

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Instituto de Química
Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional – PROFQUI

**NANOTECNOLOGIA COMO TEMA PARA ABORDAGEM DOS CONTEÚDOS DE
ESTRUTURA ATÔMICA E PROPRIEDADES DOS MATERIAIS**

GENI DOS SANTOS MARIA

Orientadora: Prof.^a Dra. Maria do Carmo Martins Alves

Coorientadora: Prof.^a Dra. Camila Greff Passos

Porto Alegre

2020

Dedico este trabalho aos meus pais que empenharam os melhores anos de suas vidas na manutenção da família e educação dos filhos.

Talvez não tenhamos conseguido fazer o melhor, mas lutamos para que o melhor fosse feito. Não somos o que deveríamos ser, não somos o que iremos ser, mas Graças a Deus, não somos o que éramos.

Martin Luther King

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer, primeiramente aos meus pais pela vida sofrida, porém dedicada que tiveram para educar e manter seus seis filhos unidos.

Ao meu irmão mais velho, Paulo dos Santos Maria, primeiro da família a entrar na academia e grande incentivador dos que o sucederam e que ainda me deu lindos sobrinhos, Leandro Roberto da Silva Maria e Ana Jéssica da Silva Maria

À minha única irmã, Beatriz dos Santos Maria, exemplo de mulher e profissional que sempre procurei seguir.

Ao meu irmão Roberto dos Santos Maria, um homem honrado que mesmo sem formação acadêmica se tornou um empresário depois de anos de trabalho árduo.

Ao meu irmão Jorge dos Santos Maria que me deu meus amados sobrinhos Christian, Cássia e Carolina.

Ao meu irmão mais novo, Sérgio dos Santos Maria que em breve me dará mais uma linda sobrinha.

Ao meu marido, Carlos Roberto Andrade da Silva pelo amor, dedicação e carinho que tem me devotado a anos, mas principalmente durante a realização deste trabalho.

À minha orientadora, Prf.^a Dra. Maria do Carmo Martins Alves pelas sugestões nos experimentos.

À minha coorientadora Prf.^a Dra. Camila Greff Passos pelas indicações de leituras.

A UFRGS pelos anos em que ocupei seus bancos, restaurantes e bibliotecas como aluna e nos últimos 10 anos como servidora.

À CAPES pela criação do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Química – Profqui.

Ao Instituto de Química da UFRGS pela organização do polo do Profqui na Universidade.

À Escola Estadual Santa Rosa de Lima pelo acolhimento e incentivo na realização desta formação.

RESUMO

A presente dissertação apresenta resultados da investigação realizada na Escola Estadual de Ensino Médio Santa Rosa, no curso noturno, utilizando estratégia de experimentação com enfoque em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), partindo da Nanotecnologia como tema para abordagem dos conteúdos de estrutura atômica e propriedades dos materiais. A pesquisa realizada foi de natureza qualitativa, onde um mesmo questionário foi aplicado como método de coleta de dados a uma das três turmas de primeiro ano do ensino médio, antes e depois das intervenções pedagógicas. Nessas intervenções, as atividades práticas serviram para subsidiar os conteúdos pertinentes ao tema proposto. Para este trabalho, foram elaboradas duas atividades práticas de síntese utilizando materiais de baixo custo e geração de resíduos inócuos: (i) uma de nanopartículas de prata, bem como sua caracterização, pelo efeito Tyndall e sua aplicação como controle bacteriológico; e (ii) outra de nanopartículas magnéticas de Fe_3O_4 apresentando sua utilização, através de vídeos, na remediação ambiental, carreadoras de fármacos, tratamento de tumores e na mineração. As sínteses realizadas foram disponibilizadas na forma de protocolos de procedimentos e vídeos didáticos com a execução das mesmas para posterior consulta e revisão dos conceitos relacionados a cada um dos experimentos. As respostas obtidas nos dois momentos foram comparadas e verificou-se que a realização das atividades do produto educacional favoreceu o processo de ensino e aprendizagem.

Palavras-chave: nanotecnologia, ensino médio, escola básica, vídeos didáticos.

ABSTRACT

This master dissertation presents results of the investigation carried out at the Escola Estadual de Ensino Médio Santa Rosa, during the evening course, using an experimentation strategy with a focus on Science, Technology and Society (STS) using Nanotechnology as a theme to approach the contents of atomic structure and properties of the materials. The research carried out was of a qualitative nature in which the same questionnaire was applied as a method of data collection to one of the three classes of first year of high school, before and after the pedagogical interventions. In these interventions, the practical activities served to subsidize the relevant content of the proposed theme. For this work, two practical activities of synthesis using low cost materials and generation of innocuous residues were elaborated: (i) one of silver nanoparticles, as well as their characterization, by the Tyndall effect and their application as bacteriological control; and (ii) another of Fe_3O_4 magnetic nanoparticles presenting their use, through videos, in environmental remediation, drug carriers, tumor treatment and mining. The syntheses procedures and the didactic videos were made available for later consultation and review of the concepts related to each of the experiments. The obtained responses in the two moments were compared and it was verified that carrying out the activities of the educational product favored the teaching and learning process.

Keyword: nanotechnology, high school, elementary school, didactic videos.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Entrada da escola (estacionamento)..... | 14 |
| Figura 2 - Entrada da escola (portão comum) | 15 |
| Figura 3 - Quadra esportiva coberta..... | 15 |
| Figura 4 - Quadra esportiva ao ar livre | 16 |
| Figura 5 - Laboratório de Informática | 16 |
| Figura 6 - Laboratório de Química..... | 17 |
| Figura 7 - Laboratório de Química..... | 17 |
| Figura 8 - Sala de Multimeios..... | 18 |
| Figura 9 - Gráfico comparativo entre tamanhos de estruturas | 20 |
| Figura 10–Representaçãoque mostra o aumento da área superficial com a diminuição das dimensões de um cubo..... | 21 |
| Figura 11 - Fotoexcitação do Dióxido de Titânio | 22 |
| Figura 12 - Vidro Autolimpante | 22 |
| Figura 13 - Lentes antirreflexos..... | 23 |
| Figura 14 - Pintura Automotiva | 23 |
| Figura 15 - Complexo Eletroluminescente | 24 |
| Figura 16 - Funcionamento de um OLED..... | 24 |
| Figura 17 - Demron, primeiro tecido a prova de radiação | 25 |
| Figura 18 - Dendrímero funcionalizado | 25 |
| Figura 19 - Prata coloidal e seus estágios de agregação..... | 27 |
| Figura 20 - Características físicas das nanopartículas..... | 28 |
| Figura 21 - Ação bactericida das nanopartículas de prata | 29 |
| Figura 22 - Linhas de campo magnético. | 30 |
| Figura 23 - Alinhamento de domínios magnéticos. | 31 |
| Figura 24 - Terapia Fotodinâmica | 33 |
| Figura 25 - Despoluição ambiental..... | 34 |
| Figura 26 – Início da formação das nanopartículas de prata. | 54 |
| Figura 27 - Nanopartículas de prata formadas..... | 54 |
| Figura 28 - Efeito Tyndall. | 55 |
| Figura 29 - Experimento nanopartículas de prata: placas controle e teste..... | 56 |
| Figura 30 - Esponja de uso doméstico | 56 |

| | |
|--|----|
| Figura 31 - Experimento formação de nanopartículas paramagnéticas de óxido de ferro (Fe_3O_4)..... | 61 |
| Figura 32 - Nanopartículas magnéticas secas sob ação do ímã. | 62 |
| Figura 33 - Metal sem adesão após contato com as nanopartículas paramagnéticas..... | 62 |
| Figura 34 - Adesão das nanopartículas paramagnéticas no metal magnetizado. | 63 |

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Respostas da Questão 1: O que significa tecnologia para você?

Tabela 2 - Respostas da Questão 2: Para você, qual o significado do prefixo nano na palavra nanotecnologia?

Tabela 3 - Respostas da questão 3: Você acredita que é possível produzir na escola materiais utilizados na indústria com os conhecimentos da Química?

Tabela 4 - Respostas da questão 4: Você acredita que é possível produzir em sua casa materiais utilizados na indústria com os conhecimentos da Química?

Tabela 5 - Respostas da questão 5: Você acredita que alunos do ensino médio podem ser cientistas?

Tabela 6 - Respostas da Questão 6: Na sua opinião, os cientistas podem contribuir para a melhoria da qualidade de vida e do meio ambiente de todas as comunidades?

Tabela 7 - Respostas da questão 7: Você acredita que os conhecimentos da Química podem contribuir em outras áreas?

Sumário

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 11 |
| 2 | OBJETIVOS | 13 |
| 2.1 | Objetivo Geral..... | 13 |
| 2.2 | Objetivos Específicos | 13 |
| 3 | A ESCOLA..... | 14 |
| 4 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 19 |
| 4.1 | Nanotecnologia..... | 19 |
| 4.2 | Nanopartículas de prata..... | 26 |
| 4.3 | Nanopartículas Paramagnéticas de Óxido de Ferro (Fe ₃ O ₄)..... | 29 |
| 5 | REFERENCIAIS TEÓRICOS | 35 |
| 5.1 | Movimento CTS..... | 35 |
| 5.2 | Experimentação | 38 |
| 6 | METODOLOGIA | 40 |
| 6.1 | Pesquisa Educacional | 40 |
| 6.2 | Questionários..... | 40 |
| 7 | DESCRIÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL | 42 |
| 7.1 | Resultados e Discussões | 43 |
| 7.1.1 | Questionários | 43 |
| 7.1.2 | Nanopartículas de Prata | 50 |
| 7.1.3 | Nanopartículas Paramagnéticas de Óxido de Ferro (Fe ₃ O ₄)..... | 57 |
| 8 | CONCLUSÕES..... | 64 |
| | REFERÊNCIAS..... | 66 |
| | ANEXO 1 –Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)..... | 72 |
| | APÊNDICE A – Planejamento das aulas..... | 73 |
| | APÊNDICE B – Avaliação dos experimentos | 76 |

1 INTRODUÇÃO

O ensino e aprendizagem de conceitos que exigem muita abstração requerem temas e abordagens diferenciados e menos tradicionais a fim de que atraiam a atenção do público do ensino médio noturno. Segundo Robert Gagné (MOREIRA, 2016), a aprendizagem é estimulada pelo mundo externo, sendo a fase de motivação a primeira parte deste processo.

A nanotecnologia nos trouxe a possibilidade de manipular átomos ou moléculas (TOMA, 2016), conceitos dos quais os alunos do ensino médio já ouviram falar. As propriedades dos materiais quando em nanoescala mudam consideravelmente e estas alterações podem, então, ser contextualizadas à luz dos conhecimentos químicos, físicos e matemáticos (TOMA, 2016). Esse fato, aliado à aparição constante de reportagens veiculadas nos meios de comunicação acerca dos produtos nanotecnológicos já presentes no mercado (SILVA; VIANA; MOHALLEM, 2009), suporta a proposta de trabalho deste tema como estratégia para abordagens dos conteúdos de nanotecnologia e propriedades dos materiais.

A síntese, caracterização e aplicação das nanopartículas de prata, bem como sua devida contextualização, podem ser didaticamente exploradas na escola pública, como tema para abordagem de conteúdos escolares como estrutura atômica e propriedades dos materiais, uma vez que há na literatura metodologias para a síntese, caracterização e aplicação destas, com uso de materiais de baixo custo e fácil aquisição (TOMA, 2009), proposta do presente trabalho.

As nanopartículas paramagnéticas possuem aplicação em muitas áreas, o que permite que este tema seja abordado e discutido sob vários aspectos, além de ser contextualizado no ensino médio no tratamento de assuntos relacionados à estrutura atômica dos materiais e no impacto do conhecimento científico no desenvolvimento tecnológico.

Para Santos (2007), a abordagem de temas com enfoque CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) tem por objetivo promover a educação científica e tecnológica dos alunos, de forma a desenvolver habilidades, construir saberes e adquirir os valores necessários para atuarem como cidadãos responsáveis em áreas relacionadas à ciência e o emprego de suas tecnologias na sociedade.

Os conceitos trazidos pelas teorias da Química, uma vez que esta se utiliza de partículas atômicas e subatômicas (átomos, elétrons, prótons, etc.), podem ser melhor compreendidos e explicados pela nanotecnologia (TOMA, 2016), pois ela explora as potencialidades dessas estruturas individualmente ao invés de somente tratá-las a nível macroscópico por meio das propriedades de seus compostos.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como proposta principal elaborar um produto educacional com base nas contribuições da experimentação a partir do tema nanotecnologia, para o ensino dos conteúdos de estrutura atômica e propriedades dos materiais a fim de estimular a participação social pela leitura e interpretação da ciência e suas tecnologias.

2.2 Objetivos Específicos

- Produzir material didático com enfoque CTS que possibilite a discussão sobre as contribuições do desenvolvimento científico para a estruturação dos recursos tecnológicos como estratégia de ensino.
- Motivar os alunos do ensino médio noturno no aprendizado da disciplina de Química a partir das atividades de experimentação.
- Sintetizar nanopartículas de prata e de óxido de ferro (Fe_3O_4), caracterizá-las e contextualizar suas aplicações.
- Desenvolver vídeos dos experimentos realizados e dispô-los na rede para que possam ser acessados e utilizados pelas demais comunidades escolares.

3 A ESCOLA

A escola, situada na vila Santa Rosa, na Zona Norte de Porto Alegre, está inserida numa comunidade de vulnerabilidade socio-econômica; foi fundada em 10 de setembro de 1962 com o nome de Grupo Escolar Santa Rosa e em 15 de abril de 1964 trocou seu nome para Escola Estadual de 1º grau Santa Rosa, porém somente em 02 de março de 1985 passou a oferecer o ensino fundamental completo.

Em 20 de maio de 1985, a escola passou a oferecer também a modalidade de ensino médio, e em 1998 a modalidade de Ensino de Jovens e Adultos (antigo Supletivo). Em 12 de dezembro de 2000 alterou definitivamente seu nome para Escola Estadual de Ensino Médio Santa Rosa.

Atualmente, a escola conta com 1200 alunos, distribuídos em 3 turnos, 24 turmas de ensino fundamental, 8 turmas de ensino médio (SEDUC, 2017). Deste público, 227 alunos são do Ensino Médio no turno vespertino. As Figura 1 e 2 mostram a fachada da escola no estacionamento e na entrada comum, respectivamente.

Figura 1 - Entrada da escola (estacionamento)



Fonte: A autora (2019)

Figura 2 - Entrada da escola (portão comum)



Fonte: A autora (2019)

A escola conta com duas quadras esportivas, uma coberta e outra ao ar livre como mostram as Figuras 3 e 4, respectivamente.

