água contaminada, tais como o zika vírus, a chikungunha, a febre amarela e a dengue. A questão da desigualdade com as doenças transmitidas por mosquitos está relacionada diretamente visto que os sistemas inadequados de saneamento, resultando em água parada e facilitando na proliferação dos mosquitos.

A água é um recurso essencial para os processos de produção, cerca de 75% da água de todo o país é utilizada em irrigação. As

regiões urbanas também são afetadas pela poluição de cursos de água, apesar de que apenas 8% da água do país é retirada para abastecimento humano urbano, porém são áreas mais populosas.

Os materiais em tamanhos nanométricos desenvolvem propriedades físicas e químicas

diferentes das que possuem tamanho maior. O ouro, por exemplo, quando trabalhado em diferentes tamanhos pode variar sua cor e pode se tornar mais reativo. Esta característica acontece porque quanto maior a área superficial de certo material, maior é a reatividade deste, ou seja, é mais fácil de o material reagir com outros materiais ou solventes.

Alguns desses materiais têm sido utilizados em processos de purificação da água, a diferença na escala aumenta sua superfície externa em relação à massa e favorecem a diluição, a reatividade e a adsorção.

Os principais métodos de tratamento da

água utilizando os nanomateriais são adsorção, membrana de filtração, entre outros. Alguns desses métodos e procedimentos podem ser aplicados em locais determinados, o que resulta em grande vantagem econômica.

Nos últimos anos a nanotecnologia tem chamado atenção para potencial aplicação no tratamento

A **adsorção** consiste no processo pelo qual os átomos, moléculas ou íons são retidos na superfície de sólidos através de interações químicas ou físicas. Este processo é empregado na produção de materiais em nanoescala para o tratamento da água.

de cursos de água que estão poluídos, o que resulta em novas pesquisas e na criação de inúmeros projetos de pesquisas que são desenvolvidos nas universidades públicas. No Brasil o que é mais focado nas pesquisas é a **remediação ambiental**, que são as técnicas

utilizadas para remediar ou prevenir danos causados ao meio ambiente.

A **remediação ambiental** é um conjunto de métodos utilizados visando a recuperação de áreas poluídas ou contaminadas.

A discussão em sala a ser feita a partir deste texto é uma investigação do saber científico dos estudantes com relação aos avanços tecnológicos realizados no Brasil. Também apontar as universidades que realizam as pesquisas em nanotecnologia, cabe ao professor ler o artigo original e decidir se irá aprofundar mais no tema com os estudantes. Devem ser discutida as questões sociais envolvendo o uso da água no Brasil.

É necessário que se fale da nanotecnologia como proposta para esse problema ambiental/social, visto que é uma tecnologia promissora e de baixo custo. A adsorção é um conceito novo para os estudantes e não deve ser confundida com absorção, visto que são propriedades da matéria que se diferem. Tanto no texto um quanto no texto dois são apresentadas definições para adsorção.

5.3) Texto dois: O uso da nanotecnologia no tratamento de água

O segundo texto apresenta quatro métodos de aplicações e funcionalidades de nanomateriais magnéticos: adsorção, membranas, fotocatalise e desinfecção e controle microbial. Este artigo discorre sobre o uso de partículas e aprofunda nas questões e dificuldades para o financiamento de pesquisas sobre o tema, assim como questões sociais acerca do tratamento, uso e descarte da água.

TEXTO DOIS: QU, X; ALVAREZ, P. J. J; LI, Q. Applications of nanotechnology in water and wastewater treatment. Elsevier: Water Research 47 (p. 3931 – 3946), 2013.