Figura 3 - Quadra esportiva coberta



Fonte: A autora (2019)

Figura 4 - Quadra esportiva ao ar livre



Fonte: A autora (2019)

A escola possui laboratório de informática, como mostra a Figura 5 e duas salas de multimeios, uma contígua ao laboratório de Química (Figuras 6 e 7) e outra, mostrada na Figura 8 no prédio utilizado pelo Ensino Fundamental durante o dia (atrás da sala dos professores).

Figura 5 - Laboratório de Informática



Fonte: A autora (2019)

Figura 6 - Laboratório de Química



Fonte: A autora (2019)

Figura 7 - Laboratório de Química



Fonte 1: A autora (2019)

Figura 8 - Sala de Multimídios



Fonte: A autora (2019)

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

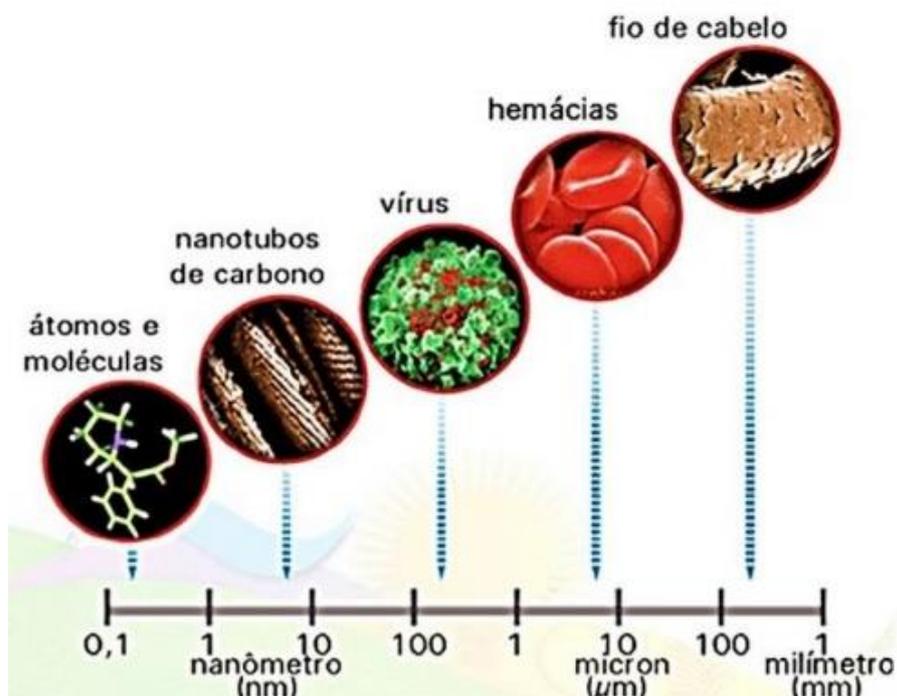
4.1 Nanotecnologia

A nanotecnologia, termo cunhado em 1957 por Norio Taniguchi, professor da Tokyo Science University, é a produção, exploração e aprimoramento das potencialidades das estruturas nanométricas e sua funcionalização (DISNER; CESTARI, 2016), o que significa acrescentar aos materiais nanoestruturas (nanomateriais) que possam melhorar ou acrescentar uma função ao produto. Esses mesmos materiais são denominados nanocompósitos ao serem incorporados em resinas e polímeros. Embalagens plásticas fabricadas com argila nanoparticulada já são fabricadas nos EUA para impermeabilização à água, vapores e solventes.

Em 1959, Richard Feynman, em palestra intitulada “*There’s plenty of room at the bottom*”, ministrada no Instituto de Tecnologia da Califórnia, anunciava antecipadamente o que veio a se tornar a nanotecnologia, qual seja, a manipulação de estruturas com dimensões de 1 a 100 nm (BROWN; MAY Jr , 2013) onde átomos e moléculas se encontram. A determinação da dimensão da partícula considerada nanotecnológica ainda não está definida, para a agência americana *Food And Drug Administration* (FDA), esta faixa vai de 1 a 1000 nm enquanto e a Agência Européia de Medicamentos considera como nanopartículas as estruturas com tamanho menor que 1000 nm.

O desenvolvimento dessa ciência envolve várias áreas do conhecimento, sendo esta, portanto, interdisciplinar. A Figura 9 mostra uma escala comparativa de tamanhos de estruturas nano e micrométricas.

Figura 9 - Gráfico comparativo entre tamanhos de estruturas



Fonte: TOMA (2009)

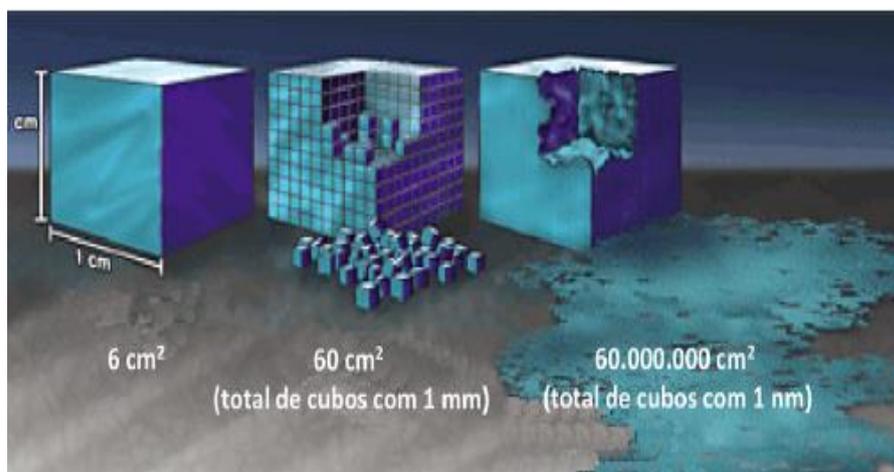
Segundo leis da física, nossa capacidade visual é limitada à faixa de 400 a 760 nm e a resolução máxima da nossa observação é metade do valor do comprimento de onda utilizado, portanto, não conseguimos enxergar partículas na escala nanométrica (TOMA, 2009). Dessa forma é possível acrescentar nanoestruturas a determinados materiais sem prejuízo de sua transparência, porém melhorando suas características físicas.

Um material nanoparticulado apresenta um considerável aumento na sua área superficial em relação a sua dimensão macroscópica, o que leva à exposição do composto até sua dimensão atômica ou molecular. Isso torna o material, mais suscetível às as reações químicas desejadas.

Um exemplo que mostra como podemos visualizar o efeito da diminuição das dimensões está esquematizado na Figura 10. A área superficial de um cubo com 1 cm de lado é de 6 cm² cujo volume é 1 cm³. Quando a aresta do cubo é reduzida para 1 mm, 1 cm³ corresponde a 1000 cubos e a área superficial correspondente é de 60 cm². Caso cada cubo tenha 1 nm de lado, 1 cm³ corresponde a 10²¹ cubos (1cm = 1x10⁷ nm) o que resulta em uma área superficial de 6x10²¹ nm² ou seja, 6x10⁷ cm².

Devido ao aumento da razão área/superfície, os nanomateriais tem potencial de apresentarem melhoras em suas propriedades quando comparados aos seus compostos macroscópicos. Estudos recentes mostraram aumento exponencial nos pedidos de patente e nas publicações na área da nanotecnologia, além do crescente faturamento dos produtos nos quais esta tecnologia se agrega (TROMBINI, 2019).

Figura 10 - Representação que mostra o aumento da área superficial com a diminuição das dimensões de um cubo.



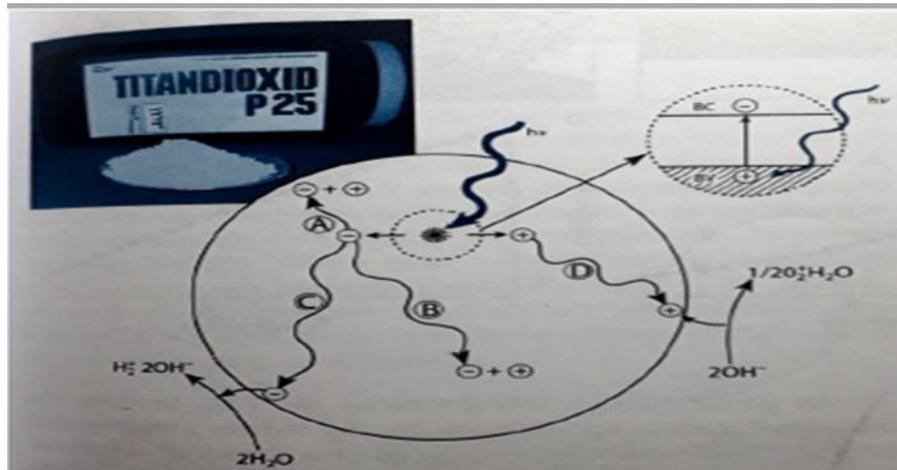
Fonte: MARTINS; TRINDADE (2012)

Os produtos que podem exemplificar o ganho de desempenho devido à utilização de nanopartículas em suas estruturas são vários, entre eles, os vidros autolimpantes também surgiram no mercado pelo desenvolvimento da nanotecnologia. Nestes produtos, o dióxido de titânio, material semiconductor, cujos elétrons sofrem excitação na região do ultravioleta próximo, possui *band gap* de 3 eV na forma nanométrica (TOMA, 2016). As equações 1 e 2 descrevem essas reações:



Portanto, os radicais gerados na excitação fotoquímica do dióxido de titânio nanoparticulado (Figura11), degrada compostos orgânicos e partículas adsorvidas, formando substâncias gasosas e solúveis em água, além de reduzir a tensão superficial da mesma, promovendo a limpeza do vidro conforme mostra a Figura 12.

Figura 11 - Fotoexcitação do Dióxido de Titânio



Legenda – A: separação de cargas; B: recombinação e aniquilamento; C: redução do hidrogênio; D: oxidação do oxigênio.

Fonte: TOMA (2016)

Figura 12 - Vidro Autolimpante



Fonte: Toma (2009)

Os vidros e lentes antirreflexos, esta última mostrada na Figura 13, fabricados com nanopartículas que eliminam seu brilho, também já se encontram no mercado há algum tempo.

Figura 13 - Lentes antirreflexos



Fonte: Toma (2009)

A indústria de lubrificantes também se utiliza de nanomateriais os quais melhoram sua atuação em condições drástica de temperatura, pressão e umidade, como mostra a Figura 14 que ilustra a pintura aplicada na lataria de um automóvel da Mercedes Benz®.

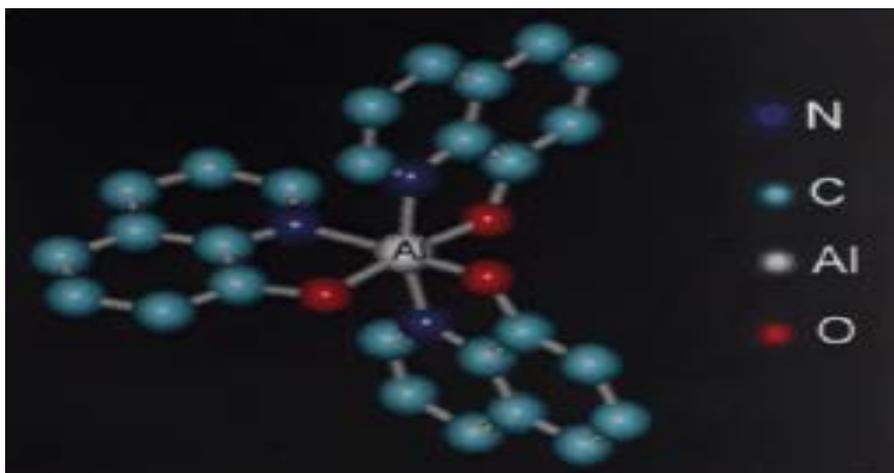
Figura 14 - Pintura Automotiva



Fonte: TOMA (2009)

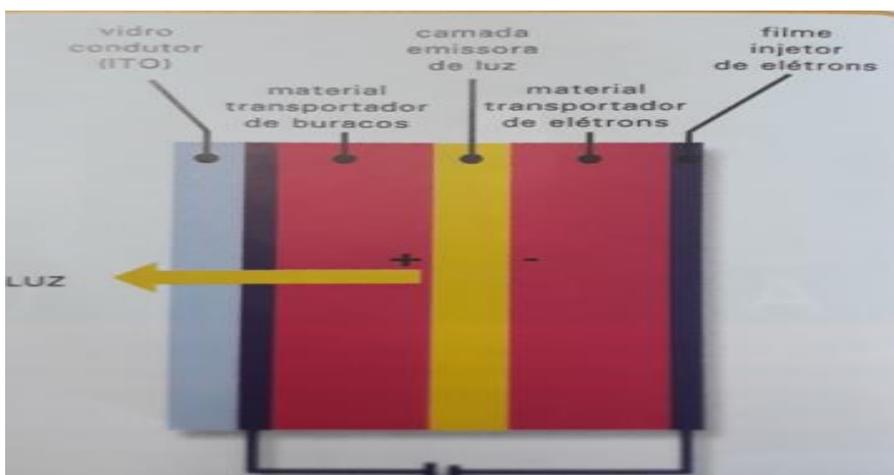
A nanotecnologia trouxe a possibilidade de construção de filmes com dimensões moleculares onde, com o auxílio da eletricidade, uma molécula (ilustrada na Figura 15) injeta elétrons e outra, buracos, aumentando a eficiência dos já conhecidos diodos orgânicos emissores de luz, os OLED's (do inglês: Organic Light-Emitting Diode) (TOMA, 2009), ilustrados na Figura 16.

Figura 15 - Complexo Eletroluminescente



Fonte: TOMA (2009)

Figura 16 - Funcionamento de um OLED



Fonte: TOMA (2009)

Na área têxtil, temos os tecidos retardantes de chamas com nanopartículas de sílica ou argila que isolam a fibra do meio e diminuem o seu ponto de fusão; tecidos com nanopartículas de prata e dióxido de titânio que possuem ação bactericida e contra radiação solar UV, respectivamente (GOMES; COSTA; MOHALLEM, 2016). A Figura 17 mostra uma peça feita com este último tecido.

Figura 17 - Demron, primeiro tecido a prova de radiação

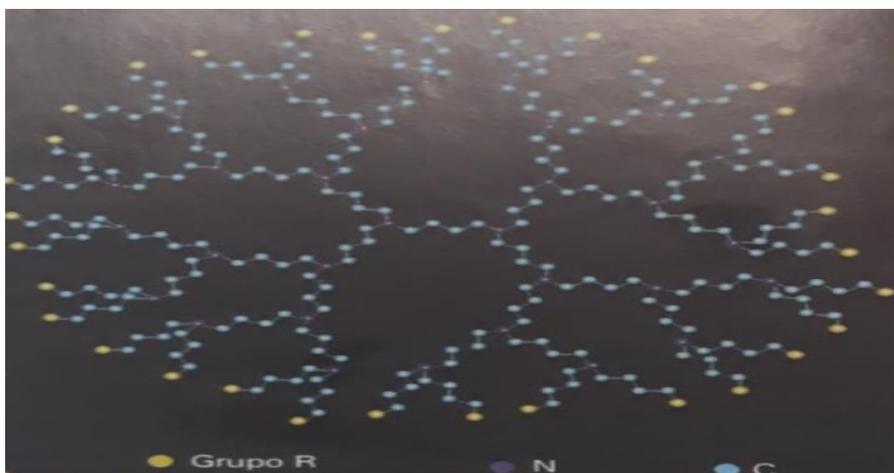


Fonte: TOMA (2009)

Na medicina, os nanocarreadores, isto é, moléculas que transportam o fármaco diretamente ao órgão ou célula doente, diminuindo drasticamente o desperdício e os efeitos colaterais ocasionados por medicamentos mal distribuídos no organismo (TOMA, 2016) também são resultados das pesquisas em nanotecnologia. Esses materiais são chamados de nanomedicamentos e os estudos de sua aplicação, direcionamento e liberação controlada trouxeram ao mercado produtos inteligentes com estruturas de reconhecimento de acordo com a especificidade de cada alvo.

A Figura 18 mostra a estrutura de um dendrímero, que se trata de uma estrutura molecular com espaços vazios onde se podem incluir moléculas, uma estratégia para o confinamento de fármacos.

Figura 18 - Dendrímero funcionalizado



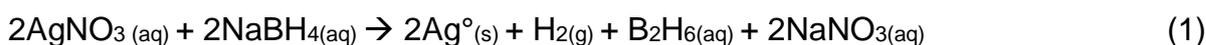
Fonte: TOMA (2009)

4.2 Nanopartículas de prata

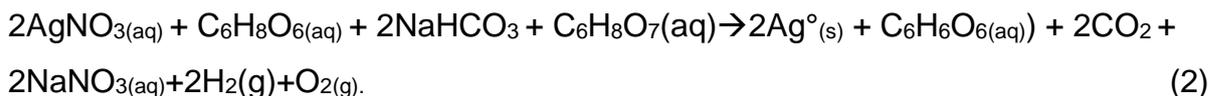
O metal prata é utilizado como agente antimicrobiano desde 1000 a. C. nos vasos de prata que armazenavam água potável e é responsável pela destruição de cerca de 650 organismos patogênicos (GARCIA, 2011). Estudos prévios relatam que as nanopartículas de prata, em razão de sua dimensão, têm sua ação bactericida e fúngica potencializada em relação à prata metálica, pois essas podem, além de se ligar, até mesmo penetrar a parede celular dos microorganismos (PAVOSKI, 2019).

O tamanho diminuto da partícula, menor que o comprimento de onda da luz incidente, além de aumentar exponencialmente sua superfície de contato, torna seus elétrons suscetíveis à excitação pela incidência da luz visível, entrando em ressonância ao campo eletromagnético oscilante, no fenômeno chamado de acoplamento plasmônico, responsável pelo surgimento de cores diferentes das encontradas no metal macroscópico (TOMA, 2009).

O método mais comum de síntese das nanopartículas de prata é o da redução de seus sais com boro-hidreto de sódio (NaBH_4) mas há muitos outros. Neste trabalho, seguindo a proposta de trabalhar com reagentes de baixo custo e fácil obtenção, adotamos o método alternativo de redução dos íons prata, usando como precursor o seu nitrato (AgNO_3) e como agente redutor, o ácido ascórbico efervescente (TOMA, 2016). A equação 1 descreve a equação de redução dos íons prata pelo boro-hidreto de sódio:



E a equação 2 representa a reação química do método alternativo de redução dos íons prata, adotado neste trabalho e que concordam com a tabela potenciais padrão de redução consultadas (HARRIS, 2012).



O ácido cítrico ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$) e o bicarbonato de sódio (NaHCO_3) são as substâncias responsáveis pela efervescência do comprimido de vitamina C (ácido ascórbico)

utilizado. A literatura cita o citrato de sódio ($\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$) como eficaz agente estabilizador das nanopartículas de prata (PAVOSKI, 2019).

As colorações das dispersões coloidais de nanopartículas de prata guardam uma relação com o tamanho da partícula de prata formada. Resultados de medição espectroscópica mostraram absorção de 380 a 400 nm para partículas de cor amarelo pálido, cor característica de partículas de 10 a 15 nm, (MELO Jr et al., 2012), como mostrado na Figura 19.

Figura 19 - Prata coloidal e seus estágios de agregação



Legenda - A: nanopartículas isoladas; B-D: nanopartículas em crescentes estágios de agregação.

Fonte: MELO Jr et al. (2012)

Estudos prévios (MELO Jr et al., 2012) apresentaram resultados de análises de espectroscopia na região do ultravioleta e visível (UV- vis) e microscopia eletrônica de transmissão (TEM) para soluções coloidais de nanopartículas de prata, mostrados na Figura 20.

Figura 20 - Características físicas das nanopartículas

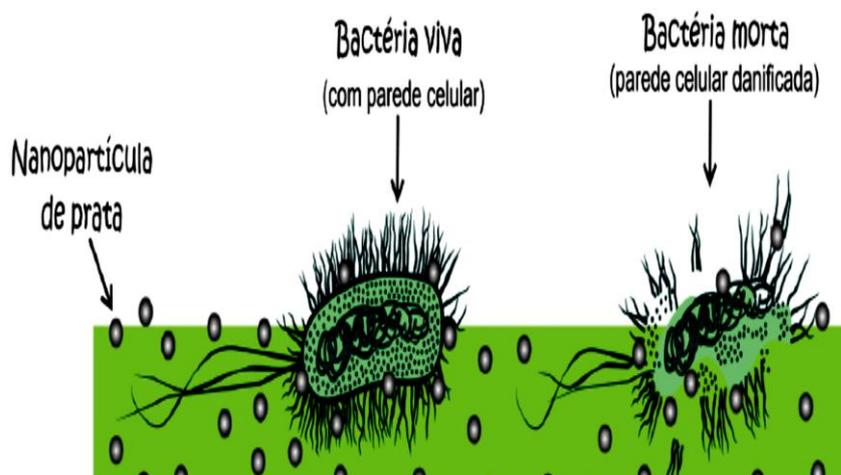
| Cor da solução | Diâmetro estimado pela largura a meia altura/nm | Comprimento de onda máximo/nm | Diâmetro estimado por TEM/nm |
|-----------------------|--|--------------------------------------|-------------------------------------|
| Amarela | 62 ± 5 | 396 ± 5 | 20 ± 5 |
| Laranja | 71 ± 8 | 401 ± 4 | 30 ± 13 |
| Violeta | 93 ± 6 | 404 ± 2 | — |
| Cinza | 111 ± 3 | 423 ± 8 | — |

Fonte: MELO Jr et al. (2012)

Partículas nanométricas dispersas em solução coloidal com dimensões que variam de 1 a centenas de nanômetros espalham a luz laser, formando um feixe de luz coerente, fenômeno denominado efeito Tyndall, o que nos fornece uma técnica rápida para caracterizar sistemas coloidais nanométricos (TOMA, 2009).

A capacidade antimicrobiana da prata nanométrica, comprovadamente maior do que os íons prata, já foi atestada em estudos prévios (BENEDITO; SILVA; SANTOS, 2017). Por ser menor que a espessura da membrana celular dos microorganismos, a prata nanoparticulada aí se insere e prejudica seu funcionamento (BENEDITO; SANTOS, 2017). Os estudos relatam que, num primeiro momento, ao atravessar a parede celular, a prata se ioniza e causa aumento na permeabilidade seletiva da célula, levando a sua morte. Há também a interação dos íons prata com o enxofre das ligações dissulfeto do DNA e do RNA, impedindo a duplicação e a replicação, respectivamente, conforme mostra a Figura 20.

Figura 21 - Ação bactericida das nanopartículas de prata



Fonte: GOMES; COSTA; MOHALLEM (2016)

Neste trabalho, preparamos nanopartículas de prata em dispersão coloidal usando um método alternativo ao Turckevich, que utiliza citrato de sódio como redutor e estabilizador simultaneamente. O método consiste na reação de oxidorredução entre os íons prata utilizando a solução de seu nitrato como precursor, ácido ascórbico em comprimidos efervescentes como agente redutor e citrato de sódio presente no material efervescente como estabilizante de superfície das nanopartículas, respectivamente (TOMA, 2016).

Estudos relatam que é possível que nanopartículas menores de 100 nm, de maneira geral, penetrem no corpo humano e, no caso das nanopartículas de prata, ocorre aglomeração destas no meio de cultura celular (PAVOSKI, 2019), portanto podemos concluir que forçar a agregação destas nanopartículas seria uma estratégia para diminuir sua toxicidade antes do devido descarte. A solução residual formada pode ser então acrescida de mais agente redutor, o ácido ascórbico, para aglomerar as nanopartículas, deixá-las decantar, neutralizar a parte líquida e após proceder com o devido descarte.

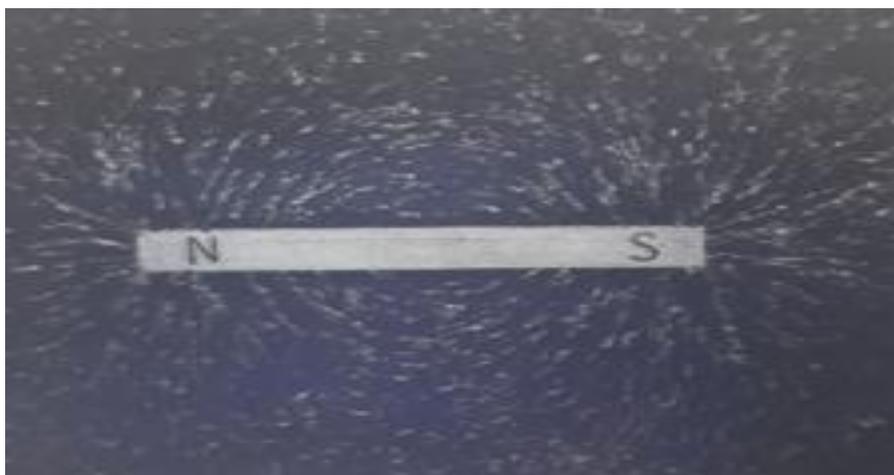
4.3 Nanopartículas Paramagnéticas de Óxido de Ferro (Fe_3O_4)

A origem da palavra magnetismo remonta da Magnésia, na Grécia onde há cerca de 2000 anos, eram encontradas pedras especiais que atraíam pedaços de ferro sendo estas, portanto, ímãs naturais (HEWITT, 2011). Os ímãs artificiais surgiram

quando William Gilbert, no século XVI, friccionou ferro comum com magnetita (Fe_3O_4), material magnético de maior abundância na natureza (TOMA, 2016).

Ao redor de um ímã existe um campo magnético cuja forma pode ser mostrada ao se espalhar limalha de ferro à sua volta, como mostra a Figura 21, que também ilustra os pólos norte (N) e sul (S) deste ímã. Na parte externa, as linhas de força apontam do pólo norte para o pólo sul (HEWITT, 2011).

Figura 22 - Linhas de campo magnético.

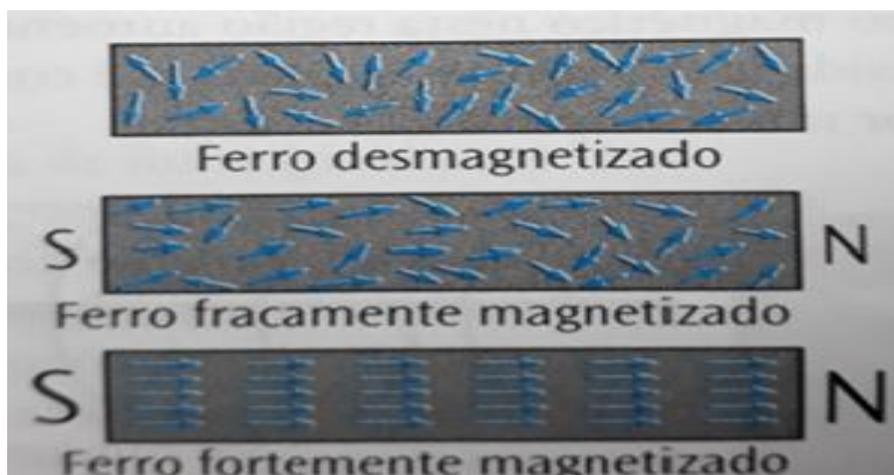


Fonte: HEWITT, 2011

As partículas carregadas em movimento geram campo magnético devido à órbita dos elétrons e também ao seu movimento de rotação. Para elementos mais leves, isto é, até a série 3d, se aplica o modelo vetorial que sugere a independência entre esses dois movimentos, porém à medida que aumenta a carga nuclear do elemento ocorre o acoplamento entre o momento de spin e o momento orbital do elétron, o chamado acoplamento spin-órbita (TOMA, 2016).

Quando átomos vizinhos interagem através de seus campos magnéticos, formam aglomerados entre si, o que chamamos de domínios magnéticos. Estes, por sua vez, quando da aproximação de um ímã, podem também se alinhar, (HEWITT, 2011), como mostra a Figura 22, abaixo. A aplicação de campo magnético externo num material magnético aumenta os domínios que seguem a orientação direção deste campo e diminui os demais domínios (VIEIRA et al., 2017).

Figura 23 - Alinhamento de domínios magnéticos.



Legenda: setas azuis=domínios magnéticos.

Fonte: (HEWITT, 2011)

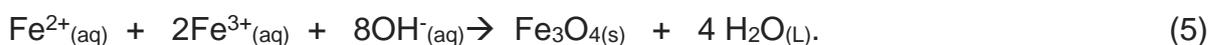
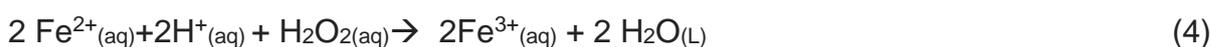
Os elétrons que giram em spins opostos anulam seus campos magnéticos e, portanto, materiais cujos elétrons de seus átomos se encontram sob essa condição não podem ser ímãs e são ditos diamagnéticos, porém podem adquirir magnetismo fraco na presença de campo magnético externo.