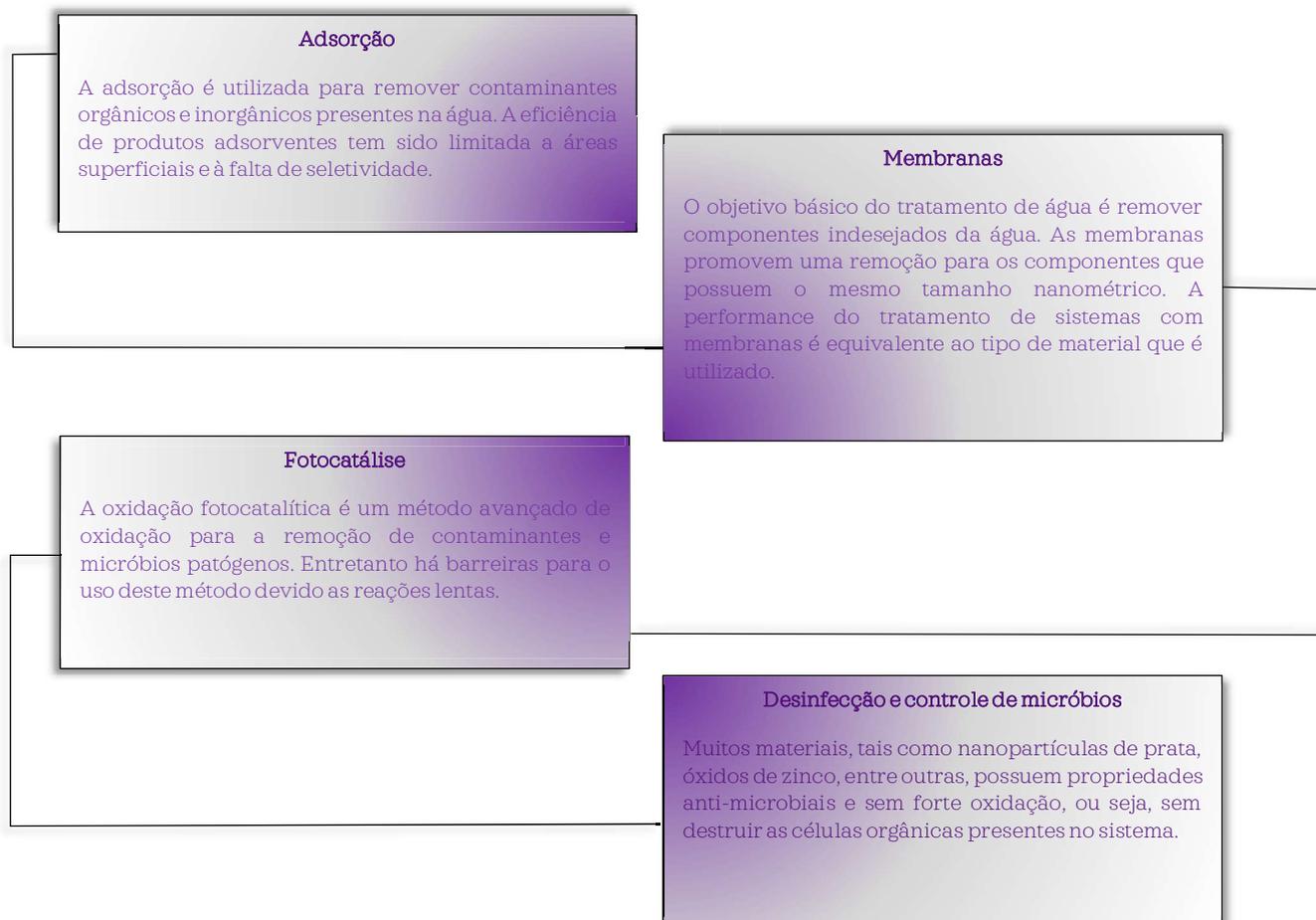
O uso da nanotecnologia no tratamento de água

A água é o recurso natural mais importante para a manutenção da vida, sendo necessário o uso correto, por meio da sociedade, deste produto. Visto que a maior parte da água disponível o Planeta não pode ser utilizada para consumo, procura-se maneiras de conservar a água potável. O que se sabe é que o atual sistema de distribuição, tratamento e descarga da água não são mais eficientes, visto que estes não são mais sustentáveis.

O trabalho dos cientistas é, a partir de novas demandas, procurar soluções baratas e práticas para os problemas e questões que surgem acerca do uso de um recurso que é essencial para a vida:

a água. A nanociência, então, desempenha um papel fundamental para o desenvolvimento de sistemas mais sustentáveis e biocompatíveis para a questão do tratamento da água.

Os nanomateriais são definidos como materiais menores que 100 nanômetros, isto equivale a 1×10^{-9} metros. Nesta escala os materiais desenvolvem propriedades físicas e químicas específicas como dissolução e alta reatividade. Alguns tipos de materiais nanométricos já são utilizados para diversos fins. A seguir são apresentados alguns processos envolvendo estes tipos de materiais.