Em materiais cujos átomos possuem elétrons desemparelhados, denominados paramagnéticos, os elétrons de um átomo não sofrem influência dos elétrons do átomo vizinho, mantendo, assim, orientação aleatória e variada de seus domínios magnéticos, mas, ao serem submetidos à ação de um campo magnético externo, esses domínios se orientam paralelamente uns aos outros e assim melhor são atraídos pelo ímã. Os materiais ferromagnéticos são aqueles que exibem magnetismo muito maior que o paramagnetismo, a orientação de seus elétrons desemparelhados é influenciada pelos elétrons dos átomos ou íons ao seu redor (BROWN et al., 2016).

Nos sólidos paramagnéticos macroscópicos, o alinhamento da orientação dos domínios magnéticos com as linhas de campo elétrico externo não é completo, porém quando estes materiais são nanoparticulados ocorre o alinhamento total desses domínios. Isso ocorre porque as nanopartículas possuem um único domínio magnético, o que faz com que elas possam ser comparadas a íons de grandes dimensões (TASCA et al., 2014). Na dimensão nanométrica de 1 a 120 nm, então, os materiais apresentam superparamagnetismo, propriedade do material que apresenta

forte magnetização que é interrompida após a retirada do campo magnético externo (TOMA, 2016).

Existem várias rotas para síntese de nanopartículas magnéticas, mas a principal é por coprecipitação onde os íons Fe^{3+} e Fe^{2+} são precipitados simultaneamente para formar o óxido magnético, Fe_3O_4 , magnetita. Após a síntese é possível funcionalizá-las conforme o uso pretendido. Este foi o método utilizado neste trabalho pois as nanopartículas paramagnéticas de óxido de ferro, Fe_3O_4 (magnetita), são abundantes, apresentam custo mínimo, preparação simples e alta estabilidade. Este óxido é formado pelos íons Fe^{3+} e Fe^{2+} na proporção de 2:1 (TOMA, 2016), a sequência de equações das reações que levam à produção da magnetita se encontram a seguir:



Na equação 3, temos a oxidação do ferro da esponja de aço pela ação dos íons H^+ do ácido acético presente no vinagre, em seguida ocorre a oxidação do íon Fe^{2+} a Fe^{3+} pelo peróxido de hidrogênio, representada na equação 4. Finalmente temos a formação das nanopartículas paramagnéticas de óxido de ferro, Fe_3O_4 , na coprecipitação pelo hidróxido de sódio dos dois íons formados, descrita na equação 5.

Dentre as aplicações que podem ser citadas estão os ferrofluidos magnéticos em aeronaves espaciais para manusear combustíveis na ausência de gravidade; separação magnética com funcionalização de superfície para aplicação biomédica; tratamento de tumores por carreamento de fármacos e imagens por ressonância magnética nuclear, entre outras (FRANCISQUINI; SCHOENMAKER; SOUZA, 2014).

As nanopartículas paramagnéticas de óxido de ferro (magnetita) tendem a formar coágulos e por isso precisam ser estabilizadas antes de serem aplicadas (TOMA, 2009). A Figura 24 mostra uma das aplicações, a Terapia Fotodinâmica, onde estas nanopartículas são recobertas com agente fotossensibilizador e utilizadas para

imobilizar uma célula alvo para que esta possa ser eliminada pela ação do oxigênio ativo gerado pela luz.

Figura 24 - Terapia Fotodinâmica



Fonte: TOMA (2009)

Em remediação ambiental, as nanopartículas magnéticas foram utilizadas no projeto “Compósitos magnéticos para aplicação em despoluição ambiental” desenvolvido pela Universidade de Brasília, sob a coordenação do Professor Paulo César de Moraes. Neste trabalho, polímeros hidrofóbicos foram funcionalizados com nanopartículas magnéticas que, ao serem jogadas ao mar contaminado com óleo puderam descontaminá-lo pela ação de um campo magnético e ainda serem recuperadas (TOMA, 2009). Essa aplicação é mostrada na Figura 25. As nanopartículas paramagnéticas de óxido de ferro (Fe_3O_4) também são utilizadas em associação com enzimas para a remoção de corantes e degradação do bisfenol A ou BPA (2,2-bis (4-hidroxifenil) propano em efluentes (MISTURA, 2019). Esta última aplicação é de ampla importância uma vez que, conforme relatado em estudos atualizados (SILVEIRA, 2019), os corantes são responsáveis por cerca de 20% da poluição hídrica.

Figura 25 - Despoluição ambiental



Fonte: TOMA (2009)

As nanopartículas magnéticas possuem baixa toxicidade e boa biodisponibilidade (DEON, 2019), portanto o seu descarte se torna algo relativamente simples, bastando que deixemos secar o precipitado formado e haja separação e neutralização da parte líquida.

5 REFERENCIAIS TEÓRICOS

5.1 Movimento CTS

O movimento CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) surgiu no século XX após a constatação de que o desenvolvimento científico e tecnológico precisava ser analisado criticamente uma vez que com ele não fora possível gerar plena satisfação social, principalmente em virtude do desenvolvimento de produtos bélicos como produtos desse desenvolvimento científico e tecnológico (AULER; BASSO, 2001). A este movimento, foi considerado, num segundo momento, a necessidade de inclusão da temática ambiental já que conseqüentemente a produção científica e tecnológica haveria de ter impacto nesta área. Sendo assim o movimento então passou a se denominar CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade - Ambiente) (REBELLO *et al.*, 2012).

Os três componentes principais da sigla, quais sejam, ciência, tecnologia e sociedade, são conceituados por Solomon (1988 *apud* Santos e Schnetzler, 1997) considerando a proposta de ensino com essa abordagem. Para Solomon, deve-se salientar a previsibilidade, transitoriedade e incerteza das teorias científicas para ampliar a busca de possibilidade para resolução dos problemas apresentados aos alunos. No que se refere à tecnologia, essa deve ser considerada como suporte às demandas sociais e, finalmente, no que diz respeito à sociedade, deve-se salientar a importância da percepção dos alunos acerca do conhecimento adquirido e o poder de sua participação democrática como forma de contribuição na elaboração de leis que melhor respondem aos anseios da sociedade.

Dessa forma, abriu-se espaço para discussões políticas e culturais acerca do tema Ciência e Tecnologia, com a preocupação de, inclusive, inserir o assunto nos currículos de ensino escolar e acadêmico.

A tarefa do professor, que elabora suas aulas sob a ótica deste movimento, é, entre muitas outras, trazer sempre discussões e considerações acerca do desenvolvimento científico e tecnológico para o debate nas turmas tanto quanto os conteúdos relacionados a cada tema bem como integrar o aluno ao seu meio social. Para tal, se torna imprescindível que o professor utilize de metodologias que façam com que o aluno se reconheça no meio social como indivíduo capaz de opinar e se

posicionar frente às situações que a sociedade se depara, com seus produtos tecnológicos e conhecimentos adquiridos para produzi-los. Portanto, a atuação do professor sob esta perspectiva adquire caráter reflexivo, protagonista, autônomo e com vistas ao bem da coletividade (MORENO, 2018).

Na perspectiva de ensino por CTS, os conteúdos são trabalhados à medida que vão aparecendo no tema proposto, rompendo com a sistemática tradicional de encadeamento automático dos assuntos a serem trabalhados em aula e com a preocupação, segundo o movimento CTSA, de formar cidadão críticos além de hábeis e competentes.

No que tange ao ensino de Química, os trabalhos de Wildson Luiz Pereira dos Santos vêm sendo referência desde a década de 1990. Para o autor, a abordagem de temas CTS tem por objetivo promover a educação científica e tecnológica dos alunos, de forma a desenvolver habilidades, construir saberes e adquirir os valores necessários para atuarem como cidadãos responsáveis em áreas relacionadas à ciência e ao emprego de suas tecnologias na sociedade (SANTOS, 2007). Além disso, a abordagem de temas CTS no ensino de Química permite a formação de cidadãos mais conscientes e que estes tenham participação em decisões públicas, as quais acabam muitas vezes ficando restritas a parcelas mais elitizadas da população. Em outras palavras, o ensino de Química por meio de abordagens temáticas pode auxiliar na promoção da democracia, pois possibilita a formação de um aluno consciente de seu papel na sociedade (SANTOS, 2007).

Além disso, diversos pesquisadores apontam o aumento do interesse dos alunos pelas aulas que adotam currículos com esta perspectiva, além do sentimento de responsabilidade sócio-ambiental frente as suas reflexões e tomadas de decisão. Também o mercado de trabalho é beneficiado por esta perspectiva uma vez que ela põe o aluno em contato com a realidade social e com os produtos tecnológicos das ciências, tornando este integrado e em melhores condições de refletir, opinar e atuar de forma cidadã, desde que sejam disponibilizadas propostas educacionais que promovam efetivamente tais habilidades nos discentes (PARREIRA, 2012).

Uma das ferramentas para implementar a abordagem CTS é através da produção de vídeos com experimentação e a ilustração desses. Esta proposta é especialmente aplicável em situações nas quais seria inviável a execução do experimento, por motivos de custo ou risco, mas também para despertar interesse dos

alunos e servir como ferramenta educacional para o professor (ALVES; MESSEDER, 2009).

A produção visual com enfoque CTS possibilita a construção de conhecimento significativo se forem observadas as compatibilidades entre o público e a teoria que servirá de suporte aos vídeos. Sendo assim, a confecção deste material pelo próprio professor que irá utilizá-lo, assegura sua correta abordagem, ainda que os mesmos possam ser utilizados por outro professor, que também deverá avaliar a adequação de seu uso.

O II Seminário Ibérico sobre Ciência-Tecnologia-Sociedade apresenta dados e reflexões acerca deste movimento atualmente. Os participantes desse encontro consideram as orientações dessa perspectiva como bons meios de aquisição de conhecimento científico e tecnológico, necessários às sociedades futuras, bastando que sejam devidamente aproveitadas (DÍAZ; MAS; ALONSO, 2005).

A UNESCO e o Conselho Internacional para a Ciência declararam em Budapeste, na Conferência Mundial sobre a Ciência para o Século XXI, em 1999, a necessidade da alfabetização científica sob a ótica CTSA como condição para a melhor atuação dos cidadãos de todas as culturas e sociedades na visualização de possíveis problemas trazidos pela Ciência bem como suas causas e possível resolução (SOLBES; VILCHES, 2005).

O Terceiro Estudo Internacional em Ciências e Matemáticas (TIMSS), aplicado em mais de 40 países, aponta também a relevância do ensino da História, Filosofia e Sociologia das Ciências (HFSC) como promotora de pensamento crítico (VÁZQUEZ; MANASSERO, 2005), porém evitando as visões estereotipadas, cumulativas e descontextualizadas que alguns materiais mostram ao trabalhar sob esta perspectiva. (STIEFEL, 2005).

A necessidade de mudanças na formação de professores, nos recursos didáticos e nos currículos com vistas à melhoria na aprendizagem e nos resultados dos exames nacionais é consenso entre professores, pesquisadores e políticos da área da educação. As pesquisas realizadas até agora nesta área não resultaram em motivação dos alunos e aumento de interesse pela ciência. Neste cenário, o ensino pela perspectiva CTS é apontado como uma possibilidade de minimizar os problemas acima citados (CAAMAÑO; MARTINS, 2005).

Porém há que se considerar também a influência das estruturas escolares e o engajamento dos profissionais envolvidos na educação, sem os quais nenhuma proposta curricular ou projeto trariam melhoria no aprendizado e rendimento do alunado.

Os currículos de ciências são seguidamente defendidos como meios para objetivar o prosseguimento dos estudos dos alunos, porém, para além desta necessidade natural, é desejável e importante que, já na escola, os jovens adquiram a capacidade de “ler” o mundo através da ciência, adquirindo, portanto, a letramento científico. Esta habilidade é que será responsável pelo posicionamento crítico e atitude cidadã frente às diversas questões relacionadas ao estudo das ciências (MEMBIELA, 2005). Porém, para que ocorra letramento científico, uma série de reajustes precisa ser feita dentro das comunidades escolares, estas mudanças prescindem de hábitos e culturas arraigados e falta de articulação entre os componentes (MARTINS, 2005).

A história da química e de seus atores também se apresenta como uma estratégia didática muito útil para adquirir literacia científica, uma vez que mostra a gênese da Ciência em seus reais contextos onde as falhas e enganos, mais do que os sucessos e acertos são apontados, mostrando-nos a Ciência como construção coletiva e inter-relacional (PAIXÃO, 2005).

Neste panorama, a possibilidade de trabalhar com os conceitos das ciências sob a perspectiva CTSA, onde os conceitos são trabalhados e compreendidos à luz dos temas apresentados, rompendo com o encadeamento rígido apresentados nos currículos tradicionais, possibilita que os alunos façam as devidas relações e apontamentos de forma mais autônoma e participativa.

5.2 Experimentação

Estudos apontam que a experimentação como metodologia de ensino aliada a experimentos que possam se aproximar do cotidiano do aluno, é capaz de reverter a falta de interesse dos alunos pelas aulas de Química. Dados apontam que experimentos onde há reprodução de situações reais, suscitam interesse e capacitam os alunos a aplicarem os conhecimentos adquiridos nas aulas nas diversas situações de suas vidas (RAMO; SANTOS, 2015).

Segundo apontam pesquisas, a capacidade investigativa do aluno, habilidade desejável na solução de problemas e compreensão dos fenômenos, é promovida pela

metodologia da experimentação. Isso é possível porque são estas atividades que carregam de sentido os conteúdos curriculares, e assim põe lado a lado teoria e prática, ampliando a aproximação entre professor e aluno e, portanto, a possibilidade de uma melhor compreensão acerca dos fenômenos estudados (SILVA, 2017).

As pesquisas na área da experimentação no ensino também afirmam que as aulas práticas podem ser realizadas com materiais que os alunos mesmos possam manusear, de baixo custo e cujas atividades possam ser realizadas em ambientes alternativos.

Quando a experimentação deixa de ser realizada ou então os experimentos não têm relação com o cotidiano dos alunos ou, ainda, não são realizadas as conexões apropriadas entre os conteúdos curriculares e as aulas práticas propostas, o ensino da Química é dificultado para todos os agentes.

A experimentação também rompe com a ideia de conhecimento construído e acabado trazido por metodologias de transmissão e memorização. Nela, há noções de que os saberes são construções colaborativas e passíveis de serem substituídos ao serem superados (SILVA, 2017).

A escolha de assuntos que tenham relação com o cotidiano e com os quais se possam trabalhar conceitos escolares, rompendo com a lógica transmissiva do conhecimento utilizando a abordagem CTS, oportuniza a construção de conhecimento sob a ótica construtivista, uma vez que aos alunos são apresentados temas relacionados à produtos já conhecidos deste público (BLANCO et al., 2005).