O artigo base é um levantamento bibliográfico apresentando os tipos de nanopartículas magnéticas que melhor reagem com os tipos de materiais utilizados no tratamento de água. Cabe ao professor ler o artigo e refletir se deve aprofundar em cada tipo de material. É necessário que seja feita uma reflexão sobre o trabalho dos cientistas em relação ao bem social e ambiental, isso inclui instigar os estudantes a pensar sobre quais são as demandas atuais relacionadas ao uso da água.

É válido lembrar o que é proposto estudar na primeira aula expositiva do minicurso, sobre os conceitos de tamanhos nanométricos e explicar a relação entre a reatividade dos materiais com seu tamanho, envolvendo área superficial. Nesse momento sugere-se fazer uma consideração sobre o crescimento da nanotecnologia no Brasil e no mundo, apontando as características específicas dos materiais nanométricos. Os desafios acerca do uso de nanopartículas *in vivo* espera-se que sejam temporários, conforme haja parcerias entre indústrias, instituições e do governo.

5.4) Texto três: Limpando águas com nanopartículas

O terceiro texto didático apresenta uma aplicação de nanopartículas funcionalizadas no tratamento de águas superficiais coletadas em dois lagos na Suécia e tem como resultados a limpeza eficiente dessas amostras. Os testes foram feitos em laboratório e o autor discute, ao final do artigo, sobre o potencial uso destas partículas em larga escala.

TEXTO TRÊS: LAKSHMANAN, R; OKOLI, C; BOUTONNET, M; JARAS, S; RAJARAO, G. K. Effect of magnetic iron oxide nanoparticles in surface water treatment: Trace minerals and microbes. Elsevier: Bioresource Technology 129 (p. 612-615), 2013.

Limpando águas com nanopartículas

As águas superficiais e de lençóis freáticos estão sendo muito utilizadas como fonte para o tratamento de água para o consumo humano. A água potável deve ser livre de contaminantes biológicos, sais minerais e nutrientes. Nas águas superficiais, de alguns cursos d'água, a maioria das partículas, incluindo os micróbios, possuem uma carga negativa, ou seja, estão carregadas eletricamente, isso faz com que se aglomerem e formem concentrações de materiais poluentes.

Sabe-se que o alumínio e íons férricos são utilizados como agentes coagulantes no processo de tratamento da água, no entanto a presença de resíduos de alumínio na água tratada possui consequências para a saúde, como a toxicidade e a possível causa de doenças como o Alzheimer.

Atualmente os avanços na nanociência e engenharia sugerem que as nanopartículas

possuem grande potencial para melhorar o processo de tratamento da água, por um baixo preço e melhor redução dos contaminantes. As nanopartículas de óxidos de ferro magnéticos são grandes candidatas para o desenvolvimento de adsorventes, visto que podem ser produzidas com modificações para melhor afinidade com íons e micróbios presentes na água.

Neste trabalho foram produzidos dois tipos de

nanopartículas, as P₁, que são

partículas de óxido de ferro magnético e as P₂, que são partículas de óxido de ferro magnético com uma proteína (*Moringa oleífera*) conectada a elas. As amostras de água para análise de minerais e micróbios foram coletadas em dois lagos: Örlången e Brunnviken em Estocolmo na Suécia (figura 1).



Figura 1 Lago Brunnsviken, Estocolmo

O tratamento da água dos lagos foi realizado em laboratório com apenas algumas amostras, utilizando as partículas P1 e P2. As propriedades

magnéticas das nanopartículas auxiliam em uma separação mais rápida e de fácil recuperação das nanopartículas.

As águas tratadas demonstraram mais de 50% de

redução da turvação.

Foi estudado o efeito do tratamento da água pelas nanopartículas P1, o que se demonstrou eficiente para a remoção de alguns minerais da água contaminada. Entretanto essas partículas não afetam a composição da água, diferentemente

das nanopartículas P2, as quais aumentaram o pH da água de 7.5 para 7.7, o que está dentro do limite permitido e reduziram de maneira considerável a concentração de íons na água. Como demonstrado na figura 2.

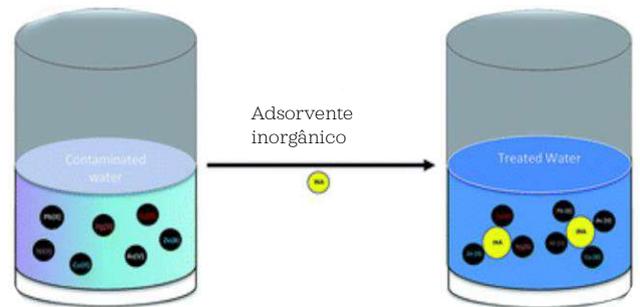


Figura 2 Ilustração de reação com nanopartículas

Resultados também mostraram 98% de redução de micróbios presentes nas águas dos lagos. Mostrando que há maneiras de sintetizar nanopartículas que podem realmente purificar águas contaminadas e é possível utilizá-las para consumo.

No decorrer do minicurso é esperado que o professor consiga transpor e esclarecer que as tecnologias existem e são efetivas no tratamento da água. Esse terceiro texto é ponto chave para fechamento das aulas sobre Nanociência e Nanotecnologia, uma vez que é falado sobre a potabilização de águas contaminadas por minerais e microrganismos.

Segundo o autor, foi possível sintetizar partículas que reduzissem em 90% os contaminantes das águas superficiais dos lagos. O trabalho do professor é discutir, a partir do texto didático, a possibilidade da utilização de nanopartículas magnéticas para a remoção de contaminantes e poluentes de cursos d'água no Brasil, apontando também os locais onde ocorre maior liberação de poluentes e contaminantes.

6 Conclusão

O professor cientista, ao desenvolver suas aulas, se depara com algumas dificuldades, como transpor o objeto a ser estudado para uma linguagem mais simplificada e de fácil compreensão, porém não fragmentada. Também luta com os desafios de um desgoverno que não valoriza a profissão, resultando em práticas desmotivadas. A falta de recursos tem sido um fator crítico para que os professores não desenvolvam aulas dinâmicas que realmente motivem os estudantes a fazer ciência.

Diante das dificuldades é esperado dos novos profissionais que não desistam da prática docente e da busca incansável por um futuro com cidadãos críticos e aptos, desejosos de fazer o bem, não só como sociedade, mas como fator fundamental na evolução da espécie. A aproximação do ambiente acadêmico das universidades com o ambiente escolar também é vista como necessária para a mediação do aprendizado científico.

No decorrer do curso de Ciências Naturais é exigido dos estudantes que realizem quatro estágios e mais disciplinas na área da educação. Nestas disciplinas são ensinadas teorias de filósofos, sociólogos, pedagogos e pensadores que modificaram a visão do que é o saber científico. Porém não é ensinado aos graduandos uma maneira concreta de como transpor os conteúdos que são aprendidos nas disciplinas específicas das ciências naturais.

Com esta pesquisa, foi possível elaborar um minicurso que colocasse para os estudantes de ensino fundamental, de forma didática e simples, o uso de nanopartículas magnéticas no tratamento e purificação da água. O trabalho do professor correlaciona com as dificuldades em aproximar os conhecimentos científicos mais recentes com a realidade do ensino público.

Os textos didáticos contém informações substanciais para que os estudantes desenvolvam certa curiosidade acerca de materiais em escala nanométrica, que prometem solucionar inúmeros problemas, como a falta de água, geração de energia elétrica, assim como o armazenamento de energia proveniente de fontes sustentáveis, são economicamente viáveis e adaptáveis ao ambiente biológico no qual podem ser utilizadas.

Referencial Bibliográfico

AZEVEDO, M.C.P.S. **Ensino por Investigação: Problematizando as Atividades em Sala de Aula.** Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática (p. 19-33). São Paulo: Cengage Learningn Editores, 2004.

BRASIL, Lei de Diretrizes e Bases. Lei nº 9.394/96 de 20 de dezembro de 1996.

Cuidando das águas: soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos / Agência Nacional de Águas, Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. (p. 71). 2. ed. Brasília: ANA, 2013.

CAMPOS, A. F. C; FERREIRA, M. A; MARINHO, E. P; TOURINHO, F. A; DEPEYROT, J. **Synthesis and design of functionalized magnetic nanocolloids for water pollution remediation.** Elsevier: Physics Procedia 9 (p. 45-48), 2010.