A urgência que nos apresenta em adotar metodologias de ensino que nos tragam melhores resultados de aprendizagem é devidamente justificada pois a investigação em Didática das Ciências evidencia que os alunos aprendem cada vez menos e interessem-se pouco pelo que aprendem (POZO; GÓMEZ, 2001). Não aprendem as ciências que se ensinam, ou que se tem intenção de ensinar, apresentando dificuldades e detectando-se problemas de aprendizagem ao nível de concepções, de procedimentos e de atitudes (MATOS; PEDROSA; CANAVARRO. 2005).

6 METODOLOGIA

6.1 Pesquisa Educacional

A pesquisa realizada neste trabalho tem como fundamentos teóricos a abordagem fenomenológica, uma vez que se dedica a estudar um fenômeno educacional, no caso, o desenvolvimento e a aplicação de um material didático. A pesquisa, de caráter qualitativo, foi realizada seguindo a metodologia apresentada por Lüdke e André (2014).

Segundo os autores a pesquisa qualitativa apresenta cinco características básicas:

- Contato direto e prolongado do pesquisador com o objeto de estudo;
- Predominância descritiva dos dados coletados;
- Maior preocupação com o processo do que com o produto da pesquisa;
- Atenção à perspectiva dos participantes, e
- A análise dos dados se dá por meio de um processo indutivo (LÜDKE; ANDRÉ, 2014).

Para a coleta de dados foram utilizados questionários (inicial e final) e o Diário de Campo da pesquisadora.

A pesquisa foi aplicada na turma 105 N que possui 62 pessoas na chamada, porém apenas cerca de vinte alunos com frequência regular. Ao final das aulas, quando as questões foram reaplicadas, foi possível contar com as respostas de apenas oito alunos para compor os resultados.

A pesquisa foi realizada em 6 horas-aula não subsequentes, de oitenta minutos cada.

6.2 Questionários

O desenvolvimento desta proposta de trabalho iniciou com a aplicação de questionário aberto nas turmas de primeiro ano de ensino médio, solicitando a identificação dos indivíduos respondentes e respectiva autorização dos pais dos alunos menores de idade, por meio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (APÊNDICE A). Esta proposta considera que:

Parece-nos claro que o tipo de entrevista mais adequado para o trabalho de pesquisa que se faz atualmente em educação aproxima-se mais dos esquemas mais livres, menos estruturados. As informações que se quer obter, e os informantes que se quer contatar, em geral professores, diretores, orientadores, alunos e pais, são mais convenientemente abordáveis através de um instrumento mais flexível. (LUDKE; ANDRÉ, p. 40).

Após a coleta das respostas, foram ministradas aulas com as sínteses, experimentação e aplicação do material sintetizado, trazendo breves informações acerca dos temas trabalhados, não deixando de enfatizar o caráter tecnológico e de transformação que permeia a ciência Química (TOMA, 2016). Os conteúdos concernentes ao tema foram abordados nas aulas subsequentes. A pesquisa culminou com a comparação entre as respostas obtidas antes das aulas e depois destas, de forma exploratória e interpretativa onde estas últimas devem confirmar ou refutar o alcance dos objetivos inicialmente propostos. O registro de tais dados foi complementado com observações acerca da percepção dos alunos sobre as aulas, seus comentários informais, diálogos e possíveis mudanças em seus comportamentos frente às aulas e à aquisição do conhecimento escolar. As questões apresentadas aos alunos estão representadas abaixo:

7 DESCRIÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

O presente trabalho produziu roteiros e vídeos para duas sínteses: de nanopartículas de prata e de nanopartículas paramagnéticas de óxido de ferro, magnetita, (Fe_3O_4), ambas com materiais de baixo custo e mínima geração de resíduos.

O roteiro experimental das nanopartículas de prata apresenta, após a síntese das mesmas, a sua caracterização pelo efeito Tyndall e a aplicação deste material no controle bacteriológico.

As nanopartículas paramagnéticas de óxido de ferro foram apenas sintetizadas e, após, suas finalidades foram contextualizadas com a utilização de vídeos já disponíveis na rede onde são mostradas algumas possibilidades de aplicação.

As sínteses apresentadas têm a possibilidade de serem realizadas em sala de aula, com muito baixos consumos de reagentes e geração de resíduos, tornando seus procedimentos aplicáveis e reaplicáveis conforme a rotina de cada escola.

Os vídeos produzidos, síntese, caracterização e aplicação de nanopartículas de prata (<https://www.youtube.com/watch?v=fYalsJLYHIq&t=46s>), e nanopartículas paramagnéticas (<https://www.youtube.com/watch?v=7XrPMvyVdsA&t=51s>) foram gravados com o aparelho de telefone celular da professora autora, editados com programa de edição de texto (VSDC, 2011) e disponibilizados no sítio *youtube* bem como na plataforma digital criada pela professora autora, para consulta posterior, ocasiões nas as aulas precisam serem repetidas para aqueles alunos que estiveram ausentes. Portanto, um material que possa ser acessado muitas vezes como ferramenta de apoio às aulas para atender esse público flutuante bem como revisão de conceitos, técnicas e procedimentos, oportuniza o aprendizado em vários momentos.

No Apêndice B são apresentados os planejamentos das aulas que compõem o produto educacional elaborado nesta pesquisa.

7.1 Resultados e Discussões

7.1.1 Questionários

Após as atividades práticas e contextualização dos temas apresentados, o questionário aplicado antes das aulas foi reaplicado e as respostas nos dois momentos serão relatadas e discutidas nos parágrafos seguintes. Abaixo estão relacionadas as questões que foram aplicadas aos alunos e nas Tabelas 2 até 7, as respostas mantendo a literalidade de seus textos.

- 1) O que significa tecnologia para você?
- 2) Para você, qual o significado do prefixo nano na palavra nanotecnologia?
- 3) Você acredita que é possível produzir na escola materiais utilizados na indústria com os conhecimentos da Química?
- 4) Você acredita que é possível produzir em sua casa materiais utilizados na indústria com os conhecimentos da Química?
- 5) Você acredita que alunos do ensino médio de escola pública podem ser cientistas?
- 6) Na sua opinião, os cientistas podem contribuir para a melhoria da qualidade de vida e do meio ambiente de todas as comunidades?
- 7) Você acredita que os conhecimentos da Química podem contribuir em outras áreas?

A Tabela 1 nos mostra que a palavra tecnologia está bastante relacionada à internet, aparelhos de telefonia celular e inovação nos dois momentos, não apresentando, portanto, mudança significativa nas respostas após a intervenção pedagógica. Porém, após as aulas, essa mesma palavra foi ligada aos experimentos, produtos modernos e inovações, o que revela que a intervenção didática através dos vídeos e experimentação com enfoque CTS com apresentação de um tema relativamente moderno na ciência com uma abordagem também moderna, com uso de vídeos, contribuíram para a sua aprendizagem.

Tabela 1 - Respostas da Questão 1: O que significa tecnologia para você?

| ALUNOS | ANTES DA INTERVENÇÃO | APÓS A INTERVENÇÃO |
|---------------|--|--|
| ALUNO 1 | Aparelhos eletrônicos | Aparelhos modernos |
| ALUNO 2 | Significa um salto gigante na história | Significa um salto grande na história. |
| ALUNO 3 | Não sei | Experiência moderna |
| ALUNO 4 | Tudo aquilo que tem a ver com a internet | Tudo que envolve a internet |
| ALUNO 5 | Aparelhos celulares e coisas ligadas à luz | Estudo sistemático sobre técnicas e procedimentos, métodos, meios e instrumentos de um ou mais ofícios ou domínios da atividade humana |
| ALUNO 6 | Algo novo que entrou em nossas vidas para somar, agregar e para aprender a viver melhor. | Muito importante para a nossa Humanidade |
| ALUNO 7 | Inovações para obter melhorias para a sociedade. | Inovações para facilitar a vida dos seres humanos. São coisas novas no futuro. |
| ALUNO 8 | Inovar coisas como celulares a cada época tem um mais avançado. | Significa conhecimento, estamos sempre aprendendo. |

Fonte: A autora (2019)

O prefixo nano na palavra nanotecnologia, cujo significado foi interrogado na questão 2, ilustrada na Tabela 2, no primeiro momento foi relacionado ao estudo de células, átomos e moléculas e ao tamanho dos materiais estudados para três alunos. Já na reaplicação do questionário, esta terminologia foi explicada com palavras que exprimiram a sua dimensão: nanico, anão, coisas minúsculas, “tecnologia pequena”. Houve evolução em 50% das respostas (alunos 5, 6, 7 e 8) após a intervenção pedagógica, o que se pode inferir que os alunos ampliaram a compreensão acerca do tema trabalhado bem como os conceitos a ele relacionados. Aqui podemos observar que o assunto escolhido por essa proposta de trabalho oportunizou evolução e apropriação do vocabulário científico, algo desejável e esperado para o aprendizado e formação do aluno de ensino médio.

Tabela 2 - Respostas da Questão 2: Para você, qual o significado do prefixo nano na palavra nanotecnologia?

| ALUNOS | ANTES DA INTERVENÇÃO | APÓS A INTERVENÇÃO |
|---------------|---|--|
| ALUNO 1 | Minúsculo | Coisas minúsculas |
| ALUNO 2 | Um tipo de tecnologia muito pequena | Tecnologia pequena |
| ALUNO 3 | É muito importante | Sem resposta. |
| ALUNO 4 | É a tecnologia da manipulação de átomos e moléculas. | Não me lembro. |
| ALUNO 5 | Não sei. | É anão. |
| ALUNO 6 | Algo novo que entrou em nossas vidas para somar e agregar e para aprender a viver melhor. | São micropartículas. |
| ALUNO 7 | Não sei. | Nano=pequeno, tecnologia = invenções ou seja, pequenas inovações para a sociedade. |
| ALUNO 8 | Não sei. | Uma tecnologia pequena mas grande ao mesmo tempo. |

Fonte: A autora (2019)

A questão 3 é uma das que mais revela o que os alunos pensam sobre a potencial conexão entre o conhecimento químico e as atividades escolares. Os alunos quando questionados sobre a possibilidade de produzir-se na escola materiais utilizados na indústria, responderam que sim em seis das oito respostas, primeiramente. Após as aulas trabalhadas, sete dos oito alunos responderam que há possibilidade de produção tecnológica na escola, apenas um aluno respondeu que isso talvez fosse possível. As respostas quanto à esta pergunta, mostradas na Tabela 3, revelam que houve aceitação desta possibilidade após a intervenção pedagógica em todas as respostas. Isto ocorreu, claramente, após o contato com os materiais e experimentos realizados em aula e posterior contextualização acerca da aplicação dos produtos sintetizados.

Tabela 3 - Respostas da questão 3: Você acredita que é possível produzir na escola materiais utilizados na indústria com os conhecimentos da Química?

| ALUNOS | ANTES DA INTERVENÇÃO | APÓS A INTERVENÇÃO |
|---------------|---|---|
| ALUNO 1 | Não sei | Sim, se tiver investimento |
| ALUNO 2 | Não sei | Sim. |
| ALUNO 3 | Sim, mas se tiver mais tecnologia. | Sim, porque no colégio nós descobrimos mais coisas novas. |
| ALUNO 4 | Sim. | Sim. |
| ALUNO 5 | Sim. | Sim. |
| ALUNO 6 | Sim, a Química está no nosso dia a dia. | Sim, sempre a Química está em nossa vida. |
| ALUNO 7 | Sim. | Talvez. |
| ALUNO 8 | Sim, acredito. | Sim, pois há vários reagentes em nosso dia a dia. |

Fonte: A autora (2019)

Os estudantes ao serem indagados sobre a produção de materiais tecnológicos em suas próprias casas, questão trazida na Tabela 4, responderam que sim em cinco das oito respostas; houve uma resposta negativa e duas respostas que revelaram dúvida. Após as aulas, foi obtida apenas uma resposta negativa. Estas respostas, mais uma vez, mostram que as intervenções pedagógicas trouxeram aos alunos informações que os fez considerar materiais de uso doméstico como reagentes e produtos oriundos da tecnologia construída com o conhecimento químico. Isso foi possível porque foram apresentados materiais com os quais os alunos possuíam familiaridade como reagentes durante os experimentos.

Tabela 4 - Respostas da questão 4: Você acredita que é possível produzir em sua casa materiais utilizados na indústria com os conhecimentos da Química?

| ALUNOS | ANTES DA INTERVENÇÃO | APÓS A INTERVENÇÃO |
|---------|---|---|
| ALUNO 1 | Não sei | Sim, como produtos de limpeza |
| ALUNO 2 | Sim. | Sim. |
| ALUNO 3 | Não, porque tem muita coisa que é muito perigoso pra fazer em casa. | Sim, se tiver em casa podemos fazer em casa os experimentos. |
| ALUNO 4 | Não sei. | Não. |
| ALUNO 5 | Sim. | Sim. |
| ALUNO 6 | Algumas coisas acredito que sim. | Sim, muitas empresas em casa e depois podem virar grandes empresas. |
| ALUNO 7 | Sim, muitos materiais usando reações ou fórmulas químicas. | Claro, aliás tudo hoje depende de materiais ou elementos químicos. |
| ALUNO 8 | Sim. | Sim, pois há muitos reagentes químicos que usamos e nem sabemos. |

Fonte: A autora (2019)

A Tabela 5 traz como questão a possibilidade dos alunos de ensino médio se tornarem cientistas. Os alunos inicialmente responderam que sim em sete das oito respostas; após as aulas ministradas se manteve uma resposta negativa. Este resultado reflete que o contato que os alunos tiveram com as atividades práticas e experimentos, momentos nos quais eles se utilizaram de equipamentos de proteção individual (óculos, guarda-pós, luvas), foi positivo e estimulante, embora um dos alunos não tenha conseguido vislumbrar esta possibilidade, talvez porque fosse necessário um número maior de aulas para tal. As atividades práticas responderam ao anseio que os alunos tinham pela experimentação, uma vez que eles sabiam da existência de um laboratório e de um professor de Química na escola. Pode-se, ainda, afirmar que a experimentação possibilitou a discussão sobre os conceitos de reação e equação química, estequiometria, conservação de massa entre outros, durante a sua execução, sem o rigor e formalismo dos livros didáticos, principalmente quando os alunos erravam as quantidades dos reagentes e não conseguiam obter os produtos da reação.