EL-NAGGAR, M. Y; RAMADAN, W. EL-HAMAMSY, R. A. **The Application of Mediated Biosynthesized Green Silver Nanoparticles by Streptomyces griseorubens in Water Treatment.** *Journal of Pure and Applied Microbiology.* N. 2 V. 11. P. 685-694, Alexandria Unviersity, Egito, 2017.

FORESTI, M. C. P. P. **Sobre prática pedagógica, planejamento e metodologia de ensino: a articulação necessária.** Em: PINHO, S. Z. Oficinas de Estudos Pedagógicos: reflexões sobre a prática no ensino superior. V. 01, 1ªed (p.103-116). São Paulo: Editora da UNESP – Cultura Acadêmica, 2008.

LAKSHMANAN, R; OKOLI, C; BOUTONNET, M; JARAS, S; RAJARAO, G. K. **Effect of magnetic iron oxide nanoparticles in surface water treatment: Trace minerals and microbes.** Elsevier: Bioresource Technology 129 (p. 612-615), 2013.

OLIVEIRA, M. K. de. **Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento: um processo sócio histórico.** 5ª Ed. São Paulo: Scipione, 2010.

PARRA, C; SAIZ, I. **Os diferentes papéis do professor.** Em PARRA, C; SAIZ, I. **Didática da Matemática: Reflexões psicopedagógicas.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais/Secretaria de Educação fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998. Disponível em <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencias.pdf>>.

QU, X; ALVAREZ, P. J. J; LI, Q. Applications of nanotechnology in water and wastewater treatment. Elsevier: Water Research 47 (p. 3931 – 3946), 2013.

SAMPIERI, R. H; COLLADO, C. F; LUCIO, M. del P. B. **Definições dos enfoques quantitativo e qualitativo, suas semelhanças e diferenças.** Em: SAMPIERI, R. H; COLLADO, C. F; LUCIO, M. del P. B. Metodologia de Pesquisa (p. 28 – 45). 5ª Ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

SAMPIERI, R. H; COLLADO, C. F; LUCIO, M. del P. B. **Nascimento de um projeto de pesquisa quantitativo, qualitativo ou misto: a ideia.** Em: SAMPIERI, R. H; COLLADO, C. F; LUCIO, M. del P. B. Metodologia de Pesquisa (p. 49 – 55). 5ª Ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

SILVEIRA, S. M. B; FOLADORI, G. **Nanotecnologia e água no Brasil.** Acta Scientiarum: Human and Social Sciences (p. 153-161), v. 38, n. 2. Maringá, 2016.

VILLAS BOAS, B. M de F. **Avaliação Formativa e Formação de Professores: Ainda um desafio.** Linhas Críticas, n.22, v.12, p. 159. Jan/Jun 2001.

ZHAO, H; BAKER, G. A; HOLMES, S. **Protease Activation in Glycerol-based deep eutectic solvents.** Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic 72. P. 163 – 167. Columbia, 2011.

Anexos

Plano de aulas minicurso em Nanotecnologia e Ciências Naturais

Aula 1

Tema:

O uso da Nanotecnologia nas Ciências Naturais.

Público Alvo:

Estudantes do 8º ou 9º ano do ensino fundamental.

Objetivos:

Geral:

- Introduzir o conceito nanométrico (10^{-9}) para que compreendam e correlacionem com conversão de unidades, que foi um conteúdo já trabalhado com os estudantes pela professora deles.

Específicos:

- Relacionar a palavra nano com o que já é conhecido, como moléculas e células.

Conteúdos:

Conceito de Nanométrica e nanotecnologia e ciência.

Metodologia de ensino:

A primeira aula será expositiva e demonstrativa.

Descrição da aula:

No primeiro horário será realizada uma revisão sobre as unidades de medida e conversão de unidades, na qual será revisto os conceitos de distância em metros e potência de 10, de forma simples.