Tabela 5 - Respostas da questão 5: Você acredita que alunos do ensino médio podem ser cientistas?

| ALUNOS | ANTES DA INTERVENÇÃO | APÓS A INTERVENÇÃO |
|---------|---|--|
| ALUNO 1 | Sim, é só estudar e buscar. | Sim, se estudar e dedicar muito. |
| ALUNO 2 | Sim, pois tem muitos cientistas famosos que estudaram em escola públicas e hoje são grandes nomes na ciência. | Sim. |
| ALUNO 3 | Sim, depende do que a pessoa quer ser quando crescer. | Sim, se tiver incentivo pelo colégio e pelo estado. |
| ALUNO 4 | Sim, claro. | Sim, claro. |
| ALUNO 5 | Talvez. | Não. |
| ALUNO 6 | Sim, acredito que muitos cientistas estudaram em escola pública. | Sim. |
| ALUNO 7 | Sim, todos têm oportunidades. | Sim, todos têm chances, com esforço e dedicação tudo é possível. |
| ALUNO 8 | Sim. | Sim, pois todos podem. |

Fonte: A autora (2019)

A contribuição dos cientistas na melhoria da qualidade de vida de todas as comunidades, questão trazida na Tabela 6, foi considerada pelos alunos como uma real possibilidade tanto antes da aplicação da proposta de trabalho quanto antes, desta forma, as aulas ministradas serviram para confirmar e testificar suas convicções. Embora não tenha havido mudança nas respostas, as atividades de experimentação suscitaram a capacidade investigativa, uma vez que quando houve algum problema na execução das atividades, houve oportunidade de questionar os erros com luz nos conhecimentos químicos.

Tabela 6 - Respostas da Questão 6: Na sua opinião, os cientistas podem contribuir para a melhoria da qualidade de vida e do meio ambiente de todas as comunidades?

| ALUNOS | ANTES DA INTERVENÇÃO | APÓS A INTERVENÇÃO |
|---------|--|---|
| ALUNO 1 | Pode se eles receberem apoio e as pessoas ajudar a cooperar. | Sim, se as pessoas cooperarem e termos conhecimento. |
| ALUNO 2 | Sim, se eles se dispuserem a se aprofundar nesse assunto com certeza acharão formas melhorar os nossos meios vitais. | Sim porque hoje em dia quantas experiências já foram feitas pela melhoria da ciência. |
| ALUNO 3 | Sim, se trocar energia limpa. | Sim, pode. |
| ALUNO 4 | Sim, nem todas. | Sim, pode. |
| ALUNO 5 | Sim, podem. | Sim. |
| ALUNO 6 | Sim e muito na nossa saúde e vida longa. | Sim, sempre no meio ambiente e em nossas vidas. |
| ALUNO 7 | Sim. | Óbvio. |
| ALUNO 8 | Sim, na minha opinião podem contribuir. | Sim a cada dia eles descobrem maneiras novas de ajudar a melhoria da vida e do meio ambiente. |

Fonte: A autora (2019)

Na Tabela 7 consta o último questionamento foi sobre a contribuição dos conhecimentos da Química em outras áreas. Nos dois momentos, apenas uma resposta revela dúvida enquanto as demais afirmam que sim. As atividades práticas vieram acompanhadas da contextualização das aplicações dos produtos sintetizados, ou seja, mesmo na escola foi possível produzir moléculas que são usadas em outras áreas (médica e ambiental), além de vídeos com pesquisas com grupos nacionais realizadas na área da nanotecnologia.

Tabela 7 - Respostas da questão 7: Você acredita que os conhecimentos da Química podem contribuir em outras áreas?

| ALUNOS | ANTES DA INTERVENÇÃO | APÓS A INTERVENÇÃO |
|---------|---|---|
| ALUNO 1 | Pode em conhecimento. | Sim, tudo que a gente utiliza é da evolução da Ciência. |
| ALUNO 2 | Sim. | Sim. |
| ALUNO 3 | Não sei. | Sim, porque se pensar tudo que nós fizemos tem algo de Química. |
| ALUNO 4 | Sim. | Depende. |
| ALUNO 5 | Sim. | Sim. |
| ALUNO 6 | Na fabricação de medicamentos e no nosso meio ambiente. | Sim, em todas as áreas. |
| ALUNO 7 | Sim, pois a Química nunca anda sozinha. | Sim, como a Biologia, a Física e a Matemática. |
| ALUNO 8 | Sim acredito. | Sim, eles ajudam em muitos procedimentos |

Fonte: A autora (2019)

A análise geral das respostas dadas após a intervenção das aulas nos mostra que houve ampliação no entendimento dos alunos sobre a nanotecnologia e a possibilidade de que este tema possa ser explorado no ensino médio para abordar conteúdos de estrutura atômica e propriedade dos materiais.

7.1.2 Nanopartículas de Prata

As nanopartículas de prata foram inicialmente apresentadas aos alunos mostrando uma embalagem de esponja de uso doméstico já comercializada e que promete melhoras na durabilidade do produto devido à presença deste material em sua estrutura. No segundo momento, na mesma aula, procedeu-se a leitura do protocolo de síntese das nanopartículas, e logo após seu preparo, caracterização e aplicação. O roteiro experimental se encontra ilustrado abaixo:

Síntese, Caracterização e Aplicação de Nanopartículas de Prata

REAGENTES:

1. Solução de nitrato de prata (AgNO_3) 6×10^{-4} mol/L.
2. Solução de Vitamina C ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$) (um comprimido efervescente de vitamina C dissolvido em 200 mL de água destilada).
3. Álcool etílico 70° GL.
4. Gelatina sem sabor.
5. Caldo de carne (caseiro) preparado sem sal.

MATERIAIS E EQUIPAMENTOS



lamparina



proveta



pipeta Pasteur



palitos de fósforo e isqueiro



tubo de ensaio



Placas de Petri

EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL (EPI'S)

1. Guarda-pó
2. Luvas de látex

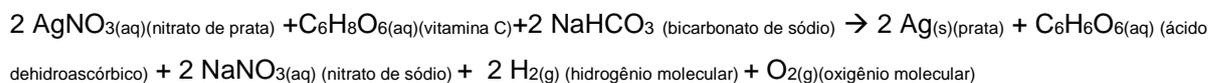
3. Óculos de proteção

PROCEDIMENTOS

1. Medir 5 mL da solução de nitrato de prata (AgNO_3) 6×10^{-4} mol/L previamente preparada em um tubo de ensaio com auxílio de uma proveta. (CUIDADO: O NITRATO DE PRATA REAGE COM A LUZ, DEIXANDO MANCHAS ESCURAS EM ROUPAS E MÃOS).

2. Com o auxílio de um prendedor, leve o tubo de ensaio a chama de uma lamparina.

3. Aguarde esta solução entrar em ebulição e acrescente 2 gotas de vitamina C ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$), fora da chama, previamente preparada até a mudança de coloração para o amarelo.



4. Teste a dispersão coloidal com um apontador laser, observe e anote suas observações.

5. Teste outro tubo de ensaio com água com o apontador laser, observe, compare com o tubo contendo a suspensão de prata e anote suas observações.

6. Com o auxílio de uma haste de algodão, colha amostras de sua saliva e passe nas paredes de duas placas de Petri previamente esterilizadas com etanol 70°GL.

7. Preencha as placas com meio de cultura previamente preparado com gelatina sem sabor e caldo de carne sem sal.

8. Pingue, numa das placas, 10 gotas da dispersão coloidal de prata preparada anteriormente

9. Cubras as duas placas com filme plástico transparente, identifique com seu nome as placas e guarde-as em temperatura de cerca de 28°C por três dias.

10. Após este período, observe a diferença entre os meios de cultura.

11. Anote suas observações.

12. Descarte as dispersões coloidais em frasco de rejeitos previamente destinado para esse fim.

Antes da realização da atividade prática, os alunos, obviamente foram orientados a usarem os equipamentos de proteção individual (óculos, guarda-pós e luvas) e este momento representou uma oportunidade deles se familiarizarem com procedimentos, atitudes e posturas corretas de trabalho e cooperação e ainda considerarem a possibilidade de ingressarem em profissões na área das Ciências.

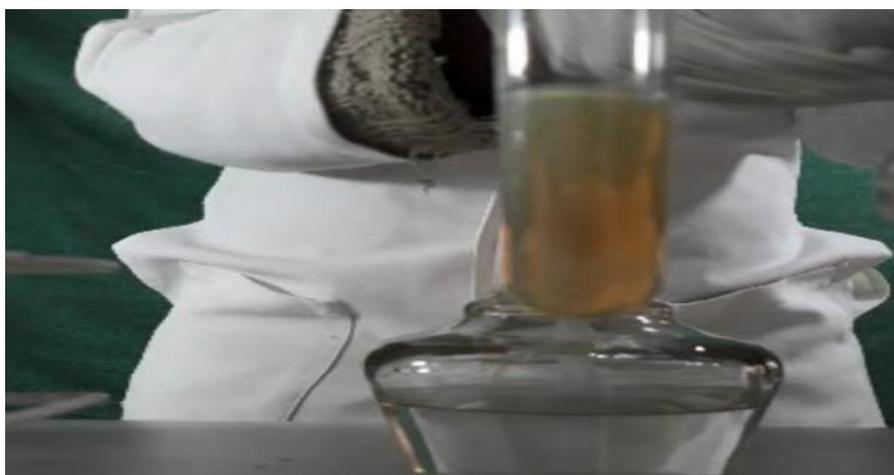
A dispersão coloidal de prata foi preparada, seguindo o protocolo elaborado (Figuras 24 e 25) e seu caráter nanométrico foi testado pelo efeito Tyndall, conforme mostrado na Figura 26.

Figura 26 – Início da formação das nanopartículas de prata.



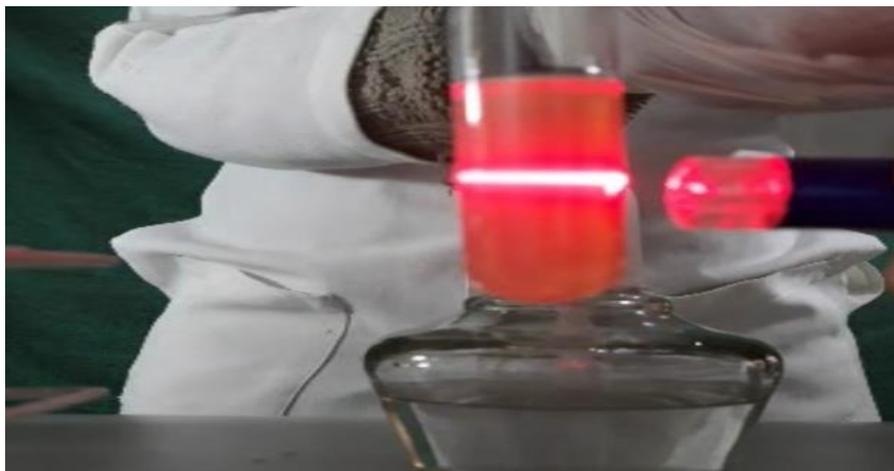
Fonte: A autora (2019)

Figura 27 - Nanopartículas de prata formadas.



Fonte: A autora (2019)

Figura 28 - Efeito Tyndall.



Fonte: A autora (2019)

Em seguida, as nanopartículas de prata foram aplicadas a um meio nutritivo previamente preparado (gelatina sem sabor e caldo de carne sem sal) e acondicionado em duas placas de Petri, uma de teste e outra de controle. Após uma semana, as duas placas foram comparadas e foi comprovada a eficácia da ação bactericida desta dispersão, pois houve formação de colônias bacterianas na placa controle e mínima formação destas bactérias na placa teste. A Figura 27 mostra as placas de controle e teste de um dos alunos, comparadas após três semanas de repouso para realçar a diferença.

Figura 29 - Experimento nanopartículas de prata: placas controle e teste.



Fonte: A autora (2019)

Nas duas semanas seguintes, durante as aulas teóricas, os alunos foram estimulados a relembrar da atividade realizada lendo o material do Apêndice C com os conceitos relacionados à atividade e questões para responder ao final da leitura. E, para aqueles alunos que não participaram das atividades experimentais, foi reproduzido o vídeo da atividade prática, gravado pela professora.

Figura 30 - Esponja de uso doméstico



Fonte: A autora (2019)

Nesta atividade, os alunos puderam conhecer os materiais, reagentes e equipamentos do protocolo e reconhecer que alguns itens são de uso cotidiano, aproximando, assim, a atividade experimental de atividades relacionadas às suas vivências diárias. Este tema também proporcionou aos alunos e ao professor a oportunidade de discutir sobre as profissões ligadas às ciências e suas áreas de atuação.

Porém, o mais importante, foi a constatação de que um material que utiliza conceitos de nanotecnologia, e moderno pôde ser produzido e aplicado no ambiente escolar e que esta atividade ancorou assuntos da Química de forma significativa e em alternativa ao uso exclusivo do livro didático.

7.1.3 Nanopartículas Paramagnéticas de Óxido de Ferro (Fe_3O_4)

Os alunos, nesta atividade foram primeiramente questionados sobre o significado da palavra magnético, como forma de motivação para a síntese; houve, pelo menos uma resposta onde a atração pelo ímã foi atribuída como propriedade de materiais ditos magnéticos. Após esta intervenção, a atividade foi conduzida de forma semelhante à das nanopartículas de prata, qual seja, seguindo o protocolo experimental, mostrado logo a seguir.

Síntese Nanopartículas Magnéticas de Óxido de Ferro (Fe₃O₄)

REAGENTES:

1. Solução de ferro II (esponja de aço em vinagre).



2. Peróxido de Hidrogênio (H₂O₂) 10 V.

3. Solução de hidróxido de sódio (NaOH) 5 mol/L.

MATERIAIS E EQUIPAMENTOS



copos de Becker



suporte e hastes de filtração



pipeta Pasteur



Funil



ímã



filtro de papel



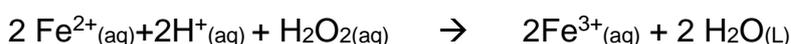
tubo de ensaio

EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL

1. Guarda-pó
2. Luvas de látex
3. Óculos de proteção

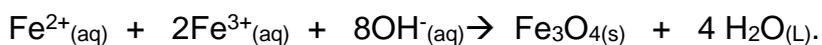
PROCEDIMENTOS

1. Filtre a solução de ferro II para um copo de becker.
2. Com auxílio de uma pipeta pasteur, pipete 2 mL de solução de ferro II filtrada para um tubo de ensaio.
3. Acrescente a este tubo, gotas de peróxido de hidrogênio (H₂O₂) até a solução adquirir uma coloração vermelha permanente.



ferro II + peróxido
de hidrogênio em meio ácido → ferro III + água

4. Pipete mais 1 mL de solução de ferro II e junte à solução vermelha do primeiro tubo.
5. Acrescente ao tubo, gotas de solução de hidróxido de sódio até formar uma solução preta.



6. Com o auxílio de um ímã, separe a parte sólida que se formou da parte líquida sobrenadante.

7. Descarte a parte líquida em frasco de rejeitos previamente destinado para esse fim.

8. Assista aos vídeos sobre as aplicações das nanopartículas magnéticas e faça um relato de, no mínimo, 10 linhas explicando suas potencialidades.