Serão utilizadas perguntas para incitar nos estudantes a curiosidade e fazê-los pensar e lembrar do que estudaram no começo do ano. Nesse sentido, para segunda aula será feito no quadro um esquema (desenhado) para mostrar relações de tamanho de coisas que eles conhecem, como por exemplo:

Ser humano → Órgão → Tecido → Célula → DNA

A relação de tamanho deve ser algo a ser pontuado, visto que quando se trata de seres humanos utilizamos o metro para definir comprimento, para órgãos utilizamos centímetros, para tecidos utilizamos milímetros e assim por diante. Correlacionando com as metragens o professor poderá escrever no quadro as notações:

Metro → Decímetro → Centímetro → Milímetro → Nanômetro

Desse ponto o professor é sugerido a instigar os estudantes a perceber como esta escala é pequena e como a proporção de tamanho se aplica, no sentido de que quando diminuimos nossa escala/sistema as ligações se tornam mais favoráveis, devido ao aumento da área superficial dos materiais.

Duração estimada da aula: 1h30min.

Avaliação:

A avaliação escolhida será a formativa, na qual é possível observar a evolução do pensamento do estudante por meio de perguntas, as quais serão respostas da pesquisa que este minicurso está incluso.

Recursos necessários:

Quadro branco e pincel.

Plano de aulas minicurso em Nanotecnologia e Ciências Naturais

Aula 2

Tema:

O uso da Nanotecnologia nas Ciências Naturais.

Público Alvo:

Estudantes do 8º ou 9º ano do ensino fundamental.

Objetivos:

Geral:

- Trabalhar o conceito nanométrico (10^{-9}) para que compreendam e correlacionem com conversão de unidades, que foi um conteúdo já trabalhado com os estudantes pela professora deles.

Específicos:

- Relacionar a palavra nano com o que já é conhecido, como moléculas e células.
- Perceber, neste contexto tecnológico, as tecnologias atuais e futuras sobre o uso da nanotecnologia.

Conteúdos:

Conceito de Nanométrica; nanotecnologia e ciência; tratamento de água utilizando nanopartículas magnéticas adsorventes.

Metodologia de ensino:

A segunda será uma aula investigativa e expositiva.

Descrição da aula:

Nesta será feita uma atividade de apresentação dos textos didáticos que serão disponibilizados aos estudantes. Os textos serão transposições de artigos científicos relacionados a nanotecnologia e tratamento de água. Os estudantes terão cerca de 30 minutos para leitura do texto e organização das apresentações.

Cada grupo fará uma apresentação do texto em pelo menos 10 minutos, discutindo sobre as novas tecnologias e o uso destas no tratamento de água. Nesta os estudantes terão de explicar os objetivos e as conclusões de cada texto, assim como suas percepções de cada texto e sobre as informações contidas nos mesmos.

Depois das apresentações é possível a intervenção do professor para fazer perguntas e levantar questões sobre o uso da água no cotidiano e a importância de debater sobre o uso deste recurso natural.

Duração estimada da aula: 1h30min.

Avaliação:

A avaliação escolhida será a formativa, na qual é possível observar a evolução do pensamento do estudante por meio de perguntas, as quais serão respostas da pesquisa que este minicurso está incluso.

Recursos necessários:

Quadro branco, pincel, textos para o trabalho em grupo.

Plano de aulas minicurso em Nanotecnologia e Ciências Naturais

Aula 3

Tema:

O uso da Nanotecnologia nas Ciências Naturais.

Público Alvo:

Estudantes do 8º ou 9º ano do ensino fundamental.

Objetivos:

Geral:

- Revisar o conceito nanométrico (10^{-9}) para que compreendam e correlacionem com conversão de unidades, que foi um conteúdo já trabalhado com os estudantes pela professora deles.

Específicos:

- Relacionar a palavra nano com o que já é conhecido, como moléculas e células.
- Perceber, neste contexto tecnológico, as tecnologias atuais e futuras sobre o uso da nanotecnologia.

Conteúdos:

Conceito de Nanométrica; nanotecnologia e ciência; tratamento de água utilizando nanopartículas magnéticas adsorventes.

Metodologia de ensino:

Aula investigativa

Descrição da aula:

Nesta aula é o momento da avaliação, podem ser separados os grupos e realizar perguntas para avaliar o envolvimento dos estudantes durante a organização da apresentação e durante a apresentação em si.

Duração estimada da aula: 1h30min.

Avaliação:

A avaliação escolhida será a formativa, na qual é possível observar a evolução do pensamento do estudante por meio de perguntas, as quais serão respostas da pesquisa que este minicurso está incluso.

Recursos necessários:

Quadro branco, pincel, textos para o trabalho em grupo.