<https://www.youtube.com/watch?v=Ty18IEQelig&t=4s>

https://www.youtube.com/watch?v=CizPkaDEX_Y

<https://www.youtube.com/watch?v=I-MmIL0DaaM&t=283s>

A aula transcorreu sem problemas por se tratar de uma atividade muito simples onde os principais reagentes foram preparados previamente e as principais vidrarias utilizadas foram alguns poucos tubos de ensaio. A formação das nanopartículas magnéticas de óxido de ferro (Fe_3O_4) realizadas neste experimento apresentou viés lúdico, isto é, os alunos se divertiram muito com o movimento deste material em direção ao ímã e aqueles alunos que não conseguiram sintetizar o material na primeira tentativa, repetiram a síntese espontaneamente. A Figura 31 mostra uma aluna realizando o teste.

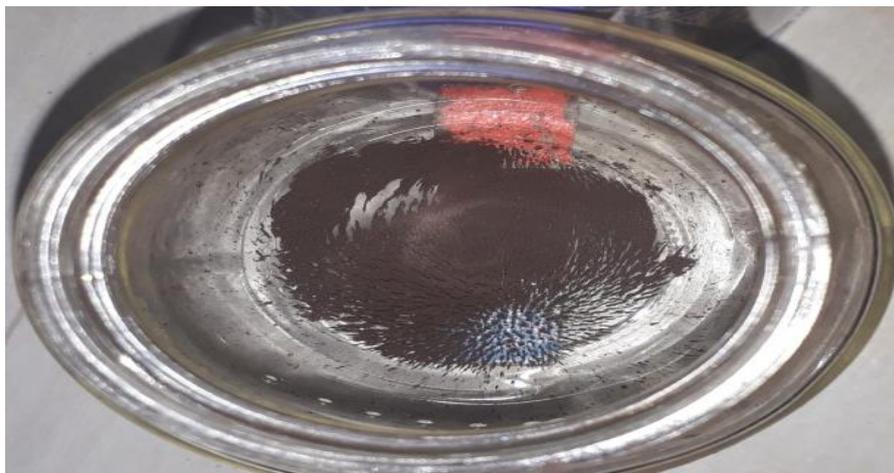
Figura 31 - Experimento formação de nanopartículas paramagnéticas de óxido de ferro (Fe_3O_4)



Fonte: A autora (2019)

As nanopartículas paramagnéticas formadas secas são ilustradas na Figura 32.

Figura 32 - Nanopartículas magnéticas secas sob ação do ímã.



Fonte: A autora (2020)

O tamanho das nanopartículas não pode ser medido, mas a julgar pelo observado nas Figuras 33 e 34, isto é, ausência de magnetismo residual no contato com material metálico (grampo de cabelo) e atração pelo ímã temporário (grampo magnetizado) respectivamente, pode se depreender que elas são superparamagnéticas.

Figura 33 - Metal sem adesão após contato com as nanopartículas paramagnéticas.



Fonte: A autora (2020)

Figura 34 - Adesão das nanopartículas paramagnéticas no metal magnetizado.



Fonte: A autora (2020)

As nanopartículas paramagnéticas não foram utilizadas na aula prática, pois sua aplicação envolve reações de funcionalização das mesmas com materiais e equipamentos não disponíveis na escola ou em casa. Porém a contextualização de seu uso foi comentada pela professora, e nas aulas subsequentes foram apresentados vídeos com aplicações na área médica, na metalurgia e em remediação ambiental. Os alunos após assistirem estes vídeos, puderam perceber que as pesquisas na área de nanotecnologia estão bastante consolidadas e que o Brasil não é mero espectador deste ramo da Ciência. Este fato gerou entusiasmo e atenção das turmas aos assuntos apresentados.

8 CONCLUSÕES

A presente proposta de trabalho atingiu parcialmente seus objetivos uma vez que com ela foi possível elaborar um produto educacional que contemplou experimentos fundamentados na perspectiva CTS. A utilização deste material possibilitou suscitar interesse dos alunos nas aulas de Química bem como curiosidade acerca do tema apresentado inicialmente nos experimentos de síntese, caracterização e aplicação do material produzido e, posteriormente, na apresentação dos conteúdos referentes a cada atividade prática. Os vídeos produzidos de acesso livre podem ser considerados como contribuição para área de ensino de química, visto que ilustra as práticas propostas e podem ser utilizados por professores que não dispõem de recursos ou infraestrutura adequada.

A parcialidade no alcance dos objetivos se deve ao fato de que não foram tratados até o momento, alguns assuntos acerca do tema proposto simplesmente por questão de adequação dos tempos e espaços inerentes à rotina escolar. Embora haja espaço, materiais, intenção e apoio para a realização de atividades práticas na escola, determinados hábitos e rotinas dificultam a realização de um trabalho mais assertivo e que possa trazer melhores resultados.

O trabalho na escola pública, principalmente noturna, exige que na maioria das vezes, professores tenham que trabalhar com duas ou até mesmo três turmas de séries diferentes concomitantemente pela falta de recursos humanos suficientes para atender as turmas individualmente; também a elevada carga horária exigida pelos professores e pouca valorização salarial podem ser apontadas como causa dos profissionais da área da educação básica o que os levar a exercer, em muitos casos, suas funções em mais de dois estabelecimentos de ensino no mesmo dia, levando-os à, no último turno, por cansaço, fadiga ou até mesmo dispensa médica, desfaltar o quadro docente. Estas práticas já estão institucionalizadas nas escolas noturnas, infelizmente e comprometem o resultado do trabalho realizado, à despeito de qualquer metodologia ou inovação educacional.

Contudo, a pesquisa no campo educacional e a busca por um ensino diferenciado e mais direcionado a realidade de cada público é de suma importância; com sua ajuda, alunos e professores deixam de ser meros consumidores de conteúdo educacional e passam a ser indivíduos ativos no ensino e aprendizagem. Essas

iniciativas, ainda que, em princípio não atinjam todos os objetivos almejados, acabam por reformular, corrigir e buscar soluções que possam ser pensadas coletivamente para melhorar o panorama da educação pública.

REFERÊNCIAS

ALVES, Elaine Moreira; MESSEDER, Jorge Cardoso. Elaboração de um vídeo com enfoque ciência-tecnologia-sociedade (CTS) como instrumento facilitador do ensino experimental de ciências. **VII encontro nacional de pesquisa em educação em ciências (enpec). Atas**, 2009.

AULER, Décio; BAZZO, Walter Antonio. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 7, n. 1, p. 1-13, 2001.

BLANCO, A. et al. 14. LAS BEBIDAS: MATERIALES DIDÁCTICOS CON ENFOQUE CTS. **Retos y perspectivas de la enseñanza de las ciencias desde el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad en los inicios del siglo XXI**, p. 99, 2005.

CAAMAÑO, Aureli; MARTINS, Isabel P. 7. REPENSAR LOS MODELOS DE INNOVACIÓN CURRICULAR, INVESTIGACIÓN DIDÁCTICA Y FORMACIÓN DEL PROFESORADO PARA MEJORAR LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EN LAS AULAS DESDE UNA PERSPECTIVA CTS.

CRESPO, Miguel Ángel Gómez; POZO, Juan Ignacio. La consistencia de las teorías sobre la naturaleza de la materia: una comparación entre las teorías científicas y las teorías implícitas. *Infancia y aprendizaje*, v. 24, n. 4, p. 441-459, 2001. 89f.

DA SILVA, Fabricya Roberta et al. Experimentação em Ciências: verificando a relação entre a teoria e a prática no ensino de genética em uma escola pública no município de Vitória de Santo Antão-PE. **Revista Ciência em Extensão**, v. 13, n. 3, p. 160-170, 2017.

DE FÁTIMA PAIXÃO, Maria. 13. HISTÓRIA DA QUÍMICA EM MANUAIS DA ESCOLARIDADE OBRIGATÓRIA: LAVOISIER E A CONSERVAÇÃO DA MASSA. **Retos y perspectivas de la enseñanza de las ciencias desde el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad en los inicios del siglo XXI**, p. 93.

DEON, Monique. **Sistemas combinados de magnetita e sílica: mobilidade magnética e porosidade elaboradas para bioaplicações**. 2019. 112 f. Tese (Doutorado em Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

DÍAZ, J.; MAS, María Antonia Manassero; ALONSO, Ángel Vázquez. Orientación CTS de la alfabetización científica y tecnológica de la ciudadanía: un desafío educativo para el siglo XXI. **Retos y perspectivas de la enseñanza de las ciencias desde el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedade en los inicios del siglo XXI**, p. 7-14, 2005.

DISNER, Geonildo Rodrigo; CESTARI, Marta Margarete. NANOCIÊNCIA E NANOTECNOLOGIA. **Evidência**, v. 16, n. 1 de 2016.

FRANCISQUINE, E.; SCHOENMAKER, Jeroen; SOUZA, José Antonio. Nanopartículas magnéticas e suas aplicações. Química Supramolecular e Nanotecnologia, 2014.

GARCIA, Marcus Vinicius Dias et al. **Síntese, caracterização e estabilização de nanopartículas de prata para aplicações bactericidas em têxteis**. 2011. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2011.

GOMES, Anne Velloso Sarmiento; COSTA, Ney Róblis Versiani; MOHALLEM, Nelcy Della Santana. Os Tecidos e a Nanotecnologia. **Revista Química Nova na Escola**, v. 38, n. 4, p. 288-296, 2016.

HARRIS, Daniel C. **Química Analítica Quantitativa**. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012

HEWITT, P. G. **Física Conceitual**. 11. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

<http://eletromagnetismo.info/magnetismo.html>. > Acesso em: 25 mai. 2019.

<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v7n1/01.pdf>>. Acesso em: 17 mar.

http://www.usp.br/qambiental/combustao_energia.html. > Acesso em: 14 abr. 2019

https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/7643/1/tese_final_.pdf.> Acesso em: 18 mar. 2019.

<https://brasilecola.uol.com.br/biologia/fotossintese.htm>. > Acesso em: 14 abr. 2019.

<https://brasilecola.uol.com.br/quimica/tipos-reacoes-quimicas-2.htm>.> Acesso em: 12 abr. 2019.

<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/coloides-ou-dispersoes-coloidais.htm>> Acesso em: 12 abr. 2019

<https://www.infoescola.com/fisico-quimica/efeito-tyndall/>> Acesso em: 12 abr. 2019.

<https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/biologia/meios-de-cultura-de-microrganismos/57896>.> Acesso em: 12 abr.2019.

<https://www.youtube.com/watch?v=9cO4Ze3Ccmk>. > Acesso em: 14 abr. 2019.

https://www.youtube.com/watch?v=CizPkaDEX_Y

<https://www.youtube.com/watch?v=I-MmIL0DaaM&t=283s>

<https://www.youtube.com/watch?v=Ty18IEQelig&t=4s>

<https://www.youtube.com/watch?v=Ty18IEQelig&t=4s>

LUDKE, M., ANDRÉ, M. E. D. A., Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas. 2ª ed. E. P. U. Rio de Janeiro, 120p. 2013.

MARCO STIEFEL, B. La naturaleza de la ciencia, una asignatura pendiente en los enfoques CTS: retos y perspectivas. **P. Membiela y Y. Padilla (eds.): Retos y perspectivas de la enseñanza de las ciencias desde el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad en los inicios del Siglo XXI**, p. 35-39, 2005.

MARTINS, Isabel P. 10. CIÊNCIAS NO 1º CICLO NA PERSPECTIVA CTS: MODELOS E PRÁTICAS DE FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES. **Retos y perspectivas de la enseñanza de las ciencias desde el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad en los inicios del siglo XXI**, p. 74.

MATOS, M. Laura; PEDROSA, M. Arminda; CANAVARRO, José Manuel. 16. Interrelações CTS e aprendizagens significativas em química: Recursos para uma intervenção. **Retos y perspectivas de la enseñanza de las ciencias desde el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad en los inicios del siglo XXI**, p. 110, 2006.

MELO JR, Maurício Alves et al. Preparação de nanopartículas de prata e ouro: um método simples para a introdução da nanociência em laboratório de ensino. **Química nova**, v. 35, n. 9, p. 1872-1878, 2012.

MEMBIELA, Pedro. 8. UN ENFOQUE CTS TERRITORIALIZADO Y MULTICULTURAL EN LA FORMACIÓN DE LOS MAESTROS.

MISTURA, Clóvia Marozzin. **Catálise enzimática e nanopartículas magnéticas aplicadas ao tratamento de efluentes da indústria de tingimento de ágatas com corantes orgânicos**. 2019. 120 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

MORENO RODRIGUEZ, Andrei Steveen. Enfoque ciência, tecnologia e sociedade (CTS): contribuições para a profissionalização docente. 2018.

PAVOSKI, Giovani. **Nanocompósitos de polietileno/sílica com prata para aplicações antibacterianas**. 2019. 114 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Materiais) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

REBELLO, Gabriel Antonio Fontes et al. Nanotecnologia, um tema para o ensino médio utilizando a abordagem CTSA. **Química nova na escola**, v. 34, n. 01, p. 3-9, 2012.

DOS SANTOS, Wildson Luiz Pereira. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino (ISSN 1980-8631)**, v. 1, 2008.

SCHNETZLER, Roseli Pacheco; DOS SANTOS, Wildson Luiz Pereira. **Educação em Química: compromisso com a cidadania**. Ed. UNIJUI, 1997.

SILVA, Suzeley LA; VIANA, Marcelo M.; MOHALLEM, Nelcy DS. Afinal, o que é nanociência e nanotecnologia? Uma abordagem para o ensino médio. **Química nova na escola**, v. 31, n. 3, p. 172-178, 2009.

SILVEIRA, Taís Rossato. **Imobilização de lacase em partículas magnéticas recobertas com quitosana para aplicação na degradação de corantes têxteis**. 2019. 72 f. Dissertação (Engenharia de Materiais) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2019.

SOLBES, Jordi; VILCHES, Amparo. Las relaciones CTSA y la formación ciudadana. **Membriela, P. y Padilla, Y., Retos y perspectivas de la enseñanza de las ciencias desde el enfoque Ciencia–Tecnología–Sociedad en los inicios del siglo XXI**. Educación Editoria, 2005.

TASCA, Rodolfo A. et al. Desenvolvendo habilidades e conceitos de nanotecnologia no ensino médio por meio de experimento didático envolvendo preparação e aplicação de nanopartículas superparamagnéticas. **Química nova na escola**, v. 37, n. 3, p. 236-240, 2015.

TOMA, H.E. **Nanotecnologia Molecular: materiais e dispositivos**. São Paulo: Blucher, 2016.

TOMA, Henrique Eisi; DA SILVA, Delmácio Gomes; CONDOMITTI, Ulisses. **Nanotecnologia experimental**. Editora Blucher, 2016.

TOMA, Henrique Eisi. **Química de coordenação, organometálica e catálise**. Editora Blucher, 2016.

TOMA, Henrique E. **O mundo nanométrico: a dimensão do novo século**. Oficina de textos, 2009.

TROMBINI, Henrique. **Versatilidade da técnica MEIS na caracterização de nanomateriais e dispositivos avançados**. 2019. 155 f. Tese (Bacharelado em Física) – Universidade do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2019.

VÁZQUEZ, A.; MANASSERO, M^a Antonia. La presencia de los temas CTS en el currículo a partir de los resultados del TIMSS. **Comunicación presentada en el II Seminario Ibérico sobre CTS en la enseñanza de las ciencias: Retos y perspectivas de la enseñanza de las ciencias desde el enfoque CTS en los inicios del siglo XXI**. Valladolid: Universidad de Valladolid, 2002.

VIEIRA, João et al. **MATERIAIS MAGNÉTICOS NANOESTRUTURADOS: CARACTERIZAÇÃO IN SITU**. Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, v. 9, n. 2, 2017.

VSDC.Videoeditor pro. Versão 6.3.8.46. Copyright (c) Flash-Integro LLC 2011

ANEXO 1 –Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Instituto de Química
Programa Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional - PROFQUI

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Caro aluno(a) e Prezados pais e responsáveis!

Você está sendo convidado(a) a participar, como voluntário(a), do estudo/pesquisa intitulado “Nanotecnologia como Tema para Abordagem dos Conteúdos de Estrutura Atômica e Propriedade dos Materiais ”, conduzida por Geni dos Santos Maria. Este estudo tem por objetivo verificar as contribuições da utilização da experimentação com abordagem tecnológica como ferramenta no ensino de química.

Sua participação nessa pesquisa consistirá em responder dois questionários, sendo um antes do início das aulas e um ao final do período de estágio, bem como participação das atividades propostas em sala de aula. Os resultados deste estudo serão utilizados para produção e publicação de textos de caráter científico, pois estes dados farão parte de um Dissertação de Mestrado. É importante que você expresse a sua opinião livremente ao responder aos questionários. Em hipótese alguma os resultados terão influência na avaliação e nas notas desta disciplina. A sua identidade será mantida em sigilo.

DECLARAÇÃO

Eu _____ responsável pelo aluno(a) _____ declaro que fui esclarecido(a) sobre os objetivos e justificativas deste estudo de forma clara e detalhada e que concordo em participar desta pesquisa.

Porto Alegre, ____ de _____ de 2019.

Assinatura do(a) responsável: _____

Assinatura do(a) pesquisador(a): _____

APÊNDICE A – Planejamento das aulas

| PLANEJAMENTO DA AULA 1 |
|--|
| Tema: Síntese, Caracterização e Aplicação da Suspensão Coloidal de Prata |
| Data: |
| Ano: 1º |
| Professor: Geni dos Santos Maria |
| Disciplinas: Química e Física |
| Escola: EEEM Santa Rosa |
| Duração: 2h aula – 80 min |
| Conteúdos: Reações Químicas, Soluções, Dispersões Coloidais, Efeito Tyndall, Oxido-Redução, Meios de Cultura de microorganismos |
| Objetivos: - Conhecer produtos tecnológicos de uso cotidiano existentes no mercado. - Identificar as reações químicas como método de obtenção de materiais para aplicação tecnológica. |
| Desenvolvimento: - Apresentar uma embalagem de produto já comercializado utilizando prata (esponja de uso doméstico). - Apresentar o nitrato de prata como composto de partida que, através de reações químicas, leva a síntese de um dos produtos de interesse tecnológico e comercial, a solução de prata coloidal. - Apresentar uma técnica de síntese da prata coloidal. - Realizar a síntese da prata em solução coloidal, conforme procedimento anexo. - Caracterizar a solução coloidal pela exposição de sua solução coloidal a raios laser. - Testar a ação bactericida da solução coloidal de prata em meio de cultura contaminado com bactérias da saliva. |
| Materiais/Equipamentos: Tubos de ensaio, Placas de Petri, Nitrato de prata, Vitamina C efervescente, Lamparina, Água destilada, Álcool etílico 70°GL, Álcool etílico absoluto, Pinça, Apontador laser, Gelatina, Caldo de carne, Filme plástico, Hastes de algodão, Cópias xérox do procedimento experimental, Guarda-pó, Óculos de segurança, Luvas de procedimento. |
| Avaliação: - Postura e procedimento dos alunos frente à aula proposta. - Anotações sobre as observações da aula. |

Fonte: Autoria própria

| PLANEJAMENTO DA AULA 2 |
|---|
| Tema: Síntese, Caracterização e Aplicação da Suspensão Coloidal de Prata |
| Data: |
| Ano: 1º |
| Professor: Geni dos Santos Maria |
| Disciplinas: Química e Física |
| Escola: EEEM Santa Rosa |
| Duração: 2h aula – 80 min |
| Conteúdos: Reações Químicas, Soluções, Dispersões Coloidais, Efeito Tyndall, Oxido-Redução, Meios de Cultura de microorganismos. |
| Objetivos: - Relacionar os conteúdos trabalhados com a atividade prática realizada na aula anterior. |
| Desenvolvimento: - Apresentação de vídeo sobre nanotecnologia: https://www.youtube.com/watch?v=9cO4Ze3Ccmk - Distribuição de material impresso com o conteúdo proposto. - Leitura e interpretação de material impresso com o conteúdo. |
| Materiais/Equipamentos: - Sala de multimeios, Cópias xerox com apresentação teórica da aula anterior. |
| Avaliação: - Interpretação dos fenômenos observados no experimento da aula anterior. Interpretação do vídeo assistido. |

Fonte: Autoria própria

PLANEJAMENTO DA AULA 3

Tema: Síntese e Caracterização de Nanopartículas Paramagnéticas.

Data:

Ano: 1º

Professor: Geni dos Santos Maria

Disciplinas: Química e Física

Escola: EEEM Santa Rosa

Duração: 2h aula – 80 min

Conteúdos:

- Lei das proporções Definidas, Lei da Ação das Massas, Reações Químicas, Equações Químicas, Oxido-Redução.

Objetivos:

- Relacionar dimensão dos nanomateriais com suas aplicações.

Despertar o interesse dos alunos pelo conhecimento químico que leva a produção tecnológica.

Reconhecer materiais do cotidiano como reagentes químicos.

Desenvolvimento:

- Discutir sobre o conceito de Magnetismo.

- Propor a síntese de material paramagnético.

- Apresentar roteiro de síntese e monitorar a execução dos procedimentos práticos.

Materiais/Equipamentos:

- Laboratório, Cópias xérox do procedimento da aula, - Quadro branco, canetas coloridas.

Avaliação:

Interpretação do procedimento prático.

Participação e colaboração no andamento da aula.

Fonte: Autoria própria

APÊNDICE B – Avaliação dos experimentos

SÍNTESE DE NANOPARTÍCULAS DE PRATA

RELACIONE A SEGUNDA COLUNA DE ACORDO COM A PRIMEIRA

| | |
|-------------------------|---|
| 1. EFEITO TYNDALL | <input type="checkbox"/> Material em menor quantidade nas soluções. |
| 2. SOLUÇÕES | <input type="checkbox"/> Representação escrita das reações químicas. |
| 3. OXIDO-REDUÇÃO | <input type="checkbox"/> Observado nas dispersões coloidais. |
| 4. REAÇÕES QUÍMICAS | <input type="checkbox"/> Mistura homogênea de dois ou mais componentes. |
| 5. SOLVENTE | <input type="checkbox"/> Espalham a luz laser. |
| 6. EQUAÇÕES QUÍMICAS | <input type="checkbox"/> Material em maior quantidade nas soluções. |
| 7. SOLUÇÃO LIQUIDA | <input type="checkbox"/> Ligas metálicas. |
| 8. DISPERSÕES COLOIDAIS | <input type="checkbox"/> Reação química com perda e ganho simultâneo de partículas elementares. |
| 9. SOLUÇÕES SÓLIDAS | <input type="checkbox"/> Transformações sofridas pelos materiais levando à formação de outros com composições diferentes. |
| 10. SOLUTO | <input type="checkbox"/> Nitrato de prata (AgNO_3) 5g/L. |

Fonte: Autoria própria

SÍNTESE E APLICAÇÃO DE PRATA EM DISPERSÃO COLOIDAL- CONTEÚDOS.

MOTIVAÇÃO:

Na atividade realizada na aula anterior, efetuamos uma série de procedimentos para produzir um material bactericida semelhante ao utilizado no produto apresentado (esponja com íons prata-bactericida) e comprovamos sua ação no experimento prático. Agora, analise o texto abaixo e procure identificar cada etapa do procedimento realizado na aula.

REAÇÕES QUÍMICAS

São transformações pelas quais passa um material, levando à formação de um produto com composição e características diferentes do material de partida. O (s) material (ais) de partida é (são) chamado de reagentes e o material formado são os produtos da reação. As reações químicas realizadas em condições controladas mantêm a massa inicial.

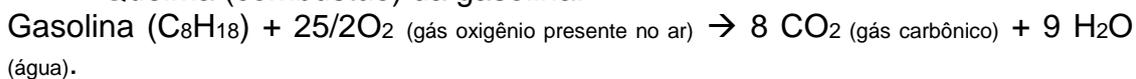
São exemplos de reações químicas:

- a) a queima de combustível no motor do carro (formação de gás carbônico e água)
- b) fotossíntese (formação de oxigênio e carboidrato pelas plantas):
- c) formação de dispersão coloidal de prata utilizando nitrato de prata (AgNO_3) e vitamina C ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$).

EQUAÇÕES QUÍMICAS

As reações químicas são representadas por meio das equações químicas, utilizando símbolos e as fórmulas dos materiais envolvidos na reação para, a exemplo do que ocorre na matemática, descrever o fenômeno. Para tal, são utilizados sinais gráficos para as representações. As reações químicas citadas anteriormente são representadas nas equações abaixo onde os sinais de soma significam a expressão reage com ou simplesmente expressam a combinação de dois reagentes e a formação de dois produtos; e as setas representam o sentido da reação e a formação dos produtos.

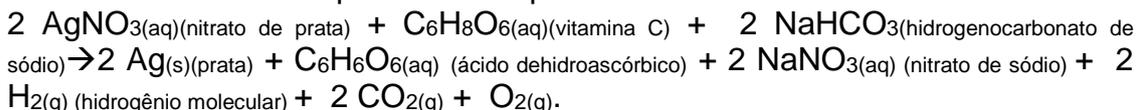
Queima (combustão) da gasolina:



Fotossíntese (formação de oxigênio e glicose pelas plantas):



Síntese de nanopartículas de prata:



SOLUÇÕES

Quando dois ou mais materiais se misturam e esta mistura apresenta um aspecto visualmente uniforme (homogêneo), temos uma solução. As soluções

podem ser líquidas, sólidas ou gasosas. Não conseguimos separar soluções líquidas por filtração.

Nas soluções chamamos de soluto o material em menor quantidade e de solvente o material de maior quantidade na solução.

Exemplos:

Líquidas: café solúvel (soluto) em água (solvente) e salmoura (solução de sal de cozinha (soluto) em água (solvente).

Sólidas: ligas metálicas aço inoxidável- 80,6% Fe, 0,4 % C, 18% Cr e 1% Ni

Bronze – 88% cobre e 12% estanho

Amálgama Dentária- 70% prata, 18% estanho, 10%cobre, 2% mercúrio

Gasosas: ar atmosférico – 78%nitrogênio, 21% oxigênio e 1% de outros compostos.

DISPERSÕES COLOIDAIS

São materiais cujo aspecto se assemelha às soluções, porém se for observado com auxílio de um microscópio mostra pequenas partes do soluto disperso (“boiando”) no solvente.

Exemplo: leite homogeneizado (proteínas e gorduras dispersas em água), maionese, sangue.

A diferenciação entre soluções e dispersões coloidais (também chamados coloides) é feita pelo tamanho de partículas do soluto. Nas soluções, as partículas do soluto são menores que as partículas dos coloides.

Temos ainda as suspensões, que são soluções onde o tamanho de partículas do soluto é ainda maior do que a dos coloides.

EFEITO TYNDALL

Fenômeno observado quando coloides são expostos aos raios laser. As partículas da dispersão coloidal espalham a luz laser possibilitando que se possa observar, dentro da dispersão, o caminho percorrido pela luz. Este fenômeno é observado também em manhãs ensolaradas e com névoa, onde o orvalho se encontra disperso no ar. Desta forma, o efeito Tyndall se torna uma forma de diferenciar soluções de dispersões coloidais, além de caracterizar as partículas dispersas.

MEIO DE CULTURA

O desenvolvimento de microorganismos como bactérias, fungos e vírus requer a presença de nutrientes e temperatura controlada. Há vários tipos de meio de cultura, eles podem ser líquidos, semissólidos e sólidos.

Os meios de cultura líquidos são chamados de caldo e quando há necessidade de solidificar o meio utilizamos o agar ou gelatina, largamente empregado em cultura de bactérias.

OXIDO-REDUÇÃO

O processo pelo qual materiais reagem quimicamente deslocando um dos seus constituintes elementares do composto de partida é chamado redução, se ganha um ou mais desses constituintes ou oxidação, ao adquirir um ou mais desses constituintes. O processo de oxidação acompanha o de redução nas reações químicas, de forma que enquanto um material se reduz o outro de oxida (BROWN, 2016).

Exemplos:

SÍNTESE DE NANOPARTÍCULAS PARAMAGNÉTICAS

1. ESCREVA AS EQUAÇÕES QUÍMICAS DAS REAÇÕES ABAIXO:

- a) Obtenção da solução de ferro II
- b) Obtenção da formação de ferro III
- c) Obtenção das nanopartículas paramagnéticas

2. RESPONDA AS QUESTÕES:

- a) Por que não pipetamos iguais volumes de solução de ferro II e ferro III para sintetizar as nanopartículas paramagnéticas?
- b) Como podemos diferenciar a solução de ferro II da solução de ferro III?
- c) Para obter o dobro da quantidade de nanopartículas paramagnéticas, quanto deveríamos usar das soluções de ferro II, ferro III, e hidróxido de sódio?
- d) A formação de ferro III ocorre em meio ácido ou básico?
- e) A formação das nanopartículas paramagnéticas ocorre em meio ácido ou básico?
- f) Qual espécie é responsável pela acidez das soluções?
- g) Qual espécie é responsável pela basicidade das soluções?
- h) Comente sobre a possibilidade ou não de tu realizares este experimento na tua casa.

FONTE: Autoria própria